

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Βιβλιογραφική επισκόπηση για την αξιοποίηση της
Τεχνολογίας Επαυξημένης Πραγματικότητας στην
εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον»**

Νικόλαος Καψάλης

ΒΟΛΟΣ 2024

UNIVERSITY OF THESSALY
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC ENVIRONMENT AND
DEPARTMENT OF SPECIAL EDUCATION



JOINT POSTGRADUATE PROGRAMME
«EDUCATION FOR SUSTAINABILITY AND THE ENVIRONMENT»

JOINT POSTGRADUATE MASTER'S THESIS

**«Bibliographic review of Augmented Reality in Education for Sustainability
and the Environment»**

Nikolaos Kapsalis

VOLOS 2024

© ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, Έτος (2024). Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (Μ.Δ.Ε.), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών: Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον και τα λοιπά αποτελέσματα αυτής αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, όπου εκπονήθηκε η Μ.Δ.Ε. καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Χαράλαμπος Καραγιαννίδης, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων***.

Στέφανος Παρασκευόπουλος, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Συνεπιβλέπων***.

Ηλίας Καρασαββίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) κατά την εκπαιδευτική διαδικασία έχει επιδείξει θεαματικά αποτελέσματα. Προσφέρει ένα αρκετά ελκυστικό περιβάλλον μάθησης, το οποίο κεντρίζει το ενδιαφέρον του χρήστη και το διατηρεί αμείωτο. Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση με σκοπό να αναδείξει την αξιοποίηση της τεχνολογίας ΕΠ στην εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον. Αναζητήθηκαν περίπου 3000 άρθρα, εκ των οποίων επιλέχθηκαν τα 56 και στη συνέχεια με βάση τα κριτήρια που τέθηκαν απέμειναν 21. Η επισκόπηση έδειξε ότι η ΕΠ διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ μαθητών, δημιουργώντας ένα περιβάλλον ομαδικής εργασίας και κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Μια άλλη σημαντική πτυχή είναι η προσφορά εξατομικευμένης μάθησης. Η ΕΠ επιτρέπει την προσαρμογή του περιεχομένου σύμφωνα με τις ανάγκες και το επίπεδο κατανόησης κάθε μαθητή. Αυτό ενισχύει την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας μάθησης και την ενσωμάτωση βιώσιμων πρακτικών. Μέσω εικονικών περιβαλλόντων, οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν ποικίλες πτυχές της αειφορίας και του περιβάλλοντος, εμβαθύνοντας στη γνώση και ενισχύοντας τις δεξιότητές τους. Αυτό διευρύνει το όριο της μάθησης πέρα από τα συμβατικά μέσα και ενθαρρύνει τη διαρκή εκπαίδευση. Η χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση για την αειφορία και το περιβάλλον φέρνει ανανεωμένη προοπτική στη διαδικασία μάθησης. Μέσω ενεργητικών, προσαρμοστικών, και συμμετοχικών εμπειριών, οι μαθητές αναπτύσσουν γνώσεις και δεξιότητες που ενισχύουν την αειφορία και προάγουν τη συνειδητοποίηση για τη φύση και το περιβάλλον.

Λέξεις Κλειδιά: Augmented Reality, Environmental Education, Sustainable Development, Sustainability, Education, Ecological, Environment, School, University.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1 Αειφορία και βιώσιμη ανάπτυξη.....	2
1.2 Η Βιώσιμη ανάπτυξη ως το 2030	6
1.3 Επαυξημένη πραγματικότητα	10
1.4 Τεχνολογίες ΕΠ	11
1.5 Εκπαιδευτική διαδικασία μέσω της ΕΠ	14
1.6 Συγγραφή περιεχομένου ΕΠ	19
1.7 Το κοινό στο οποίο απευθύνεται η ΕΠ.....	21
1.8 Ερευνητική επισκόπηση σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (ARLE) ΕΠ.....	23
2. Η ΕΠ στην περιβαλλοντική εκπαίδευση.....	27
2.1 Θεωρητικό πλαίσιο στην περιβαλλοντική εκπαίδευση.....	29
2.2 Η αξία της υπαίθριας Μαθησιακής Δραστηριότητας	30
2.3 Θεωρίες μάθησης	32
2.4 Περιβαλλοντικές δραστηριότητες ανοικτού πεδίου	36
2.5 Εμπλουτίζοντας τις εκδρομές πεδίου με ΕΠ	38
2.6 Διερευνητική Μάθηση με ΕΠ	39
2.7 Άλλες παιδαγωγικές προσεγγίσεις.....	41
3. Υλικά και Μέθοδοι/ Μεθοδολογία.....	49
3.1 Συστηματική Ανασκόπηση	49
3.2 Σχεδιασμός της έρευνας	49
3.3 Εύρεση ερευνητικών ερωτημάτων.....	50
3.4 Διαδικασία συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης	54
4. Αποτελέσματα.....	56
4.1 Χαρτογράφηση της βιβλιογραφίας.....	56
4.2 Απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα.....	102
5. Συμπεράσματα.....	111
Βιβλιογραφία	115
Παράρτημα	129
Πίνακας Εικόνων	129

1. Εισαγωγή

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση αποκτά ολοένα και πιο αυξημένο ενδιαφέρον στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής πρακτικής, τόσο εντός του επίσημου σχολικού συστήματος όσο και εκτός αυτού. Στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος για το περιβάλλον συναντώνται τόσο οι επίσημες θέσεις Υπερεθνικών Οργανισμών και Κυβερνήσεων, όσο και της Κοινωνίας των Πολιτών και Εκπαιδευτικών.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τις βασικές αρχές της αειφορίας και της βιώσιμης ανάπτυξης μέσα από την ιστορική της εξέλιξη από τις αρχές της δεκαετίας του 1970 μέχρι και σήμερα, παράλληλα με τον ορίζοντα για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί μέχρι το 2030. Διαπραγματευόμαστε την έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας, το πώς χρησιμοποιείται η τεχνολογία στην εκπαιδευτική πρακτική, ποια είναι η διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας καθώς και ποια είναι η μαθησιακή εμπειρία και το πλαίσιο που δημιουργείται στην καθημερινή εκπαιδευτική πράξη.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει το θεωρητικό πλαίσιο της ένταξης της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον, όπως επίσης και τις αντίστοιχες θεωρίες μάθησης.

Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τη μεθοδολογία πραγματοποίησης της Συστηματικής Ανασκόπησης Βιβλιογραφίας, καθώς και τα βήματα της Συστηματικής Ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκαν για την επίτευξη των σκοπών της παρούσας εργασίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα καθώς και η χαρτογράφηση της επιλεγθείσας βιβλιογραφίας όπως προτείνεται από τη μεθοδολογία PRISMA του JBI για Συστηματικές Ανασκοπήσεις, και στο πέμπτο τα

συμπεράσματα της Συστηματικής Ανασκόπησης.

1.1 Αειφορία και βιώσιμη ανάπτυξη

Η Αειφορία και η Βιώσιμη Ανάπτυξη (sustainable development) αποτελούν έννοιες ταυτόσημες και παρουσιάζονται με αρκετά μεγάλη συχνότητα. Η ανθρώπινη παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον δημιούργησε αρκετά προβλήματα σε αυτό, δεδομένης της καταστροφής που συντελέστηκε τις τελευταίες κυρίως δεκαετίες. Το αρνητικό αποτέλεσμα της διαχείρισης των φυσικών πόρων, δημιούργησε την ανάγκη εξεύρεσης λύσεων σχετικά με την αποκατάσταση των ζημιών που προκλήθηκαν ή την αποτροπή νεότερων.

Το πρώτο βήμα για την αποτύπωση του εν λόγω ζητήματος έγινε το 1972 (Σουηδία), όπου τα Ηνωμένα Έθνη προχώρησαν στην διατύπωση περιβαλλοντικών ζητημάτων. Εκεί παρουσιάστηκε η αντίληψη πως κατά την βελτίωση της οικονομικής ανάπτυξης θυσιάστηκε ή συνεχίζει να θυσιάζεται ένα σημαντικό κομμάτι από το περιβάλλον. Έτσι, παρουσιάστηκε το UNEP (2006), το οποίο περιλάμβανε τη γραπτή παρουσίαση του προβλήματος, αλλά και γενικές κατευθυντήριες γραμμές για το επόμενο διάστημα. Σε όλα τα παραπάνω, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη πως η καταστροφή του περιβάλλοντος, είναι αλληλένδετη με την ραγδαία πληθυσμιακή αύξηση και την πρόοδο στο βιομηχανικό μοντέλο (Meadows et al., 1972).

Η φράση Βιώσιμη Ανάπτυξη φαίνεται γενικευμένη και ασαφής, χωρίς ωστόσο η επιστημονική κοινότητα να έχει καταλήξει σε μια συγκεκριμένη απόδοση της εν λόγω ορολογίας. Ο πιο ευρύτερα αποδεκτός ορισμός δόθηκε το 1987 και αναφέρει πως η παρούσα γενιά έχει το δικαίωμα να αναπτύσσεται μέχρι το σημείο στο οποίο

δεν καταστρέφει πόρους οι οποίοι ενδέχεται να στερήσουν από τις επόμενες γενιές το δικαίωμα να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους (WCED 1987). Η εισαγωγή εννοιών που παρουσιάζονται στην ελληνική γλώσσα, όπως η Αειφόρος Ανάπτυξη ή η Αυτοσυντηρούμενη Ανάπτυξη αντικατοπτρίζει την προσπάθεια προστασίας του περιβάλλοντος (Μπακαβέλου, 2007).

Η πρώτη φορά σε διεθνές επίπεδο που έγινε λόγος σχετικά με την οικονομική πρόοδο και την επίπτωση που έχει αυτή στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος, ήταν το 1992 στο Ρίο Ντε Τζανέιρο, όπου έλαβε χώρα η συνδιάσκεψη για την Αειφορία και το Περιβάλλον. Εκεί παρευρέθηκαν εκπρόσωποι από εκατόν εβδομήντα εννέα χώρες, με ταυτόχρονη παρουσία τουλάχιστον εκατό αρχηγών κρατών. Το αποτέλεσμα περιλάμβανε ένα σημαντικό αριθμό από διακηρύξεις που σχετίζονται με περιβαλλοντικά ζητήματα, αναπτυξιακά θέματα, και την περίφημη Ατζέντα 21 μαζί με ένα ενδελεχώς μελετημένο πλάνο για την διαχείριση της βιώσιμης ανάπτυξης στον 21ο αιώνα.

Κάθε κράτος οφείλει να διαχειρίζεται τους φυσικούς του πόρους με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παρατηρείται μείωση όσον αφορά την ποιότητα και την ποσότητά τους, με άλλα λόγια το ποσοστό χρησιμοποίησής τους να είναι μικρότερο από το αντίστοιχο δημιουργίας τους. Σχετικά με την παραγωγή αποβλήτων, οφείλουν να είναι μικρότερη από τον ρυθμό απορρόφησής τους (Daly, 1996).

Ο ορισμός δηλαδή της Βιώσιμης Ανάπτυξης, προϋποθέτει σύνθεση εννοιών που σχετίζονται με εκμετάλλευση του περιβάλλοντος, την πραγματοποίηση επενδυτικών σχεδίων, την πρόοδο της τεχνολογίας και την βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην προσπάθεια να αποτραπούν ενδεχόμενες συγκρούσεις στο μέλλον οι οποίες θα σχετίζονται με τις ανάγκες των ανθρώπων

(WCED, 1987).

Καλό θα ήταν σε αυτό το σημείο να παρουσιάσουμε μερικούς ορισμούς για την Αειφορία και τη Βιώσιμη Ανάπτυξη:

- Η διατήρηση του βιώσιμου χαρακτήρα της κοινωνίας τόσο για τις παρούσες συνθήκες όσο και για τις μελλοντικές, χωρίς να υπάρχουν εκπτώσεις σε υποστηρικτικούς μηχανισμούς κοινωνικού περιεχομένου (Meadows C. et al., 1972).
- Το περιβάλλον βρίσκεται στο επίκεντρο των οικονομικών αναλύσεων, με σκοπό την διατήρηση ή ακόμα και την αύξηση της οικονομικής ευμάρειας (World Bank, 1991).
- Παρουσία ενός αναπτυξιακού μοντέλου το οποίο διατηρεί τις υπάρχουσες μορφές ζωής του πλανητικού συστήματος (Βασενχόβεν, 1996).
- Ποιοτική αναβάθμιση της καθημερινότητας των ανθρώπων, με την προϋπόθεση συντήρησης του εκάστοτε τοπικού οικοσυστήματος (Γεωργόπουλος, 1996).
- Επίτευξη περιβαλλοντικής συνείδησης με απώτερο στόχο μια αναπτυξιακή στρατηγική εφαρμόσιμη οικονομοτεχνικά και ανταποκρινόμενη στις ανάγκες της εκάστοτε γενιάς (UNEP, 2011).
- Βασικό πλαίσιο Βιωσιμότητας.
- Η επίτευξη της αειφορίας περιλαμβάνει συνταρακτικές αλλαγές στην αντίληψη, τον τρόπο αντιμετώπισης της καθημερινής ζωής, τα νομοθετικά διατάγματα και τον τρόπο που προσεγγίζει τα θέματα η επιστήμη. Οι αντιλήψεις που έχουν παγιωθεί τα τελευταία χρόνια οφείλουν να μεταβληθούν τόσο ατομικά όσο και συλλογικά (Πατσιάς, 2012).

Οδηγούμαστε έτσι στη σύνταξη κατευθυντήριων γραμμών, οι οποίες βασίζονται στις παρακάτω αρχές:

- Δημόσιος χαρακτήρας της οικολογικής συνείδησης: Οι κεντρικές κυβερνήσεις πρέπει να διαδραματίζουν σημαίνοντα ρόλο στην επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης.
- Βιωσιμότητα: Ο φυσικός πλούτος πρέπει να διατηρηθεί και να εξαλειφθούν οι πιθανότητες υποβάθμισής του.
- Φέρουσα ικανότητα: Συντήρηση του εκάστοτε οικοσυστήματος.
- Υποχρέωση επιδιόρθωσης του φυσικού περιβάλλοντος που έχει υποστεί καταστροφές.
- Διατήρηση της βιοποικιλότητας.
- Είμαστε όλοι κληρονόμοι του φυσικού πλούτου και ουδείς έχει το δικαίωμα να τον κάνει κτήμα του.
- Τα ευπαθείς οικοσυστήματα (π.χ. βουνά, βραχονησίδες, ακτογραμμές) αποκτούν σημαίνουσα αξία και η ανάπτυξή τους πρέπει να γίνεται με μέτρο.
- Οι ικανότητες του εκάστοτε οικοσυστήματος πρέπει να διατηρηθούν.
- Οι κάτοικοι των πόλεων έχουν δικαίωμα σε μια ποιοτική ζωή
- Το φυσικό κάλλος πρέπει να διατηρηθεί, επιτυγχάνοντας παράλληλα αποφυγή επεμβάσεων.
- Οικολογική συνείδηση σε οποιοδήποτε κράτος το οποίο θέλει να χαρακτηρίζεται πολιτισμένο.

1.2 Η Βιώσιμη ανάπτυξη ως το 2030



Εικόνα 1: 17 Παγκόσμιοι στόχοι της Βιώσιμης ανάπτυξης

Η Παγκόσμια προσπάθεια επίτευξης ενός μοντέλου βιωσιμότητας συζητήθηκε το 2015 και είχε ως στόχο την επίτευξη δικαιοσύνης και αποτροπή οποιασδήποτε μορφής πολέμου. Είναι γνωστή ως Ατζέντα 2030 και παρουσιάζει τους τρόπους και τις κατευθύνσεις που πρέπει να ακολουθηθούν για την επιτυχία των παραπάνω.

Στόχος 1 (Προσπάθεια εξάλειψης της φτώχειας): Ένα πολύ μεγάλο κομμάτι του πληθυσμού παγκοσμίως μαστιίζεται από ακραία μορφή φτώχειας. Αυτό αφορά τουλάχιστον το 20% του παγκόσμιου πληθυσμού και περιλαμβάνει τροφική αδυναμία, απουσία συμμετοχής στην εκπαιδευτική διαδικασία ή ακόμα και αδυναμία συνεισφοράς κατά την λήψη οποιασδήποτε μορφής απόφασης.

Στόχος 2 (Προσπάθειες για την εξάλειψη της πείνας με ταυτόχρονη ανάπτυξη της αγροτικής παραγωγής): Τη σημερινή εποχή, περίπου 1 δισεκατομμύριο συνανθρώπων μας ζούνε υπό καθεστώς πείνας. Λαμβάνοντας υπόψη πως ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς, είμαστε υποχρεωμένοι να δημιουργήσουμε ένα διαφορετικό μοντέλο αγροτικής παραγωγής έτσι ώστε η τροφή να επαρκεί για όλους.

Στόχος 3 (Προσφορά υγειονομικής περίθαλψης σε όλους): Τα τελευταία χρόνια

έχουν επιτευχθεί καλύτερες συνθήκες διαβίωσης, με αποτέλεσμα να αυξηθεί ο μέσος όρος ζωής. Σε αυτό συνετέλεσε το γεγονός ότι υπήρξε καταστολή ασθενειών όπως η ελονοσία, η φυματίωση και το AIDS. Επίσης, σημαντικό ρόλο διαδραμάτισε η παροχή καθαρού νερού και αποχετευτικού συστήματος σε μεγάλη μερίδα του πληθυσμού

Στόχος 4 (Δυνατότητα συμμετοχής στην εκπαιδευτική διαδικασία χωρίς περιορισμούς): Η μόρφωση αποτελεί έναν από τους βασικούς τομείς, στον οποίο πρέπει να έχουν πρόσβαση όλοι οι άνθρωποι. Το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου ένα μεγάλο ποσοστό δεν συμμετέχει στην διαδικασία.

Στόχος 5 (Επίτευξη ισότητας για τα δύο φύλα με προσπάθεια ενίσχυσης της γυναικείας θέσης): Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν πραγματοποιηθεί αλματώδη βήματα σχετικά με τη θέση της γυναίκας στην κοινωνία και κυρίως την ισότητα των δύο φύλων. Η επίτευξη ισότητας αποτελεί βασικό συστατικό για μια κοινωνία η οποία θέλει να θεωρείται σύγχρονη και προοδευμένη.

Στόχος 6 (Παροχή υπηρεσιών αρδευτικού και αποχετευτικού συστήματος): Τα επόμενα χρόνια, ένα σημαντικό ποσοστό (περίπου 1/4) του πληθυσμού της γης αναμένεται να αντιμετωπίσει δυσκολία στην εύρεση πόσιμου νερού καλής ποιότητας. Παρόλο που το νερό του πλανήτη επαρκεί για όλο τον πληθυσμό, δεν υπάρχουν οι απαιτούμενες υποδομές διαχείρισης.

Στόχος 7 (Εξασφάλιση ενεργειακής κάλυψης του πληθυσμού με ταυτόχρονη ορθή τιμολογιακή πολιτική): Η ενέργεια αποτελεί βασικό αγαθό τη σημερινή εποχή καθώς όλες οι πτυχές της καθημερινότητας είναι ενεργοβόρες. Αν αναλογιστούμε πως τις τελευταίες δεκαετίες ένας σημαντικός αριθμός προστριβών των κρατών σε παγκόσμιο επίπεδο οφειλόταν στις ενεργειακές διαφορές, αντιλαμβανόμαστε ότι πρέπει να βρεθεί μια φόρμουλα η οποία θα παρέχει ενέργεια σε οικονομική τιμή και προσβάσιμη για όλους.

Στόχος 8 (Παροχή αξιοπρεπών συνθηκών εργασίας και εξάλειψη της ανεργίας):

Ένας σημαντικός παράγοντας της οικονομικής ανάπτυξης είναι η εύρεση εργασίας για όλους, με την προϋπόθεση της ταυτόχρονης προσφοράς αξιοπρεπών συνθηκών εργασίας.

Στόχος 9 (Βιομηχανική πρόοδος βασιζόμενη σε καινοτόμες πρακτικές) : Η επίτευξη σοβαρής βιομηχανικής προόδου, αναμένεται να προσφέρει σημαντική βελτίωση σχετικά με τις συνθήκες διαβίωσης. Βέβαια αυτό προϋποθέτει σημαντικές επενδυτικές προσπάθειες σε τομείς που αφορούν τις Τηλεπικοινωνίες, τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και τον ενεργειακό κλάδο

Στόχος 10 (Εξάλειψη οποιαδήποτε μορφής ανισότητας): Εδώ παρατηρείται ένα σημαντικό παράδοξο. Στο εσωτερικό των χωρών υπάρχει σοβαρή αύξηση των ανισοτήτων, ενώ σε διακρατικό επίπεδο μείωση. Το εγχείρημα πρέπει να λάβει χώρα σε διεθνές επίπεδο όπου η συμμετοχή στην ιατροφαρμακευτική περίθαλψη και την μόρφωση διαφέρει από χώρα σε χώρα.

Στόχος 11 (Επίτευξη σύγχρονων και βιώσιμων πόλεων): Τα πολεοδομικά συγκροτήματα έρχονται αντιμέτωπα με πολλά ζητήματα (π.χ. κυκλοφοριακό πρόβλημα, εύρεση χρηματοδοτικών εργαλείων υλοποίησης βασικών υποδομών). Οι σύγχρονες πόλεις, οφείλουν να διακατέχονται από φιλοξενία και προσφορά ίσων ευκαιριών στο σύνολο των ανθρώπων.

Στόχος 12 (Εύρεση ενός βιώσιμου καταναλωτικού και παραγωγικού μοντέλου):

Οφείλουμε να δημιουργήσουμε ένα παραγωγικό μοντέλο στο οποίο θα παράγονται τόσα αγαθά όσα χρειάζονται για να υπάρχει διατροφική επάρκεια, με ταυτόχρονη λελογισμένη κατανάλωση από τον εκάστοτε καταναλωτή.

Στόχος 13 (Αντιμετώπιση κλιματικής αλλαγής): Η κλιματική κρίση αφορά ένα

φλέγον ζήτημα και θα μας απασχολήσει ολοένα και περισσότερο τα επόμενα χρόνια. Οι επιπτώσεις στον καιρό και τη στάθμη της θάλασσας είναι δραματικές. Αφορά όλο τον πλανήτη και οι συνέπειες ενεργειών που μπορεί να λαμβάνουν χώρα σε μια συγκεκριμένη περιοχή, είναι ορατές σε όλες τις υπόλοιπες.

Στόχος 14 (Βιώσιμη χρησιμοποίηση του νερού): Η λελογισμένη χρήση του νερού (ωκεανοί, θάλασσες, θαλάσσιοι πόροι) αναμένεται να αποτελέσει βασικό συστατικό στην επίτευξη της αειφορίας.

Στόχος 15 (Βελτιστοποίηση διαχείρισης των δασών): Οι δασικές περιοχές είναι βασικό συστατικό των οικοσυστημάτων και κατ' επέκταση της ζωής στον πλανήτη. Αποτελούν ένα μέσο καταστολής της κλιματικής κρίσης και για αυτό το λόγο οφείλουμε να τις προστατεύουμε όσο το δυνατό περισσότερο.

Στόχος 16 (Επίτευξη κοινωνικής δικαιοσύνης): Η αειφορία απαιτεί την δυνατότητα όλων των ανθρώπων να συμμετέχουν στους θεσμούς της δικαιοσύνης, με ταυτόχρονη αποφυγή περιπτώσεων αποκλεισμού. Επιπλέον, οι θεσμοί οφείλουν να είναι ισχυροί και αποτελεσματικοί.

Στόχος 17 (Συνεργασία σε διεθνές αλλά και τοπικό επίπεδο) : Απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη των 16 στόχων που αναφέρθηκαν προηγουμένως είναι η συνεργασία όλων των εμπλεκομένων. Έτσι, οι ιδιώτες οφείλουν να επιδείξουν περισσότερο ζήλο σχετικά με τη συνεργασία τους με της αρχές, αλλά και τα κράτη να παρουσιάσουν μια αгаστή συνεργασία μεταξύ τους.

1.3 Επαυξημένη πραγματικότητα



Εικόνα 2: Επαυξημένη Πραγματικότητα

Η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) κατά την εκπαιδευτική διαδικασία προσφέρει περαιτέρω δυνατότητες στον εκπαιδευτικό έτσι ώστε να εμπλουτίσει και να βελτιώσει την μάθηση. Λαμβάνουμε υπόψη πως οι Νέες Τεχνολογίες έχουν στην ουσία προσφέρει τεράστια ώθηση στον εκπαιδευτικό τομέα τις τελευταίες δεκαετίες.

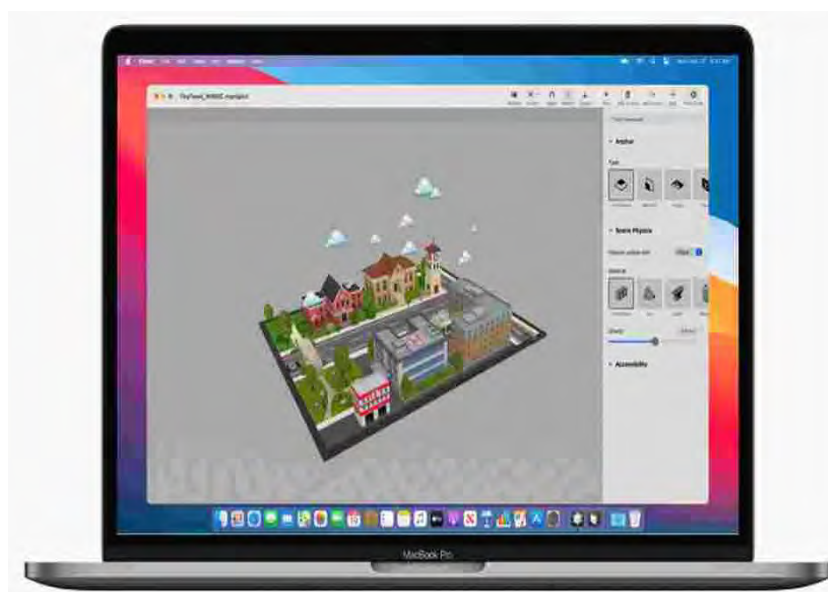
Η χρήση της ΕΠ προσφέρει στους μαθητές τη δυνατότητα να συνδυάσουν το ψηφιακό με το πραγματικό περιβάλλον το οποίο μπορεί να εμπλουτιστεί με επιπλέον δεδομένα όπως για παράδειγμα εικόνα και ήχο. Όλες οι συσκευές μπορούν να κάνουν χρήση αυτής, κάτι το οποίο προσφέρει απίστευτη ευχέρεια στα χέρια του εκπαιδευτικού. Στις συγκεκριμένες εφαρμογές βασικό στοιχείο είναι η εύρεση της θέσης (μέσω αισθητήρα, κάμερας, κ.ά.) με βάση την οποία δημιουργείται το αντίστοιχο υλικό σε πραγματικό κόσμο.

Οδηγούμαστε λοιπόν στην δημιουργία μια μεγάλης γκάμας εφαρμογών ΕΠ, οι οποίες μπορούν να έχουν εφαρμογή σε όλους τους τομείς της εκπαίδευσης, από την μαθητική μέχρι τη βιομηχανική. Η εφαρμογή της ΕΠ κατά την εκπαιδευτική

διαδικασία μπορεί να επιφέρει θεαματικά μαθησιακά αποτελέσματα όπως επίσης και την διεύρυνση διαφόρων δεξιοτήτων (Koutromanos et al., 2015). Ένα σημαντικό κομμάτι της εκπαίδευσης είναι η περιβαλλοντική, την οποία συναντάμε σε αρκετές εφαρμογές ΕΠ που βασίζονται στην τοποθεσία, ενώ σημαντικές μελέτες τέτοιου είδους εφαρμογών έχουν αποδείξει βελτίωση της περιβαλλοντικής συνείδησης (Kamarainen et al., 2013 – Squire & Jan, 2007).

1.4 Τεχνολογίες ΕΠ

Το 1999 δόθηκε στην κυκλοφορία ένα πακέτο ανάπτυξης λογισμικού ΕΠ (AR SDK) (Kato and Billinghurst, 1999), και έκτοτε παρατηρήθηκε ραγδαία πρόοδος διαφόρων τέτοιου είδους πακέτων. Η Apple κυκλοφόρησε το ARKit 6, μέσω του οποίου παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας εμπειριών ΕΠ για εκατομμύρια χρήστες iOS. Παρέχει ισχυρά πακέτα (ARKit και RealityKit) και δημιουργικά εργαλεία (Reality Composer , Reality Converter) τα οποία συμβάλουν τα μέγιστα στην υλοποίηση των ιδεών του μέσου χρήστη.



Εικόνα 3: Reality kit της Apple

Το Reality kit παρέχει πλήρη έλεγχο των εφαρμογών ΕΠ, ενώ ταυτόχρονα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη μεγάλης προσαρμοστικότητας των εμπειριών του. Μια σειρά από διεπαφές αυξάνουν την δυνατότητα ελέγχου και παραμετροποίησης από τον χρήστη, ενώ με την διεπαφή Object Capture οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν μοναδικά τρισδιάστατα (3D) αντικείμενα, σε ελάχιστο χρονικό διάστημα κάνοντας χρήση αλγορίθμων τελευταίας τεχνολογίας. Επίσης, το Reality Composer αποτελεί ένα πανίσχυρο εργαλείο δημιουργίας τρισδιάστατων εφαρμογών ΕΠ, χωρίς την ύπαρξη πρότερης γνώσης από την πλευρά του χρήστη. Στη συνέχεια ο Reality Converter μετατρέπει τα υπάρχοντα τρισδιάστατα μοντέλα σε μορφή κατάλληλη ώστε να μπορούν να λειτουργούν σε συσκευές Iphone και Ipad, με δυνατότητες ΕΠ.



Εικόνα 4: Το ARcore της Google

Από την πλευρά της η Google δημιούργησε ένα αντίστοιχο πακέτο, επωνομαζόμενο ARCore. Σύμφωνα με τη Google αποτελεί τη μεγαλύτερη πλατφόρμα επαυξημένης πραγματικότητας για όλες τις συσκευές. Συνδυάζει τον φυσικό και τον ψηφιακό κόσμο με ταυτόχρονη χρήση των χαρτών της εταιρίας (Google maps). Προσφέρει APIs πολλαπλών πλατφορμών για τη δημιουργία νέων καθηλωτικών εμπειριών σε Android, iOS, Unity και Web. Παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι παίζουν,

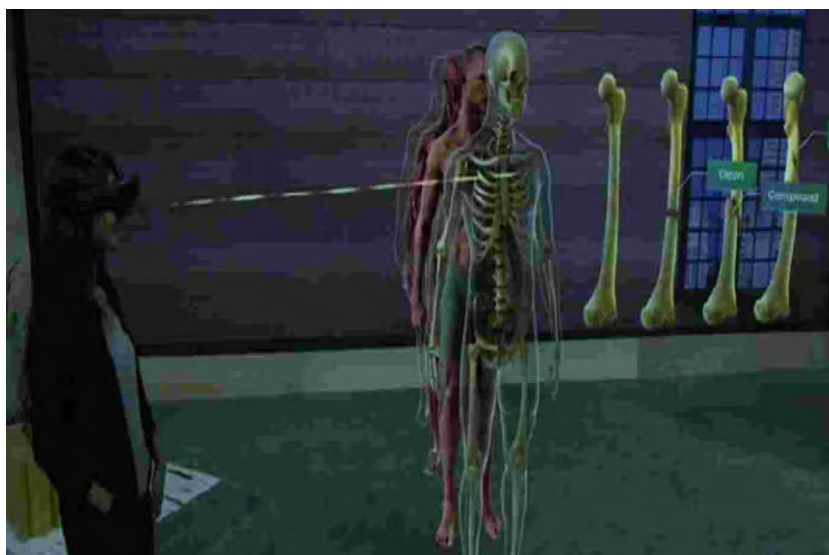
ψωνίζουν, μαθαίνουν, δημιουργούν και βιώνουν τον κόσμο μαζί, μέσω της κατανόησης του πλαισίου για ανθρώπους, μέρη και πράγματα.

Εδώ και μερικά χρόνια, αρκετές εταιρίες έχουν πραγματοποιήσει σημαντικές επενδύσεις σχετικά με την εφαρμογή της ΕΠ στην εκπαίδευση. Για παράδειγμα, η Google παρουσίασε το 2017 την εφαρμογή Expeditions, η οποία αποτελεί μια χαμηλού κόστους επιλογή, κατά τη χρήση της οποίας το μόνο που χρειάζεται ο μαθητής είναι ένα κινητό τηλέφωνο που υποστηρίζει είτε ARcore είτε ARkit και την εγκατεστημένη εφαρμογή. Απαραίτητη προϋπόθεση για να υλοποιηθούν σε μια έξυπνη συσκευή είναι η ύπαρξη τουλάχιστον της έκδοσης 6 σε Android ή της 11 σε iOS. Το ίδιο ισχύει και κατά την εφαρμογή σε ταμπλέτα ή σε προσωπικό υπολογιστή ο οποίος περιλαμβάνει τεχνολογίες WebAR.

Αν αναλογιστούμε πως αυτή τη στιγμή, το android βρίσκεται στην έκδοση 14 και το iOS στην 17, αντιλαμβανόμαστε πως η πλειονότητα των συσκευών υποστηρίζει την χρήση σχετικών εφαρμογών, οπότε η διάδοση της χρήσης εφαρμογών ΕΠ στην εκπαίδευση είναι αναμενόμενη. Μια μελέτη του 2018 στην Αμερική, αποκάλυψε πως η υιοθέτηση των νέων αυτών τεχνολογιών συχνά παρεμποδίζεται από την έλλειψη πόρων του εκπαιδευτικού συστήματος ή από έλλειψη κατάρτισης των εκπαιδευτικών (Tinti-Kane and Vahey 2018).

Ωστόσο, η επιλογή να φέρνουν οι μαθητές την δική τους συσκευή και να κάνουν χρήση, θα μπορούσε να εξαλείψει το πρόβλημα σε πολύ μεγάλο βαθμό. Η συγκεκριμένη πολιτική αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως «Φέρτε τη δική σας συσκευή» (BYOD). Εκτός από τα έξυπνα κινητά, δημιουργήθηκαν και άλλες συσκευές που περιλαμβάνουν οθόνες ΕΠ που τοποθετούνται στο κεφάλι, όπως το Microsoft HoloLens και το Magic Leap. Όσον αφορά την εκπαίδευση, αυτές οι οθόνες που τοποθετούνται

στο κεφάλι απευθύνονται σε επαγγελματίες και φοιτητές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης σε διάφορους τομείς, όπως οι εκπαιδευόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, στην εκπαίδευση με βάση την προσομοίωση σε υπερήχους και ανατομία (HealthcareIT Today 2017), φοιτητές ιατρικής (εικόνα 5) με ένα διαδραστικό ψηφιακό πρόγραμμα σπουδών ανατομίας, ή λάτρεις της αστρονομίας με την εκπαιδευτική εφαρμογή MilkyWay (Microsoft 2018). Οι τιμές των εν λόγω εφαρμογών είναι τουλάχιστον το δεκαπλάσιο μια φθηνής έξυπνης συσκευής, κάτι το οποίο είναι προς στιγμή ασύμφορο αλλά αναμένεται να γίνει πολύ πιο προσιτό στο μέλλον.



Εικόνα 5: Μάθημα ανατομίας μέσω ΕΠ

1.5 Εκπαιδευτική διαδικασία μέσω της ΕΠ

Η ηλεκτρονική μάθηση και η μάθηση μέσω κινητών τηλεφώνων αποτελούν παρεμφερή πεδία σε σχέση με την μαθησιακή διαδικασία ΕΠ. Εξετάζοντας τις δυο πρώτες, μας παρουσιάζεται μια πρώτης τάξεως ευκαιρία να κατανοήσουμε περισσότερο την τελευταία, όπως επίσης και να πραγματοποιήσουμε τις απαιτούμενες προσθήκες, ως προς την κατεύθυνση της βελτίωσής της. Μια θεμελιώδης έννοια, την οποία καλούμαστε να αφομοιώσουμε αφορά τον όρο μαθησιακό αντικείμενο (Learning

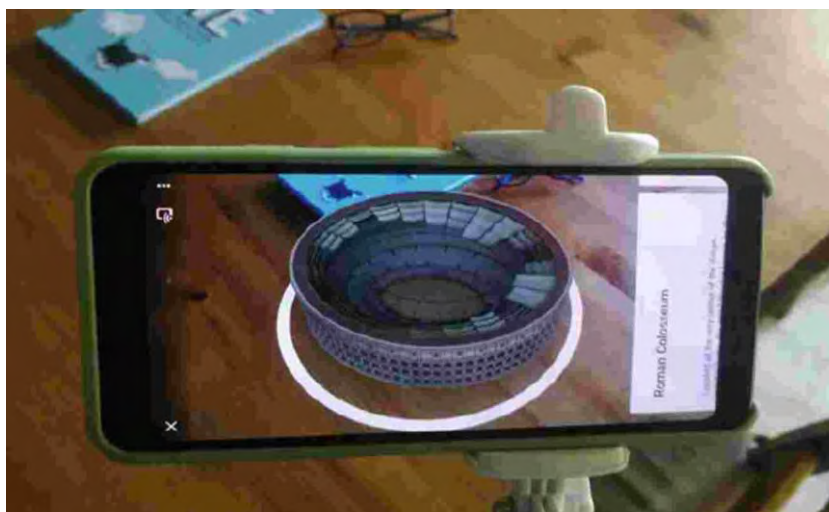
Object) (Friesen, 2005). Αναφερόμαστε δηλαδή σε οποιοδήποτε ψηφιακό πόρο που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί (μια ή πολλές φορές) κατά την εκπαιδευτική διαδικασία και περιλαμβάνει πέντε βασικές ομάδες χαρακτηριστικών (Willey, 2000):

- Θεμελιώδης: Περιέχει μόνο περιεχόμενο.
- Συνδυασμένη-κλειστή: Αποτελείται από ένα μικρό αριθμό συνδυασμένων αλλά όχι μεμονωμένα προσβάσιμων ψηφιακών πόρων.
- Παραγωγική-Ανοικτή: Αποτελείται από ένα μεγαλύτερο αριθμό συνδυασμένων αλλά και άμεσα προσβάσιμων ψηφιακών πόρων.
- Παραγωγική-Παρουσίαση: Αποτελείται από θεμελιώδεις και συνδυασμένους ψηφιακούς πόρους, συνδεδεμένους με λογική και δομή.
- Παραγωγική-Διδακτική: ψηφιακοί πόροι γενικής-παρουσίασης σε συνδυασμό με αξιολόγηση αλληλεπιδράσεων, που δημιουργούνται για να υποστηρίξουν την ενσάρκωση αφηρημένων διδακτικών στρατηγικών (περιεχόμενο, πλαίσιο, μαθησιακές δραστηριότητες και αξιολόγηση).

Το περιεχόμενο ΕΠ αποτελεί ένα ψηφιακό πόρο που είναι δυνατόν να αποτελέσει ένα μέρος μαθησιακού αντικειμένου, το οποίο ονομάζεται ARLO (Santos et al., 2013b). Εκτός από την παραπάνω ταξινόμια, μπορούμε να πάρουμε υπόψη τον τρόπο με τον οποίο τα ARLOs εμπλέκουν τους χρήστες, ο οποίος εκτείνεται από την παθητική κατανάλωση του περιεχομένου ΕΠ έως την ενεργή δημιουργία περιεχομένου που αντιπροσωπεύεται με την συνεχή εμπλοκή του χρήστη (Kljun et al. 2019).

Στην εικόνα 6, αποτυπώνεται μια εκπαιδευτική εφαρμογή εξερεύνησης του Κολοσσαίου από μαθητές με ταυτόχρονη χρήση ΕΠ, η οποία αποτελεί ένα αυτόνομο

μοντέλο ως προς τον χειρισμό. Στην εφαρμογή Expeditions της Google παρουσιάζονται τρισδιάστατα μοντέλα κινούμενων σχεδίων τα οποία ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να ενσωματώσει στην εκπαιδευτική διαδικασία, χωρίς ωστόσο να προσφέρει επιπλέον δυνατότητες όπως η καθοδήγηση ή η προσφορά διδακτικών προσεγγίσεων. Υπάρχουν όμως και πιο σύνθετα παραδείγματα όπως τα βιβλία ΕΠ, τα οποία παρουσιάζουν τρισδιάστατα μοντέλα ΕΠ τα οποία είναι διασυνδεδεμένα με το περιεχόμενο ενός βιβλίου και είναι διαθέσιμα σε δισδιάστατη μορφή, χωρίς να μπορούν να χαρακτηριστούν αμιγώς θεμελιώδη αντικείμενα μάθησης ΕΠ (Billinghurst, 2002).



Εικόνα 6: Εκπαιδευτική εφαρμογή ΕΠ επίσκεψης στο Κολοσσαίο

Ένα ολοκληρωμένο παράδειγμα θα μπορούσε να συνδυάζει την συλλογή στοιχείων κατά την εξερεύνηση μιας πόλης με την ταυτόχρονη ενσωμάτωση διαφόρων δεδομένων (π.χ. προκλήσεις, πόντοι, γραφήματα επιδόσεων ή προόδου, άβαταρ, παιχνίδι ρόλων κ.ά.) (Lochrie et al., 2013). Έτσι, γίνεται η μεταπήδηση στην γενεσιουργό πλευρά του φάσματος των αντικειμένων μάθησης με χρήση ΕΠ. Υπάρχουν διάφορες ταξινομήσεις των εν λόγω αντικειμένων, όπως για παράδειγμα οι εφαρμογές ΕΠ βασισμένες σε ρόλους (Viinikkala et al., 2014), στην τοποθεσία (Lochrie et al., 2013), σε εργασίες (Laine and Suk 2016), αυξάνοντας την εμπλοκή και την αυθεντικότητα. Οι κατηγορίες

αυτές δεν είναι αποκλειστικές και συχνά επικαλύπτονται.

Το επίπεδο της πολυπλοκότητας του σχεδιασμού και της υλοποίησης των εφαρμογών ΕΠ, αυξάνεται όταν μεταβαίνουμε από τη θεμελιώδη στην παραγωγική-διδασκτική, λαμβάνοντας υπόψη την πολυπλοκότητα της δομής, την αξιολόγηση των στοιχείων, το μέγεθος του περιβαλλοντικού προβλήματος (π.χ. πλήθος εργασιών), το πλήθος των αντικειμένων, τα στοιχεία του παιχνιδιού (π.χ. ρόλοι, εργασίες, σήματα κ.ά.), τη συνεργασία των μαθητών, την τοποθεσία των στοιχείων και την ενεργό εμπλοκή στη δημιουργία νέου περιεχομένου.

Κατά την ενσωμάτωση στην εκπαιδευτική διαδικασία των δυο παραπάνω ομάδων χαρακτηριστικών υπάρχουν σαφή πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Μια από τις βασικές διαφορές είναι η μεγάλη ελευθερία που παρέχεται στους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν τη διδασκαλία γύρω από ένα μαθησιακό αντικείμενο ΕΠ, λαμβάνοντας υπόψη ότι το θεμελιώδες είναι δυνατό να αναμειχθεί με το υπάρχον διδακτικό υλικό. Έτσι, ενώ το επίπεδο πολυπλοκότητας αυξάνεται, το επίπεδο ελευθερίας μειώνεται πηγαίνοντας προς τα παραγωγικό αντικείμενο. Το πλεονέκτημα των παραγωγικών μαθησιακών αντικειμένων ΕΠ είναι ότι οι εκπαιδευτικοί μπορούν να τα πάρουν και να τα χρησιμοποιήσουν μόνα τους για να καλύψουν έναν συγκεκριμένο μαθησιακό στόχο. Τα αντικείμενα αυτά δίνουν στους μαθητές περισσότερο χρόνο για να ολοκληρώσουν και καλύπτουν περισσότερο περιεχόμενο, αλλά δίνουν επίσης λιγότερη ελευθερία στους εκπαιδευτικούς να εφαρμόσουν τις δικές τους αλλαγές στη δραστηριότητα ή στο μάθημα. Η πολυπλοκότητα των αντικειμένων απαιτεί δεξιότητες ανάπτυξης λογισμικού (Bacca et al. 2014) προκειμένου να εφαρμοστούν οι αλλαγές (αν βέβαια είναι «ανοικτού κώδικα»).

Αρκετά παιχνίδια που βασίζονται σε δραστηριότητες εξωτερικού χώρου, είναι

ανεφάρμοστα στο μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη, καθώς βασίζονται σε συγκεκριμένη τοποθεσία, στην οποία έχει πρόσβαση μια συγκεκριμένη μειοψηφία μαθητών.

Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Θεμελιωδών και Παραγωγικών ομάδων

	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Θεμελιώδη	• Ελευθερία ενσωμάτωσης σε υπάρχοντα μαθήματα και ανάμειξης με το υπάρχον υλικό • Εύκολο στο σχεδιασμό και τη δημιουργία	• Δύσκολη η σύνδεση του αντικειμένου με το ευρύτερο πλαίσιο του χρήστη
Παραγωγικό-Δημιουργικό	• Έτοιμο να χρησιμοποιηθεί μόνο του με όλη τη δραστηριότητα • Καλύπτει περισσότερο περιεχόμενο	• Λιγότερη ελευθερία να το συνδυάσεις με υπάρχον υλικό • Αντικείμενα ΕΠ που βασίζονται στην τοποθεσία δεν είναι φορητά • Δύσκολο στο σχεδιασμό και την εφαρμογή • Δύσκολο να υλοποιηθούν αλλαγές

Ένα άλλο δεδομένο το οποίο δυσχεραίνει τη διαδικασία, είναι η ελλιπής σύνδεση του ατόμου και του περιβάλλοντος. Συχνά παρατηρείται η προβολή ενός ατόμου εντός ενός περιβάλλοντος, στο οποίο κανένα αντικείμενο δεν σχετίζεται με το άτομο. Εάν οι χρήστες είχαν τη δυνατότητα να προσθέσουν αντικείμενα στον χώρο, τότε θα μπορούσε

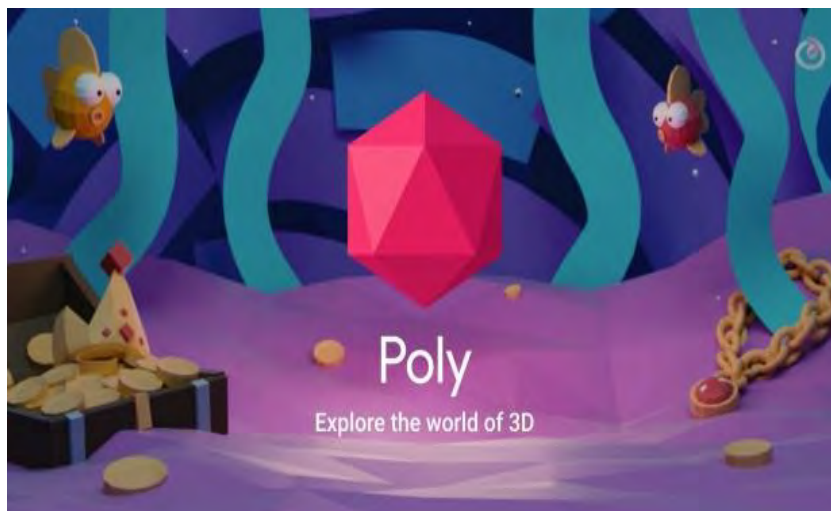
να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο, το οποίο θα προσομοιάζε άριστα την διαδικασία, συγκρινόμενη με φυσική παρουσία στα αντίστοιχα περιβάλλοντα.

1.6 Συγγραφή περιεχομένου ΕΠ

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, μπορούμε να οδηγηθούμε στην πεποίθηση πως η δημιουργία εφαρμογών ΕΠ απλού περιεχομένου αποτελεί μια σχετικά εύκολη υπόθεση. Ωστόσο, αν προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε πιο σύνθετα συστήματα, τότε η διαδικασία γίνεται σαφέστατα πιο δύσκολη. Για να μπορέσουμε να αντιληφθούμε το πως θα είναι τα πράγματα στο μέλλον, θα μελετήσουμε την τωρινή κατάσταση συγγραφής περιεχομένου εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality), καθώς η ΕΠ αναμένεται να ακολουθήσει παρεμφερή πορεία.

Η Google, με το λανσάρισμα του Expeditions (2015), κάλεσε τους εκπαιδευτικούς να συνεισφέρουν το δικό τους εκπαιδευτικό υλικό εικονικής πραγματικότητας (VR). Έτσι, δημιουργήθηκαν αρκετά διαθέσιμα εργαλεία όπως οι φωτογραφικές σφαίρες, τα πανοράματα 360° με έξυπνα τηλέφωνα, αλλά και η πλατφόρμα Google Poly μέσω της οποίας δημιουργούνται και μοιράζονται πανοράματα πολύ εύκολα. Έτσι, οι χρήστες δημιουργούν εικονικά ταξίδια συνδέοντας μεταξύ τους πολλές φωτογραφίες, μέσω των οποίων παρουσιάζονται στους μαθητές πληροφορίες και ταυτόχρονα μπορούν να ανοίξουν επιπλέον φωτογραφίες ή να παρακολουθήσουν ένα σχετικό βίντεο.

Η Google το 2017 άρχισε να προσθέτει περιεχόμενο ΕΠ στην πλατφόρμα της σε μια προσπάθεια να δώσει ώθηση στην εκπαιδευτική κοινότητα, έτσι ώστε να δημιουργήσει αντίστοιχο υλικό με την VR. Ωστόσο, η επέκταση των εφαρμογών της poly προϋποθέτει γνώσεις και δεξιότητες ανάπτυξης λογισμικού, γεγονός το οποίο δυσκόλεψε πολύ την υλοποίηση της ιδέας, με αποτέλεσμα η μητρική εταιρία να λάβει την απόφαση διακοπής της λειτουργίας στις 30 Ιουνίου του 2021.



Εικόνα 7: Πλατφόρμα Poly

Ο Munoz (2017), παρατήρησε στην πλειοψηφία των εκπαιδευτικών εφαρμογών που μελέτησε (περίπου 20) πως έχουν σχεδιαστεί αποκλειστικά για προγραμματιστές υψηλού επιπέδου. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν έχουν γίνει προσπάθειες να επισημοποιηθεί η συγγραφή των ARLOs (Santos et al., 2013b) και ενέργειες για τη δημιουργία εργαλείων συγγραφής για την μάθηση εμπειριών ΕΠ οι οποίες να είναι πιο εύκολες στη χρήση για την πλειονότητα των ανθρώπων (Camba and Contero, 2015).

Οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως είναι απαραίτητη η δημιουργία πιο εύχρηστων προϊόντων για μια ευρύτερη κοινότητα. Η τελευταία οφείλει να κάνει πιο συγκεκριμένα τα μαθησιακά αντικείμενα ΕΠ, σε μια προσπάθεια να αυξηθεί η δυνατότητα ανακάλυψης και επαναχρησιμοποίησής τους. Δεδομένου ότι τα ARLOs αποτελούν μαθησιακά αντικείμενα ΕΠ, η κοινότητα μπορεί να βασίσει τη συγγραφή τους σε υπάρχοντα πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί από την κοινότητα της ηλεκτρονικής μάθησης (Del Blanco et al., 2013). Για παράδειγμα, το πρότυπο xAPI (ή Experience API), ο διάδοχος του SCORM, καλύπτει νέες μαθησιακές εμπειρίες, συμπεριλαμβανομένης της κινητής μάθησης, παιχνίδια σοβαρού σκοπού και προσομοιώσεις που συνδυάζουν ψηφιακά και πραγματικά αντικείμενα, και

χρησιμοποιείται ήδη για τη συγγραφή ARLOs (Rodrigues et al. 2017).

Αξίζει να σημειωθεί ότι με πιο φιλικό προς τον χρήστη λογισμικό συγγραφής ARLOs, η πολυπλοκότητα υλοποίησης περιεχομένου είναι δυνατό να ελαχιστοποιηθεί ή ακόμα και να εξαληφθεί. Με φιλικά προς τον χρήστη εργαλεία συγγραφής που υποστηρίζουν xAPI, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι σε θέση να προσαρμόζουν τα υπάρχοντα ARLOs σε μια ποικιλία θεμάτων και πλαισίων και να τα προσαρμόσουν στις ανάγκες τους.

1.7 Το κοινό στο οποίο απευθύνεται η ΕΠ

Ένα από τα βασικότερα δεδομένα το οποίο καλούμαστε να γνωρίζουμε, είναι σε ποια βαθμίδα εκπαίδευσης εστιάζουν οι εφαρμογές ΕΠ, ή αλλιώς για ποια βαθμίδα είναι δημιουργημένη η καθεμία. Συνήθως εστιάζουν στην τυπική εκπαίδευση και συγκεκριμένα την προσχολική, πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια. Η Weerasinghe και οι συνάδελφοί της αποκάλυψαν ότι στην πλειοψηφία των 30 μελετών που ερευνήθηκαν, 56,6% διεξήχθησαν σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, ακολουθούμενες από μαθητές λυκείου (20%) και προπτυχιακούς φοιτητές (6,7%), ενώ ένα μόνο παιχνίδι απευθυνόταν στην ειδική εκπαίδευση (Weerasinghe et al. 2019). Η ανασκόπηση που πραγματοποίησε ο Muñoz (2017) αποκάλυψε επίσης ότι η πλειοψηφία των εφαρμογών υποστηρίζουν την πρωτοβάθμια εκπαίδευση (26%), ακολουθούμενη από την κατώτερη δευτεροβάθμια (13%) και την ανώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (10%). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το 20% των εφαρμογών μελετήθηκαν με μεταπτυχιακούς φοιτητές, το 5% με προπτυχιακούς φοιτητές και το 5% με διδακτορικούς φοιτητές.

Τα παραπάνω αποτελέσματα, είναι παρόμοια με τις ηλικιακές ομάδες στις οποίες

στοχεύει η κοινότητα TES, η οποία αποτελεί το μεγαλύτερο ηλεκτρονικό αποθετήριο μαθημάτων για την πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Στην εφαρμογή Expeditions, το 3% των σχεδίων αφορούν την προσχολική εκπαίδευση, το 10% απευθύνεται στις πρώτες τάξεις της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, ενώ το 24% στις τελευταίες. Το 29% αφορά μαθητές κατώτερης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Γυμνάσιο) και το 22% μαθητές ανώτερης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Λύκειο). Τα υπόλοιπα 11% έχουν σχεδιαστεί για μαθητές 16 ετών και άνω. Ο Muñoz υποστηρίζει ότι η φύση της διδακτικής και πειραματικής προσέγγιση της ΕΠ, καθιστά ευκολότερη την εισαγωγή της στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση παρά στην ανώτερη εκπαίδευση (Muñoz, 2017).

Σε μια ανασκόπηση 32 μελετών (Bacca et al., 2014), το 34% απευθυνόταν σε προπτυχιακούς φοιτητές, το 19% σε μαθητές δημοτικού και το 18% σε γυμνάσιο, ενώ καμία δεν αφορούσε προσχολική αγωγή, μεταπτυχιακές ή διδακτορικές σπουδές. Δηλαδή, τα αποτελέσματα των ερευνών ποικίλουν ανάλογα το διαθέσιμο δείγμα στοιχείων. Λαμβάνοντας υπόψη την πληθώρα εφαρμογών ARLOs, διαπιστώνουμε πως η ΕΠ είναι κατάλληλη για όλες τις ηλικιακές ομάδες της εκπαίδευσης. Ωστόσο, ορισμένες εφαρμογές δεν απευθύνονται σε καμία ηλικιακή ομάδα, ούτε το αναφέρουν.

Για παράδειγμα, η πλειονότητα των εφαρμογών ΕΠ που χρησιμοποιούνται από μουσεία και τουριστικές τοποθεσίες για την ενημέρωση των χρηστών σχετικά με την τέχνη, τη φυσική και πολιτιστική κληρονομιά δεν απευθύνονται σε καμία συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα (Pucihar & Kljun 2018). Οι εφαρμογές αυτές ανήκουν στην κατηγορία της άτυπης μάθησης.

Πέρα από τον εκπαιδευτικό τομέα, η εφαρμογή ΕΠ λαμβάνει χώρα στη βιομηχανία, στον στρατό, στο κατασκευαστικό κλάδο αλλά και σε αρκετούς άλλους τομείς. Για

παράδειγμα, στον στρατιωτικό τομέα οι εργασίες συντήρησης θα μπορούσαν να έχουν πιο καλό αποτέλεσμα, δεδομένου ότι η εκπαίδευση μέσω ΕΠ προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια και ευκολία (Henderson & Feiner 2009). Στον κατασκευαστικό τομέα, μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες επενδύουν και κάνουν χρήση ΕΠ και εικονικής πραγματικότητας εδώ και αρκετά χρόνια. Ωστόσο, η πλειονότητα της χρήσης της ΕΠ στη βιομηχανία εφαρμόζεται ως μέσο για την υποστήριξη προσωπικού στα πολύπλοκα και τεχνικά περιβάλλοντα εργασίας τους και όχι για εκπαίδευση - βλ. Fraga-Lamas et al. (2018).

1.8 Ερευνητική επισκόπηση σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (ARLE) ΕΠ

Οι μελέτες εφαρμογών ΕΠ πραγματοποίησαν την προσπάθεια ταξινόμησής τους σε διάφορα παραδείγματα εκπαιδευτικής διδασκαλίας, μάθησης, θεωριών, μοντέλων και δραστηριοτήτων. Ο Weerasinghe και οι συνεργάτες του (2019), ταξινόμησαν τριάντα (30) εκπαιδευτικά παιχνίδια ΕΠ και διαπίστωσαν ότι σχεδιάστηκαν με διαφορετικά μοντέλα μάθησης: Στο 43% η μάθηση ήταν βασισμένη στην πρόκληση, στο 20% στην τοποθεσία και στο 17% στη βιωματική μάθηση. Στα υπόλοιπα εκπαιδευτικά παιχνίδια το 7% αφορούσε τη μάθηση τύπου σκαλωσιάς, δηλαδή ο εκπαιδευτικός ακολούθησε μια διδακτική πρακτική κατά την οποία αφαιρούνται σταδιακά η καθοδήγηση και η υποστήριξη καθώς οι μαθητές μαθαίνουν να γίνονται πιο ικανοί. Ένα άλλο 7% στηρίχθηκε στην εσκεμμένη εισαγωγή προβλημάτων, το 3% στη συνεργατική μάθηση και το υπόλοιπο 3% σε συγκεκριμένο πλαίσιο μάθησης. Ο συγγραφέας τονίζει την επικράτηση της διερευνητικής προσέγγισης στη μάθηση με βάση τον τόπο. Τα αποτελέσματα αυτά συμπίπτουν με μια έρευνα 36 εφαρμογών ΕΠ (Sommerauer and Müller, 2018) που ταξινόμησε το 78% αυτών στο πλαίσιο του μαθησιακού

παραδείγματος του κονστρουκτιβισμού (εγκαθιδρυμένη μάθηση, μάθηση με βάση τα παιχνίδια και τις προσομοιώσεις, βιωματική μάθηση κ.λπ.), ακολουθούμενη από το 19% ταξινομημένο στο πλαίσιο του γνωστικισμού (γνωστική θεωρία της πολυμεσικής μάθησης). Η θεωρία της γνωστικής ασυμφωνίας υποστηρίζει ότι μια υποβόσκουσα ψυχολογική ένταση δημιουργείται όταν η συμπεριφορά ενός ατόμου δεν συνάδει με τις σκέψεις και τις πεποιθήσεις του. Αυτή η υποβόσκουσα ένταση παρακινεί στη συνέχεια το άτομο να προβεί σε μια αλλαγή στάσης που θα παράγει συνέπεια μεταξύ σκέψεων και συμπεριφορών. Οι θεωρίες μάθησης χρησιμοποιήθηκαν επίσης για να εξηγήσουν την αποτελεσματικότητα της ΕΠ, ιδίως των πολυμέσων, της βιωματικής μάθησης και της οπτικής μαθησιακής θεωρίας (Muñoz, 2017).

Τα θεμελιώδη μαθησιακά αντικείμενα ΕΠ (ARLOs) δύσκολα υποστηρίζουν τις θεωρίες μάθησης από μόνα τους. Συνήθως οι εκπαιδευτικοί έχουν όλη την ελευθερία να τα αναμειγνύουν με άλλα υλικά και έτσι να βασίσουν τη διδασκαλία τους σε μια ποικιλία παραδειγμάτων, θεωριών, μοντέλων και δραστηριοτήτων, ενώ για το περιεχόμενο ΕΠ που ήδη συμμετέχει στην εφαρμογή όπως τα εκπαιδευτικά παιχνίδια (Klopfer, 2008), τα μοντέλα είναι ήδη προκαθορισμένα.

Ο Weerasinghe και οι συνεργάτες του (2019), υποστήριξαν ότι ο λόγος για τον οποίο η βασισμένη σε προκλήσεις μάθηση χρησιμοποιείται κυρίως στα εκπαιδευτικά παιχνίδια ΕΠ, μπορεί να σχετίζεται με τα οφέλη της παιχνιδοποίησης (gamification). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα πιθανά είδη παιχνιδιών για την εγκαθιδρυμένη μάθηση μπορεί να είναι προσομοίωση ή παιχνίδι ρόλων. Αυτά τα είδη παιχνιδιών σχετίζονται με την εξάσκηση, την εμπύθιση και τη μίμηση μαθησιακών δραστηριοτήτων.

Παρά το γεγονός ότι οι εκπαιδευτικές εφαρμογές ΕΠ που ερευνήθηκαν βασίστηκαν σε διάφορες επεκτάσεις μαθησιακών παραδειγμάτων και μοντέλων, οι περισσότερες από

αυτές αναπτύχθηκαν αποκλειστικά από μηχανικούς λογισμικού (Muñoz, 2017 - Bacca et al., 2014). Μόνο στο 18% των 30 εφαρμογών που εξετάστηκαν στην έρευνα οι ομάδες περιλάμβαναν εκπαιδευτικούς, ενώ καμία από τις εφαρμογές δεν είχε συγγραφεί αποκλειστικά από εκπαιδευτικούς (Muñoz, 2017). Η κατάσταση είναι ίδια για τις εφαρμογές ΕΠ που χρησιμοποιούνται για μη τυπική εκπαίδευση. Η έρευνα 86 εφαρμογών ΕΠ για την τέχνη και την πολιτιστική κληρονομιά αποκάλυψε ότι αρκετές από αυτές είναι απλώς μια αναφορά γεγονότων, δεν επιτρέπουν την επικοινωνία και έχουν φτωχή υποστήριξη σχετικά με αισθητηριακές δραστηριότητες (Pucihar and Kljun, 2018).

Παρά το γεγονός ότι στην πλειονότητα των εφαρμογών ΕΠ που έχει μελετηθεί αναφέρθηκαν θετικά αποτελέσματα, τα τρέχοντα στοιχεία φαίνεται να είναι ελλειπτικά (Wu et al., 2013). Ο ισχυρισμός αυτός υποστηρίζεται επίσης από τους Prieto και τους συνεργάτες του (2014) που αποκάλυψαν ότι λίγες μελέτες παρέχουν στοιχεία σχετικά με τις μαθησιακές επιδράσεις του συστήματος χρήσης ή πραγματοποιούν αξιολογήσεις σε συνθήκες αυθεντικού περιβάλλοντος. Η σημασία της συμπερίληψης των εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό και την εφαρμογή τεχνολογιών ΕΠ στη μάθηση έχει τονιστεί πολλές φορές. Για παράδειγμα, ο Prieto και οι συνεργάτες του υποστήριξαν ότι η συμπερίληψη μπορεί να επιτρέψει τη διεξαγωγή διαχρονικών μελετών να πραγματοποιηθούν (Prieto et al., 2014).

Η υιοθέτηση των ARLOs στην εκπαιδευτική πρακτική απαιτεί μια διεπιστημονική προσέγγιση που εξετάζει τη θεωρία μάθησης, την παιδαγωγική και τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό (Santos et al., 2013b). Η οικειοποίηση των ARLOs από τους εκπαιδευτικούς είναι επίσης σημαντική, δεδομένου ότι η συγγραφή τους χρειάζεται χρόνο και προσπάθεια, και ομοίως με άλλα ψηφιακά και μη μαθησιακά αντικείμενα, υπάρχει μόνο

ένα μεταγενέστερο πλεονέκτημα: Να γίνει ένα μόνιμο και επαναχρησιμοποιήσιμο μαθησιακό μέσο (Yuen et al. 2011). Απαιτείται επίσης μια διεπιστημονική προσέγγιση αν θέλουμε να παραγάγουμε βαθύτερη γνώση σχετικά με τις επιπτώσεις της ΕΠ στη διδασκαλία. Η ερευνητική κοινότητα, συμπεριλαμβανομένων των ερευνητών της ΕΠ καθώς και εκείνων στον τομέα της εκπαιδευτικής έρευνας, θα πρέπει να συνεργαστεί με τους εκπαιδευτικούς και να βοηθήσει στη δημιουργία και υποστήριξη περιβαλλόντων ARLOs που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαχρονικές μελέτες. Για παράδειγμα, βοηθώντας απλώς τους εκπαιδευτικούς να συμπεριλάβουν θεμελιώδη ARLOs (π.χ. με τη χρήση της εφαρμογής Expeditions) στα μαθήματά τους, θα επέτρεπε στην κοινότητα να μελετήσει τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της ΕΠ στη διδασκαλία και τη μάθηση.

2. Η ΕΠ στην περιβαλλοντική εκπαίδευση



Εικόνα 8: ΕΠ στην εκπαίδευση

Υπάρχουν αρκετές μελέτες οι οποίες αποδεικνύουν το θετικό αντίκτυπο που παρέχει η ΕΠ κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, ωστόσο οφείλουμε να παραδεχτούμε πως σε σχέση με άλλες ψηφιακές τεχνολογίες όπως τα πολυμέσα και οι υπηρεσίες ιστού, βρίσκεται σε αρχικό στάδιο. Είναι δεδομένο ότι οι εκπαιδευτικές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας γίνονται όλο και πιο πολύ διαθέσιμες δεδομένου ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν από συσκευές χαμηλού κόστους όπως τα έξυπνα κινητά. Γνωρίζουμε ότι σε μια πληθώρα τέτοιων εφαρμογών, ο αριθμός λήψεων και εγκατάστασης σε συσκευές ξεπερνά τα εκατομμύρια και αποτελεί έναν από τους βασικούς λόγους έτσι ώστε να μελετήσουμε την συνεισφορά κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Η ΕΠ παρέχει στους εκπαιδευόμενους τη δυνατότητα να υιοθετήσουν σημαντικές πρακτικές, κάτι το οποίο δεν μπορεί να υλοποιηθεί σε άλλα περιβάλλοντα μάθησης με τη χρήση άλλων τεχνολογιών (Squire and Jan 2007). Έτσι, κατά καιρούς έχουν παρουσιαστεί σαφή πλεονεκτήματα όπως: βελτίωση γνωστικού επιπέδου και κινητοποίησης (Cheng, 2017), θετική συνεισφορά στον τομέα των χωρικών ικανοτήτων (Martín-Gutiérrez et al., 2010), προαγωγή συνεργατικής μάθησης (Alhumaidan et al.

2018, Gomez 2003), ευκολία στην οπτικοποίηση σύνθετων χωρικών σχέσεων και αφηρημένων εννοιών (Arvanitis et al., 2009), βιωματική μάθηση σχετικά με φαινόμενα που οι μαθητές είναι δύσκολο να έρθουν σε επαφή (Klopfer και Squire 2008) και προφανώς βελτίωση της μαθησιακής αποτελεσματικότητας (Weng et al. ,2019).



Εικόνα 9: Γυαλιά ΕΠ

Παρόλα αυτά, δεν μπορούμε ακόμα να υπολογίσουμε τον ακριβή αριθμό των σχολικών μονάδων, των δασκάλων και των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων που κάνουν χρήση των εν λόγω εκπαιδευτικών εφαρμογών. Ούτε επίσης μπορούμε να υπολογίσουμε τον πλήρη αριθμό των ατόμων που κάνουν χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Έχουμε όμως την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε ένα τεράστιο και πρωτοφανές πλήθος άρθρων τα οποία επιχειρηματολογούν σχετικά με την αποτελεσματικότητά της. Ακόμα και εφαρμογές οι οποίες δεν επικεντρώνονται στην εκπαίδευση, θα ήταν δυνατό να χρησιμοποιηθούν για διδασκαλία (π.χ. παρουσίαση μερών που έχουν πληγεί από πόλεμο, με απώτερο σκοπό την καλλιέργεια της ενσυναίσθησης) (Bertrand et al. 2018).

2.1 Θεωρητικό πλαίσιο στην περιβαλλοντική εκπαίδευση

Κατά την τελευταία δεκαετία, χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι καινοτόμοι τρόποι διδασκαλίας προκειμένου να επωφεληθούν από τη διάχυση των τεχνολογιών, αλλά και να αξιοποιήσουν τις προσδοκίες και την προθυμία των μαθητών να μάθουν με την βοήθεια της τεχνολογίας. Η κινητή μάθηση εκμεταλλεύεται τη συνεχώς αυξανόμενη διαθεσιμότητα κινητών συσκευών για να ανοίξει νέες προοπτικές όσον αφορά τις παιδαγωγικές δραστηριότητες, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε διάφορα μαθησιακά αποτελέσματα και σε καλύτερες στάσεις απέναντι στη μάθηση (Kljun et al., 2018).

Είναι ενδιαφέρον ότι οι κινητές συσκευές παρέχουν επίσης υποστήριξη για την εφαρμογή της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR). Η κινητή συσκευή χρησιμοποιείται ως διαφανής οθόνη, μέσω της οποίας οι μαθητές μπορούν να δουν την πραγματική λέξη εμπλουτισμένη με ψηφιακές πληροφορίες, όπως εικονικά αντικείμενα ή σημειώσεις κειμένου. Αν και οι κινητές συσκευές δεν είναι οι μόνες συσκευές που υποστηρίζουν την ΕΠ, η διαθεσιμότητα και το κόστος τους τις καθιστούν άρτια επιλογή για την υλοποίηση μαθησιακών δραστηριοτήτων (Nincarean et al., 2013).

Επιπλέον, λόγω των τεχνολογικών δυνατοτήτων και της φορητότητάς τους, οι εφαρμογές για έξυπνα τηλέφωνα, είτε βασίζονται στην ΕΠ είτε όχι, είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες για την εκπαιδευτική διαδικασία, όπως για παράδειγμα σε εξωτερικούς χώρους. Ως εκ τούτου, εμπίπτουν στο πεδίο της μάθησης που βασίζεται στην τοποθεσία (place-based learning), θεωρία που συνδράμει στην κατεύθυνση να αυξηθεί η εμπλοκή των μαθητών και η διευκόλυνση της απόκτησης και της μεταφοράς γνώσεων από το σχολείο σε καταστάσεις της πραγματικής ζωής. Οι κινητές συσκευές μπορούν επίσης να υποστηρίξουν την εφαρμογή διαφορετικών παιδαγωγικών προσεγγίσεων, όπως η μάθηση που βασίζεται στη διερεύνηση (Suárez et al., 2018).

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι ένας τομέας που μπορεί να επωφεληθεί από τη χρήση τεχνολογικά ενισχυμένων δραστηριοτήτων μάθησης που βασίζονται στην τοποθεσία (place-based learning). Αποσκοπεί στην ευαισθητοποίηση των μαθητών σχετικά με το περιβάλλον και την εξέλιξη του , αλλά και να τους διδάξει μια σειρά από δεξιότητες που θα τους επιτρέψουν να κατανοήσουν καλύτερα τις περιβαλλοντικές προκλήσεις που αντιμετωπίζει η κοινωνία. Αποτελεί ένα σύνθετο θέμα, το οποίο συνήθως απαιτεί από τους μαθητές να διερευνήσουν και να κατανοήσουν πολύπλοκους βιοτόπους που μπορούν να εξελίσσονται στο χώρο και στο χρόνο, συχνά διδάσκεται μέσω οργανωμένων εκδρομών και μπορεί να διευκολυνθεί ακόμη περισσότερο με τη χρήση της τεχνολογίας, όπως οι κινητές συσκευές ή/και οι εφαρμογές ΕΠ.

2.2 Η αξία της υπαίθριας Μαθησιακής Δραστηριότητας

Η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA - United States Environmental Protection Agency. What is Environmental Education) ορίζει την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση ως "μια διαδικασία που επιτρέπει στα άτομα να διερευνήσουν περιβαλλοντικά ζητήματα, να εμπλακούν σε προβλήματα, να τα επιλύσουν και να αναλάβουν δράση για τη βελτίωση του περιβάλλοντος". Η περιβαλλοντική εκπαίδευση ενθαρρύνει την κριτική σκέψη και δίνει στα άτομα τις δεξιότητες να λάβουν ενημερωμένες και υπεύθυνες αποφάσεις. Είναι ένας διεπιστημονικός τομέας που στοχεύει στην ενθάρρυνση των ανθρώπων να ζουν με πιο βιώσιμο τρόπο, δίνοντάς τους τα εργαλεία και τις δεξιότητες να κατανοήσουν πώς οι πράξεις τους μπορούν να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά τα οικοσυστήματα που τους περιβάλλουν και να λαμβάνουν τις ανάλογες αποφάσεις. Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση έχει προωθηθεί από την UNESCO, καθώς και από το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων

Εθνών (United Nations Environment Program)(UNEP) (Leicht et al., 2018).

Με την κλιματική αλλαγή να γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη ανησυχία, είναι σημαντικό να προωθήσουμε την περιβαλλοντική εκπαίδευση ως ένα τρόπο να αναπτυχθεί το ενδιαφέρον των μαθητών για το περιβάλλον τους αλλά και ως τρόπο ενθάρρυνσης των μαθητών να διαδραματίσουν ενεργό ρόλο στην προστασία του περιβάλλοντος. Όπως αναφέρει ο Jennings (2009), "η εκπαίδευση μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην ενστάλαξη των νέων και στην ενδυνάμωση της ηθικής τους, προκειμένου να κατανοήσουν και να επιλύσουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με την ενέργεια" (Jennings, 2009). Η περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι επομένως ζωτικής σημασίας.

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση μπορεί να λάβει διάφορες μορφές, όπως ταξίδια σε εθνικά πάρκα, πράσινες λέσχες και έργα αειφορίας. Παραδείγματα δραστηριοτήτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης περιλαμβάνουν επίσης τη δημιουργία και τη διαχείριση βοτανικών κήπων, την παρατήρηση πουλιών, αλλά και τον οικοτουρισμό ή τη συμμετοχή σε δραστηριότητες ΜΚΟ.

Οι εκπαιδευτικές επισκέψεις, οι οποίες ορίζονται ως εκδρομές "που διοργανώνονται από το σχολείο και πραγματοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς, κατά τις οποίες οι μαθητές πηγαίνουν σε μέρη όπου το υλικό της διδασκαλίας μπορεί να είναι η παρατήρηση και η μελέτη άμεσα στο φυσικό περιβάλλον" (Krepel & DuVall, 1981). Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες και ο θετικός αντίκτυπός τους στη μάθηση είναι καλά τεκμηριωμένος (Jose et al. 2017). Επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να εμπλέκουν τους μαθητές σε λιγότερο παραδοσιακές και τυπικές μαθησιακές δραστηριότητες από αυτές που συνήθως οργανώνονται μέσα στην τάξη. Ως εκ τούτου, οι μαθητές ενθαρρύνονται ακόμα πιο πολύ και έχουν περισσότερα κίνητρα αλλά μπορούν επίσης να εφαρμόσουν

τις θεωρητικές έννοιες που μαθαίνουν στην τάξη σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου (Behrendt & Franklin, 2014). Η εμπειρία σε εξωτερικούς χώρους μπορεί επίσης να συμβάλει θετικά στο να επηρεάσει τις σχέσεις και τη σύνδεση των μαθητών με τη φύση και να τους κάνει πιο συναισθηματικά δεμένους (Drissner et al., 2010). Για παράδειγμα, οι Kossack και Bogner (2012) παρατήρησαν ότι αφού περάσουν ένα απόγευμα σε έναν βοτανικό κήπο, οι μαθητές αποκτούν μεγαλύτερη επίγνωση του αντίκτυπου των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στη φύση και ανέπτυξαν μια ισχυρότερη "ένταξη της φύσης στον εαυτό τους" σε σχέση με άλλους μαθητές (Kossack & Bogner, (2012).

2.3 Θεωρίες μάθησης

Σε αυτή την ενότητα, παρουσιάζουμε τις βασικές αρχές τριών θεωριών μάθησης που έχουν ανοίξει το δρόμο της άτυπης μάθησης και πιο συγκεκριμένα της μάθησης σε εξωτερικούς χώρους: εγκαθιδρυμένη μάθηση, η μάθηση με βάση τον τόπο και η βιωματική μάθηση. Επιπλέον, δεδομένης της επικράτησης των δραστηριοτήτων μάθησης που βασίζονται στη διερεύνηση, στις εφαρμογές που περιγράφουμε δίνουμε επίσης μια σύντομη επισκόπηση αυτής της παιδαγωγικής προσέγγισης.

Η εγκαθιδρυμένη μάθηση συζητήθηκε για πρώτη φορά από τον Lave και τους συνεργάτες του (1991), οι οποίοι υποστήριξαν ότι η μάθηση και οι δραστηριότητες θα πρέπει να λαμβάνουν χώρα στο ίδιο πλαίσιο. Η τοποθετημένη μάθηση θεωρεί ότι η εκπαιδευτική διδασκαλία είναι μια "κοινωνική διαδικασία" κατά τη διάρκεια της οποίας η γνώση μοιράζεται σε μια κοινότητα που περιλαμβάνει άτομα με διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας. Η επικοινωνία, η συνεργασία και η αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των μελών αποτελούν βασικές πτυχές της ανταλλαγής γνώσεων. Με άλλα λόγια, η γνώση δεν είναι

εξατομικευμένη και χωρίς πλαίσιο, αλλά κατανέμεται σε όλα τα μέλη της κοινότητας. Καθώς το φυσικό ή κοινωνικό πλαίσιο αλλάζει, οι εκπαιδευόμενοι ενθαρρύνονται να αναπτύξουν νέες μεθόδους ή προσεγγίσεις, οι οποίες τους βοηθούν να αποκτούν περισσότερη γνώση. Στις δραστηριότητες αυτές και σε αντίθεση με τα παραδοσιακά ή σχολικά περιβάλλοντα, η θεωρητική και αφηρημένη γνώση δεν είναι ο τελικός στόχος. Αντίθετα, οι εκπαιδευόμενοι ενθαρρύνονται να εργάζονται πάνω σε συγκεκριμένα και πρακτικά προβλήματα και να μαθαίνουν κάνοντας και βιώνοντας τον πραγματικό κόσμο.

Παρόλο που η μαθητεία αναφέρεται συχνά ως ενδεικτικό παράδειγμα της εγκαθιδρυμένης μάθησης, άλλοι τύποι μαθησιακών καταστάσεων απηχούν τις βασικές αρχές της τοποθετημένης μάθησης, όπως τα εργαστήρια, οι επισκέψεις επαγγελματιών, οι εκδρομές, οι δραστηριότητες σε θερμοκηπιακά πλαίσια, κήπους ή εθνικά πάρκα.

Επιπλέον, οι μαθησιακές δραστηριότητες είναι συχνά πολύ πρακτικές και μπορούν να βασίζονται σε μια ποικιλία παιδαγωγικών προσεγγίσεων, όπως η μάθηση με βάση το πρόβλημα, η μάθηση με βάση το έργο ή η μάθηση με βάση την περίπτωση.

Η θεωρία της βιωματικής μάθησης (Kolb, 2014) υποστηρίζει ότι η πρακτική αποτελεί μέρος της μαθησιακής διαδικασίας και τονίζει ότι είναι σημαντικό να αφήνουμε τους μαθητές να αναστοχάζονται πάνω στη δική τους μαθησιακή εμπειρία. Η μάθηση λαμβάνει χώρα όταν οι μαθητές ενσωματώνουν νέες εμπειρίες στις προϋπάρχουσες γνώσεις τους. Ως αποτέλεσμα, η βιωματική μάθηση "δίνει έμφαση στην ανεξάρτητη κρίση, την ελεύθερη σκέψη και την προσωπική εμπειρία". Ο κύκλος της βιωματικής μάθησης του Kolb αποτελείται από τέσσερις φάσεις από τις οποίες οι μαθητές πρέπει να περάσουν προκειμένου να ολοκληρώσουν τη μαθησιακή εμπειρία: (i) συγκεκριμένη εμπειρία μέσω της οποίας οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με νέες εμπειρίες (ii)

αναστοχαστική παρατήρηση (iii) αφηρημένη εννοιολόγηση κατά τη διάρκεια της οποίας οι μαθητές προτείνουν νέες ιδέες με βάση τον αναστοχασμό και (iv) ενεργό πειραματισμό μέσω του οποίου οι μαθητές μπορούν να δοκιμάσουν τις ιδέες τους σε μια νέα κατάσταση και να προβληματιστούν σχετικά με τα αποτελέσματα. Κάθε ένα από αυτά τα στάδια απαιτεί διαφορετικές δραστηριότητες: η συγκεκριμένη εμπειρία αφορά την "αίσθηση", ο αναστοχασμός αφορά την "παρατήρηση" ή την "παρακολούθηση", η αφηρημένη εννοιολόγηση αφορά την "σκέψη" και ο ενεργός πειραματισμός αφορά το "πράττειν".

Η μάθηση με βάση τον τόπο συνδέεται στενά με την εγκαθιδρυμένη. Τονίζει επίσης τη σημασία της κοινότητας στη διαδικασία της μάθησης, αλλά σε αυτή την περίπτωση οι κοινότητες αναφέρονται στις τοπικές κοινότητες των μαθητών και στο ιστορικό, κοινωνικό ή πολιτισμικό τους υπόβαθρο (Smith, 2002). Η μάθηση με βάση τον τόπο, που αναφέρεται επίσης ως μάθηση που τοποθετείται στην κοινότητα, μπορεί να θεωρηθεί ως μια μαθησιακή εμπειρία εμβάθυνσης που τοποθετεί τους μαθητές στην τοπική κληρονομιά, τους πολιτισμούς, τα τοπία, τις ευκαιρίες και τις εμπειρίες, και τα χρησιμοποιεί ως βάση για τη μελέτη της γλώσσας, των τεχνών, των μαθηματικών, τις κοινωνικές επιστήμες και άλλα θέματα σε όλο το πρόγραμμα σπουδών.

Το μαθησιακό πλαίσιο παρέχεται από την ίδια την κοινότητα ή από κάποια προβλήματα ή γεγονότα που συναντώνται σε τοπικό επίπεδο. Ενθαρρύνει τη συμμετοχή και τη δέσμευση των μαθητών στο πλαίσιο της τοπικής τους κοινότητας. Οι δραστηριότητες μάθησης με βάση τον τόπο διεξάγονται συχνά σε εξωτερικούς χώρους και είναι συνήθως διεπιστημονικές. Παραδείγματα δραστηριοτήτων περιλαμβάνουν την επίσκεψη τοπικών και ιστορικών ορόσημων που αντικατοπτρίζουν τον τρόπο με τον οποίο ζούσαν οι άνθρωποι ή τις παραδόσεις τους (Staff, 2017).

Οι δραστηριότητες μάθησης με βάση τον τόπο είναι συχνά βασισμένες στη διερεύνηση. Η μάθηση που βασίζεται στη διερεύνηση διαφέρει από την παραδοσιακή μάθηση κατά την οποία οι εκπαιδευτικοί παρέχουν στους μαθητές ένα συγκεκριμένο αριθμό προκαθορισμένων εννοιών. Η μάθηση που βασίζεται στη διερεύνηση βασίζεται στον ενεργό ρόλο των μαθητών, οι οποίοι καλούνται να προβληματιστούν σχετικά με το τι πρέπει να μάθουν προκειμένου να λύσουν ένα πρόβλημα που μπορεί να είναι οικονομικής, οικολογικής ή κοινωνικοπολιτικής φύσης. Παρόλο που υπάρχουν διάφορα επίπεδα διερεύνησης, η γενική ιδέα είναι ότι οι μαθητές διαμορφώνουν τα δικά τους ερευνητικά ερωτήματα για ένα συγκεκριμένο θέμα και στη συνέχεια προσπαθούν να αναπτύξουν μεθόδους προκειμένου να συλλέξουν δεδομένα που θα τους επιτρέψουν να απαντήσουν στο εν λόγω ερώτημα. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να μεσολαβεί και να παρέχει εγκαίρως υποδείξεις ή συμβουλές που θα καθοδηγήσουν τους μαθητές στη διαδικασία διερεύνησης, η οποία συχνά αποτελείται από τέσσερα βήματα (Pedaste et al., 2015): προσανατολισμό (κατανόηση και συζήτηση των βασικών ιδεών που διακυβεύονται), εννοιολόγηση (δημιουργία ερωτήσεων και υποθέσεων), διερεύνηση (π.χ. με συλλογή δεδομένων και ανάλυση των αποτελεσμάτων), συμπέρασμα (συνένωση των δεδομένων για να καταλήξουμε σε μια έγκυρη εξήγηση/απάντηση στο κύριο ερώτημα). Η διερευνητική μάθηση χρησιμοποιείται συχνά στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες, καθώς αντικατοπτρίζει την επιστημονική προσέγγιση στην επίλυση προβλημάτων.

2.4 Περιβαλλοντικές δραστηριότητες ανοικτού πεδίου

Τόσο οι θεωρίες της εγκαθιδρυμένης μάθησης όσο και εκείνες που βασίζονται στην τοποθεσία είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την περιβαλλοντική εκπαίδευση (Woodhouse and Knapp, 2000). Πράγματι, φαίνεται ορθό για περιβαλλοντικές έννοιες ή γεγονότα να διδάσκονται στον τόπο όπου συμβαίνουν, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να κατανοήσουν ευκολότερα τις έννοιες αυτές και να τις δουν στο πραγματικό τους πλαίσιο αντί μέσα από τα βιβλία της τάξης. Είναι επίσης σημαντικό για τους μαθητές να έχουν κάποιες γνώσεις για το τοπικό τους περιβάλλον (π.χ. την πανίδα και τη χλωρίδα) αν θέλουμε να αναπτύξουν ένα αίσθημα προσκόλλησης σε αυτό και να διαδραματίσουν αργότερα ενεργό ρόλο στην προστασία του. Τα περιβαλλοντικά ζητήματα μπορούν επίσης να επηρεάσουν μια κοινότητα σε διαφορετικά επίπεδα (οικονομικά ή ακόμη και από την άποψη της υγείας): δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να ανακαλύψουν και να κατανοήσουν τις επιπτώσεις στον τόπο όπου πραγματικά συμβαίνουν. Μπορεί επομένως, να αποτελέσει βασικό χαρακτηριστικό της μαθησιακής διαδικασίας. Η θεωρία της βιωματικής μάθησης έχει εφαρμοστεί επίσης με επιτυχία για το σχεδιασμό υπαίθριων μαθησιακών δραστηριοτήτων για περιβαλλοντική εκπαίδευση (Jose et al., 2017).

Ωστόσο, οι εκδρομές ή οι δραστηριότητες μάθησης σε εξωτερικούς χώρους μπορεί να είναι δύσκολο να οργανωθούν ή/και να περιορίζονται σε κάπως παραδοσιακές προσεγγίσεις (π.χ. δραστηριότητες κατά τη διάρκεια των οποίων ο δάσκαλος καθοδηγεί τους μαθητές σε διαφορετικούς χώρους και δίνει εξηγήσεις). Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μια σχετικά παθητική μαθησιακή εμπειρία. Ένας τρόπος εμπλουτισμού των εκδρομών είναι η αξιοποίηση των ευκαιριών που προσφέρουν τα τεχνολογικά εργαλεία, όπως τα κινητά τηλέφωνα ή άλλες συσκευές (π.χ. Bursztyn et al., 2017b). Η κινητή

μάθηση ειδικότερα έχει όντως αποδειχθεί σημαντική επανάσταση για το μέλλον της εκπαίδευσης, καθώς προσφέρει μια μεγάλη παλέτα ευκαιριών για τον εμπλουτισμό των μαθησιακών εμπειριών. Οι κινητές τεχνολογίες προωθούν τη συνεργασία των μαθητών, υποστηρίζουν καινοτόμο εκπαιδευτικό υλικό και οι εκπαιδευτικοί μπορούν να σχεδιάζουν περιεχόμενο πολυμέσων που μπορεί να παραδίδεται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, ενθαρρύνοντας τους μαθητές να μαθαίνουν συνεργατικά ή με τον δικό τους ρυθμό.

Η χρήση κινητών ενσωματωμένων τεχνολογιών, όπως η κάμερα, το μικρόφωνο και οι αισθητήρες GPS εμπλουτίζουν τη μαθησιακή διαδικασία ενθαρρύνοντας την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή δραστηριότητα.

Ως εκ τούτου, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η χρήση κινητών συσκευών για υπαίθρια εκπαίδευση έχει διερευνηθεί αρκετά (Schneider and Schaal, 2018). Για παράδειγμα, οι Zimmerman και Land (2014) πρότειναν ένα σύνολο κατευθυντήριων γραμμών σχεδιασμού για την εφαρμογή των δραστηριοτήτων μάθησης με βάση τον τόπο σε εξωτερικούς χώρους. Άλλες μελέτες επικεντρώθηκαν περισσότερο στα μαθησιακά αποτελέσματα ή στις μαθησιακές στάσεις των μαθητών απέναντι σε τέτοιου είδους εφαρμογές. Τέλος, η χρήση των κινητών συσκευών αποδείχθηκε ευεργετική για την προώθηση της περιβαλλοντικής στάσης, της περιβαλλοντικής γνώσης και της αλληλεπίδρασης των μαθητών (Schneider et al., 2017).

2.5 Εμπλουτίζοντας τις εκδρομές πεδίου με ΕΠ

Η επαυξημένη πραγματικότητα γίνεται όλο και πιο δημοφιλής στον τομέα της εκπαίδευσης και αρκετές μελέτες έχουν ήδη δείξει τις δυνατότητες της για τον εμπλουτισμό της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Σε αυτή την ενότητα, περιγράφουμε παραδείγματα έργων ΕΠ που έχουν αναπτυχθεί για να ενισχύσουν τις δραστηριότητες στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Με τον τρόπο αυτό, στοχεύουμε να παράσχουμε μια επισκόπηση των πιο συνηθισμένων χρήσεων της ΕΠ για την περιβαλλοντική εκπαίδευση στην ύπαιθρο. Αυτό θα μας επιτρέψει να συζητήσουμε τι έχει διερευνηθεί μέχρι σήμερα και τι θα μπορούσε να διερευνηθεί περαιτέρω. Τα παραδείγματα που παρατίθενται παρακάτω δεν αποτελούν μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των υφιστάμενων συστημάτων, ούτε είναι όλες οι εφαρμογές. Πράγματι, οι εφαρμογές ΕΠ θα πρέπει θεωρητικά να πληρούν τα τρία ακόλουθα κριτήρια (Azuma 1997): (i) να συνδυάζουν πραγματικά και εικονικά αντικείμενα, (ii) να είναι διαδραστικές σε πραγματικό χρόνο και (iii) να είναι καταχωρημένες σε έναν τρισδιάστατο χώρο. Πολύ λίγα από τα συστήματα που περιγράφουμε ανταποκρίνονται και στα τρία κριτήρια. Ωστόσο, όλα παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν ως συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας με την έννοια ότι παρέχουν στους μαθητές μια εμπλουτισμένη άποψη του περιβάλλοντος. Ως εκ τούτου, επιλέξαμε να περιγράψουμε αυτά τα συστήματα προκειμένου να συζητήσουμε αργότερα τις ανεκμετάλλευτες δυνατότητες της "πραγματικής" επαυξημένης πραγματικότητας για εμπειρίες μάθησης σε εξωτερικούς χώρους.

2.6 Διερευνητική Μάθηση με ΕΠ

To Mad City Mystery (Squire and Jan, 2007) είναι ένα παιχνίδι ΕΠ που σχεδιάστηκε για να κατανοήσουμε καλύτερα τα αποτελέσματα τέτοιων παιχνιδιών στη μάθηση και πώς επηρεάζουν τους μαθητές όσον αφορά την επιστημονική σκέψη. Μέσω της εφαρμογής, οι μαθητές κλήθηκαν να διερευνήσουν τις αιτίες ενός μυστηριώδους θανάτου που συνέβη σε μια λίμνη. Το παιχνίδι καλούσε τους μαθητές να συνδυάσουν διαφορετικές πηγές πληροφοριών (συνεντεύξεις, δείγματα ποιότητας νερού κ.λπ.) προκειμένου να καταλήξουν σε μια εφικτή εξήγηση. Υπάρχουν πολλαπλές αιτίες του θανάτου που περιλαμβάνουν ένα συνδυασμό παραγόντων του τρόπου ζωής (κατάθλιψη, αλκοολισμός) και περιβαλλοντικών ζητημάτων (υπερβολική έκθεση σε χημικές ουσίες, όπως για παράδειγμα υδράργυρο). Οι μαθητές έπρεπε να αναλάβουν διαφορετικούς ρόλους (ιατρός, περιβαλλοντικός επιστήμονας ή κυβερνητικός αξιωματούχος) προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση σε μια ποικιλία ψηφιακού περιεχομένου (π.χ. αποδεικτικά στοιχεία). Με βάση τη θέση τους στη λίμνη, κλήθηκαν να επιλύσουν ορισμένες προκλήσεις, να ακούσουν συνεντεύξεις, να λάβουν μετρήσεις, κ.λπ. Η εφαρμογή αξιολογήθηκε από τρεις ομάδες των μαθητών μέσω μιας σειράς συνεντεύξεων και ερωτηματολογίων σχετικά με τις στάσεις, την κατανόηση των περιβαλλοντικών ζητημάτων και την ικανότητα επίλυσης παρόμοιων προβλημάτων.

Η αξιολόγηση αποκάλυψε ότι συγκεκριμένοι μηχανισμοί του παιχνιδιού (π.χ. προκλήσεις και ρόλοι) οδηγούν τους μαθητές να εμπλακούν σε επιστημονική επιχειρηματολογία και να παίζουν ασυνήθιστους ρόλους (π.χ. ενεργούς ερευνητές αντί για παθητικούς μαθητές). Οι συγγραφείς τόνισαν επίσης την σημασία των δραστηριοτήτων που βασίζονται στον τόπο, οι οποίες επέτρεψαν στους μαθητές να αξιοποιήσουν προϋπάρχουσες γνώσεις, όπως η φυσική διάταξη του χώρου και οι

γνωστές πιθανές τοξίνες στο περιβάλλον. Αυτή είναι μια βασική ιδέα της μάθησης με βάση τον τόπο. Διαδραμάτισε επίσης καθοριστικό ρόλο στο να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές ότι τα επιστημονικά γεγονότα μπορούν επίσης να επηρεάσουν τη ζωή τους και τη ζωή της κοινότητάς τους, και την εμπλοκή τους στο παιχνίδι. Στην πραγματικότητα, η χαρτογράφηση μεταξύ των φυσικών τοποθεσιών και των εικονικών συνεντεύξεων θεωρήθηκαν σημαντικές τόσο από τους μαθητές όσο και από τους εκπαιδευτικούς.

Το Environmental Detectives (Klopfer, 2008) απαιτούσε από τους μαθητές να συλλέξουν πραγματικά στοιχεία προκειμένου να διερευνήσουν πώς να αντιμετωπίσουν "μια προσομοιωμένη χημική διαρροή σε μια λεκάνη απορροής". Για άλλη μια φορά, η εφαρμογή ΕΠ χρησιμοποιήθηκε για την παροχή πληροφοριών στους μαθητές, π.χ. σχετικά με την τοξικολογία ή την υδρολογία, αλλά και για να τους επιτρέψει να συλλέξουν δεδομένα σχετικά με το περιβαλλοντικό ζήτημα. Μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας σχεδιασμού, οι συγγραφείς διερεύνησαν διάφορους μηχανισμούς του παιχνιδιού (π.χ. κλιμακούμενα γεγονότα ή ρόλους) και εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού και παρατήρησαν πώς δημιουργούσαν ποικίλες εμπειρίες παιχνιδιού. Για παράδειγμα, οι ομάδες των μαθητών αντιλήφθηκαν το παιχνίδι με διαφορετικό τρόπο: κάποιοι επικεντρώθηκαν κυρίως στην ποσοτική πτυχή της μόλυνσης και αγνόησαν τις κοινωνικές πτυχές- άλλοι προσπάθησαν να "συλλέξουν" όσο το δυνατόν περισσότερες συνεντεύξεις. Οι μαθητές δεν κατάφεραν να βρουν ικανοποιητικές λύσεις και οι καθηγητές έπρεπε να παρέμβουν για να προκαλέσουν βαθύτερες συζητήσεις για το θέμα. Οι μαθητές δεν είχαν την παραμικρή αμφιβολία για το πώς θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν το θέμα, ενώ η ενσωμάτωση της ιστορίας στο πλαίσιο της κοινότητας των μαθητών πυροδότησε τα κίνητρα των τελευταίων.

2.7 Άλλες παιδαγωγικές προσεγγίσεις

Στα ακόλουθα παραδείγματα, η εξερεύνηση των μαθητών στα υπαίθρια περιβάλλοντα είναι λιγότερο δομημένη και αποσκοπεί μάλλον στην ενεργοποίηση ερωτήσεων και παρατηρήσεων.

Οι Zimmerman και Land (2014) σχεδίασαν το Tree Investigators που αποτελείται από κατευθυντήριες γραμμές για την εκπαίδευση με βάση τον τόπο. Το έργο Tree Investigators έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές να παρατηρούν τα δέντρα σαν βοτανολόγοι και να συγκρίνουν τα τοπικά με τα μη τοπικά είδη των δέντρων, αλλά και είδη φυλλοβόλων και αειθαλών δέντρων. Χρησιμοποιώντας ένα σύνολο κωδικών QR που τοποθετήθηκαν σε διάφορα δέντρα, μπορούσαν να έχουν πρόσβαση σε διάφορες πληροφορίες, όπως φωτογραφίες των φύλλων, τις βελόνες και τους καρπούς ή βίντεο με ζώα ή έντομα που δεν θα ήταν ορατά. Η εφαρμογή επέτρεψε επίσης στους μαθητές να τραβήξουν φωτογραφίες των δέντρων ή των φυτών και να τις σχολιάσουν. Ο γενικός στόχος ήταν να προωθηθεί η συλλογή και η ανταλλαγή δεδομένων, ενθαρρύνοντας παράλληλα τις συζητήσεις μεταξύ των μαθητών.

Μια άλλη εφαρμογή (Tarng et al, 2015) που αναπτύχθηκε για να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τον κύκλο ζωής των πεταλούδων, το ρόλο τους στο περιβάλλον και πώς μπορούν να απειληθούν από τις δραστηριότητες του ανθρώπου. Συνδύαζε φυτά ξενιστές με εικονικές πεταλούδες. Τα κύρια κίνητρα πίσω από αυτό το έργο ήταν να προσφερθεί πρόσβαση σε έναν κήπο με πεταλούδες που διαφορετικά θα ήταν δαπανηρό και δύσκολο να συντηρηθεί. Επιπλέον, η παρατήρηση των εικονικών πεταλούδων κατέστησε δυνατό να ελεγχθεί τότε οι μαθητές θα μπορούσαν να τις αναπαράγουν ή να τις δουν να «κουκουλώνονται» ή να «σπάνε τις κουκούλες», κάτι που θα ήταν πολύ πιο απίθανο σε ένα πραγματικό κήπο με πεταλούδες. Το σύστημα

περιλάμβανε δύο κύρια χαρακτηριστικά: (i) τη χρήση έξυπνων κινητών τηλεφώνων για την αναπαραγωγή και την παρατήρηση εικονικών πεταλούδων που εμφανίζονται κοντά στο φυτό-ξενιστή, καθώς και τους φυσικούς τους εχθρούς- (ii) έναν εικονικό κήπο πεταλούδων που οι μαθητές μπορούσαν να εξερευνήσουν ελεύθερα και στον οποίο μπορούσαν να πιάσουν μια πεταλούδα προκειμένου να πάρουν περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τον κύκλο ζωής της. Η εφαρμογή περιλάμβανε επίσης ορισμένες ερωτήσεις τις οποίες όταν οι μαθητές απαντούσαν σωστά έπαιρναν εικονικά χρήματα που μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν για να αγοράσουν νέα αυγά. Η αξιολόγηση του συστήματος έδειξε αυξημένη μαθησιακή αποτελεσματικότητα για την ομάδα μαθητών που χρησιμοποίησε το σύστημα ΕΠ, γεγονός που υποδηλώνει ότι η πλοήγηση στο εικονικό κήπο με τις πεταλούδες βοήθησε τους μαθητές να κατανοήσουν και να θυμηθούν διάφορες έννοιες που είχαν διδαχθεί. Στην πραγματικότητα οι μαθητές εκτίμησαν τη δυνατότητα επανάληψης της αναπαραγωγής κινούμενων εικόνων, ενώ ταυτόχρονα επετεύχθει μεγαλύτερο ποσοστό εμπυθισης.

Το Opera2222 (Smørdal et al. 2016) χρησιμοποίησε την τοποθετημένη προσομοίωση (Liestøl, 2011) για να ενισχύσει το περιβάλλον, δηλαδή μια προσομοίωση πλήρους οθόνης του περιβάλλοντος σε μια φορητή συσκευή με μια ευδιάκριτη (αν και μικρή) διαφορά μεταξύ της τεχνητής (ηχητικής οπτικής) προοπτικής μέσω της συσκευής και της πραγματικής προοπτικής του χρήστη. Οι μαθητές έπρεπε να μετακινούνται σε διάφορα σημεία που βρίσκονται κοντά στην Όπερα του Όσλο, προκειμένου να έχουν πρόσβαση σε προσομοιώσεις που δείχνουν πως θα μοιάζει η Όπερα του Όσλο το 2222 (εκείνη την εποχή η πόλη είναι εγκαταλελειμμένη και η στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί δραματικά). Οι μαθητές πρέπει να συγκεντρώσουν πληροφορίες από αυτά τα διαφορετικά σημεία προκειμένου να εξηγήσουν τους λόγους που κρύβονται πίσω από

μια τέτοια αλλαγή (η κλιματική αλλαγή είναι ένας από τους λόγους). Οι παρατηρήσεις έδειξαν ότι οι διαφορετικές ενδείξεις που δόθηκαν μέσω των προσομοιώσεων πυροδότησαν ερωτήματα και υποθετικά σενάρια, αλλά και τη συνεργασία. Η ανάλυση της παρουσίας που έπρεπε να δώσουν οι μαθητές μετά την εμπειρία της προσομοίωσης έδειξε ότι ήταν πολύ απασχολημένοι με το περιβάλλον, όσον αφορά την επιθυμία τους να βρουν όλες τις ερωτήσεις και τις ενδείξεις και την προσπάθειά τους να οικοδομήσουν γνώσεις που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν τις εξηγήσεις τους. (Smørdal et al., 2016).

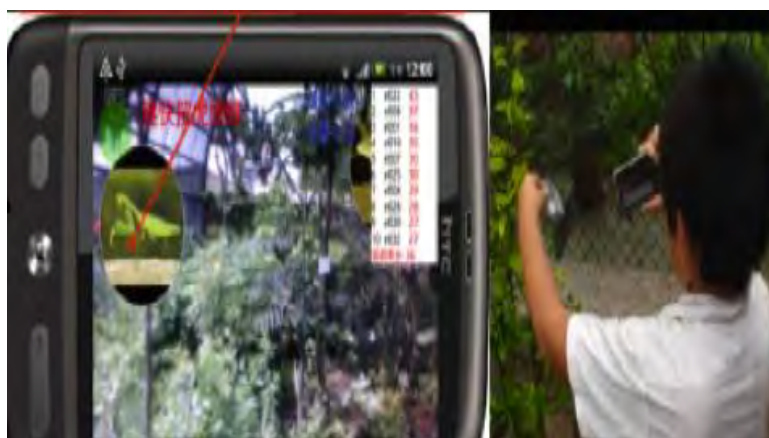
Διάφορες εφαρμογές για την περιβαλλοντική εκπαίδευση στην ύπαιθρο αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου EcoMOBILE. Μία από αυτές, με την ονομασία EcoMOBILEWater Quality Measurement (Kamarainen et al., 2013), αποτελούνταν από δραστηριότητες για την έκτη τάξη του δημοτικού. Οι μαθητές μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν μια κινητή εφαρμογή καθώς και διάφορα δοκιμαστικά σκεύη για να μάθουν και να κατανοήσουν το ρόλο των οργανισμών κοντά σε ένα λιμναίο οικοσυστήμα. Το δοκιμαστικό λογισμικό τους επέτρεψε να συγκεντρώσουν διάφορα δεδομένα, όπως η θερμοκρασία ή το pH του νερού. Η εφαρμογή για κινητά είχε πολλαπλούς σκοπούς: βοήθησε τους μαθητές να πλοηγηθούν από το ένα σημείο στο άλλο, έδινε οδηγίες και πληροφορίες, επέτρεψε στους μαθητές να εισάγουν τιμές, παρείχε άμεση ανατροφοδότηση με βάση τις τιμές που εισήγαγαν οι μαθητές. Σε ορισμένες τοποθεσίες, η εφαρμογή παρείχε διάφορα μέσα στους μαθητές, όπως κείμενα, βίντεο αλλά και τρισδιάστατες απεικονίσεις. Μετά τη συλλογή όλων των μετρήσεων, κάθε μαθητής συζήτησε με τον καθηγητή του διάφορες πτυχές του οικοσυστήματος της λίμνης (π.χ. Είναι το νερό υγιές για τα ψάρια; Πώς θα μπορούσε την όξινη βροχή να επηρεάσει τη λίμνη;).

Το έργο αυτό αξιολογήθηκε με πέντε τάξεις, κυρίως όσον αφορά τη μάθηση του περιεχομένου και τις στάσεις των μαθητών. Τα ευρήματα αποκάλυψαν ότι οι βαθμολογίες των μαθητών βελτιώθηκαν σημαντικά μεταξύ του ερωτηματολογίου πριν και μετά την εκδρομή και ότι η αντίληψη των μαθητών για την εκδρομή ήταν θετική, ιδίως όταν οι δραστηριότητες περιλάμβαναν τεχνολογικά χαρακτηριστικά (π.χ. τρισδιάστατη οπτικοποίηση και διαδραστικές ερωτήσεις). Όσον αφορά τους εκπαιδευτικούς, αυτοί "ανέφεραν υψηλά επίπεδα της εμπλοκής των μαθητών με την τεχνολογία, αλλά και με την επιστήμη". Επίσης, εκτίμησαν τη χρήση της τεχνολογίας ως τρόπο ενθάρρυνσης της ανεξαρτησίας των μαθητών στη μάθηση, η οποία με τη σειρά της επέτρεπε στους εκπαιδευτικούς να ενεργούν με διεκπαιρωτικό ρόλο.

Το EcoMOBILEAtom Tracker (Metcalf et al. 2016) χρησιμοποίησε μια παρόμοια προσέγγιση και σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα την ανακύκλωση της ύλης στα οικοσυστήματα με έμφαση στην έννοια της διατήρησης της ύλης και στις διαδικασίες της φωτοσύνθεσης και της αναπνοής. Οι μαθητές μπορούσαν να παρακολουθήσουν τον κύκλο του άνθρακα ή του οξυγόνου μέσα στο περιβάλλον τους. Οι προτροπές παρέχονταν από την εφαρμογή και καλούσαν τους μαθητές να εξερευνήσουν με φυσικό τρόπο το περιβάλλον τους και να ακολουθήσουν το άτομο, ενώ ενώ οι κωδικοί QR χρησιμοποιήθηκαν επίσης για την παροχή επεξηγήσεων (π.χ. βίντεο, εικόνες ή κινούμενα σχέδια) και οπτικοποιούσαν κρυφές διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένης της διαπνοής, φωτοσύνθεσης και αναπνοής. Οι μαθητές έπρεπε επίσης να απαντήσουν μια σειρά από ερωτήσεις προκειμένου να συνεχίσουν την εμπειρία τους (αν οι απαντήσεις ήταν λανθασμένες, παρέχονταν πρόσθετες πληροφορίες).

Ο Huang και οι συνεργάτες του (2016), ανέπτυξαν ένα ανταγωνιστικό παιχνίδι ΕΠ για

να βοηθήσουν τους μαθητές να εμπλακούν με μια εκπαιδευτική δραστηριότητα που έλαβε χώρα σε έναν κήπο με πεταλούδες. Ο στόχος ήταν να διδάξει στους μαθητές βασικές έννοιες σχετικά με την οικολογία των πεταλούδων (π.χ. κύκλο της ανάπτυξης τους, τα φυτά που τους φιλοξενούν, κ.λπ.). Παρείχε οδηγίες για τη μετακίνηση από ένα σημείο σε ένα άλλο, και σε καθένα από αυτά ζητήθηκε από τους μαθητές να παίζουν ένα μίνι-παιχνίδι που ήταν μέρος της μαθησιακής διαδικασίας. Τα παιχνίδια ενεργοποιούνταν όταν οι μαθητές σάρωναν ένα κωδικό QR. Για παράδειγμα, ένα παιχνίδι σκοποβολής επέτρεπε στους μαθητές να κατανοήσουν ποιοι είναι οι φυσικοί εχθροί πεταλούδων (Εικόνα 10). Οι μαθητές έπρεπε να κάνουν παρατηρήσεις στον πραγματικό κόσμο προκειμένου να προχωρήσουν στο παιχνίδι. Πρόσθετοι μηχανισμοί περιλάμβαναν ένα σύστημα βαθμολόγησης (ο κατάλογος των 10 καλύτερων παικτών είναι προσβάσιμος) και ένα επιτραπέζιο παιχνίδι. Πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση για να συγκριθεί η χρήση του παιχνιδιού ΕΠ με μια κανονική εφαρμογή ΕΠ χωρίς παιχνίδι. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσέγγιση του παιχνιδιού οδήγησε σε καλύτερα μαθησιακά επιτεύγματα και είχε επίσης θετικό αντίκτυπο στη μαθησιακή στάση απέναντι στο μάθημα των φυσικών επιστημών.



Εικόνα 1: Απεικόνιση ενός μίνι-παιχνιδιού Huang et al. (2016)
Στην εργασία του Huang και των συνεργατών του (2016), ένας βοτανικός κήπος

χρησιμοποιήθηκε ως πυρήνας της εφαρμογής ΕΠ για κινητές συσκευές, και βασίστηκε στα τέσσερα στάδια της βιωματικής θεωρίας: συγκεκριμένη εμπειρία, αναστοχαστική παρατήρηση, αφηρημένη εννοιολόγηση και ενεργό πειραματισμό. Χάρη στην κινητή εφαρμογή, οι μαθητές καθοδηγήθηκαν προς τις διάφορες περιοχές του βοτανικού κήπου και είχαν πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με τα διάφορα φυτά (Εικόνα 11). Μια αξιολόγηση διενεργήθηκε για να συγκριθούν τα μαθησιακά οφέλη σε τρεις διαφορετικές συνθήκες: η εφαρμογή ΕΠ μόνο- η εφαρμογή ΕΠ και ένας σχολιαστής- ένας σχολιαστής μόνο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα του σχολιαστή ΕΠ παρουσίασε υψηλότερα μαθησιακά κέρδη και συναισθηματική επίδραση από την ομάδα των μαθητών που έπρεπε να ακολουθήσουν τον σχολιαστή μόνο. Οι δύο ομάδες που είχαν πρόσβαση στην εφαρμογή ΕΠ είχαν περισσότερα θετικά συναισθήματα, και ειδικά εκείνη που μπορούσε να έχει πρόσβαση στην εφαρμογή και να ακολουθήσει τον σχολιαστή.



Εικόνα 2: Βοτανικός κήπος

Ο Husumah και οι συνεργάτες του (2022) ασχολήθηκαν με τις εκπαιδευτικές ικανότητες των φοιτητών φυσικών επιστημών που πρέπει να διδάσκονται και να αναπτύσσονται ώστε να έχουν την απαιτούμενες παιδαγωγικές βάσεις ως

περιβαλλοντικοί εκπαιδευτικοί. Η συγκεκριμένη συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση είχε ως στόχο να συγκρίνει τα ευρήματα των ερευνητικών άρθρων που δημοσιεύονται από περιοδικά που βρίσκονται στο Web of Science. Περιελάμβανε τεχνικές για τον εντοπισμό, την αξιολόγηση και την ανάλυση ποικίλων σύγχρονων και σχετικών πληροφοριών στη βιβλιογραφία προκειμένου να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα και να εξεταστούν διεξοδικά.

Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τον όρο "ικανότητα δράσης" («action competence») στο μενού αναζήτησης της βάσης δεδομένων του Web of Science (WoS) και οι μηχανές αναζήτησης βρήκαν όλα τα άρθρα που περιέχουν τη φράση "action competence" στον τίτλο, την περίληψη, το περιεχόμενο ή τις παραπομπές. Τα δεδομένα που ελήφθησαν ήταν σε μορφή *CSV και *RIS, τα οποία στη συνέχεια ενσωματώθηκαν στο Reference Manager (Mendeley). Το λογισμικό VOS viewer χρησιμοποιήθηκε για την οπτικοποίηση των δεδομένων, ώστε αυτά να είναι πιο ξεκάθαρα. Με τη χρήση των λέξεων, οι ερευνητές ανακάλυψαν 193 άρθρα. Χρησιμοποιήθηκαν τα μοντέλα ένταξης και αποκλεισμού ως προτιμώμενα στοιχεία αναφοράς για συστηματικές ανασκοπήσεις. Τα ακόλουθα σημεία αποτέλεσαν τα κριτήρια εισαγωγής που χρησιμοποιήθηκαν, δηλαδή (α) άρθρα που δημοσιεύθηκαν μεταξύ Ιανουαρίου 2012 και Μαρτίου 2022, (β) άρθρα που δημοσιεύθηκαν στην αγγλική γλώσσα, (γ) άρθρα που περιείχαν έρευνα/πρωτότυπα άρθρα και (δ) άρθρα που συνδέονταν αποκλειστικά με την έρευνα για την ικανότητα δράσης. Με βάση αυτά τα κριτήρια, μόνο 25 μελέτες αναλύθηκαν.

Η εθνικότητα των συγγραφέων αφορούσε 16 χώρες προέλευσης, δηλαδή Σουηδία, Βέλγιο, Δανία, Ισπανία, ΗΠΑ, Νέα Ζηλανδία, Ιταλία, Τσεχία, Γερμανία, Χονγκ Κονγκ, Ουγκάντα, Κολομβία, Κίνα, Βραζιλία, Καναδάς, και Μποτσουάνα. Τα

περισσότερα άρθρα είχαν Σουηδούς συγγραφείς (26,87%), Βέλγους (23,89%), καθώς και Δανούς (13,43%). Αν βασιστούμε σε ηπείρους, η Ευρώπη προσέφερε τους περισσότερους συγγραφείς που δημοσιεύουν άρθρα σχετικά με την ικανότητα δράσης (77,64%) και ακολουθούσαν η Αμερική (8,95%), η Αυστραλία-Ωκεανία (4,48%), η Ασία (4,48%) και η Αφρική (4,48%). Είναι ενδιαφέρον ότι οι δημοσιεύσεις γράφονται από συγγραφείς από όλες τις ηπείρους, γεγονός που δείχνει ότι η ικανότητα δράσης έχει γίνει παγκόσμιο θέμα.

Η συμβολή των άρθρων στο θέμα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης για μελλοντικούς καθηγητές φυσικών επιστημών οδήγησε στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Οι εκπαιδευτικοί των επιστημών πρέπει να συνειδητοποιήσουν ότι η εφαρμογή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης για την υλοποίηση της ικανότητας δράσης στους μαθητές απαιτεί συνέπεια.
- Τα βασικά σημεία που χρησιμεύουν ως σημείο αναφοράς για τους καθηγητές κατά την εφαρμογή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι η μεταφορά γνώσεων, η υπευθυνότητα δράσης, η αυτογνωσία και ο αναστοχασμός.
- Οι καθηγητές πρέπει να γνωρίζουν ότι ο παράγοντας φύλου χρειάζεται προσοχή κατά την εφαρμογή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.
- Οι καθηγητές επιστημών οφείλουν να δίνουν προτεραιότητα στη συμμετοχή των μαθητών και των γονέων στην εφαρμογή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.
- Οι καθηγητές διασφαλίζουν ότι τα βιβλία που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι πραγματικά κατάλληλα (σύμφωνα με την αποστολή της αειφορίας).

3.Υλικά και Μέθοδοι/ Μεθοδολογία

3.1 Συστηματική Ανασκόπηση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τη μεθοδολογία της συστηματικής ανασκόπησης βιβλιογραφίας όπως την εφαρμόσαμε για να πραγματοποιήσουμε μια ανασκόπηση για την αξιοποίηση της τεχνολογίας ΕΠ στην εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον.

3.2 Σχεδιασμός της έρευνας

Η εργασία περιλαμβάνει μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση στην προσπάθεια να δοθούν όλες οι απαραίτητες απαντήσεις και διευκρινήσεις στα ερωτήματα που έχουν τεθεί παραπάνω. Από τη στιγμή που το θέμα και τα ζητήματα που τέθηκαν ήταν σαφή (εμπειρικές μελέτες, προτάσεις και πρωτότυπες εργασίες, καθώς και εργασίες ανασκόπησης), κρίθηκε κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση με χρήση της μεθόδου Prisma. Η τελευταία επιλέχθηκε λόγω των αυστηρών κανόνων και προτύπων της, και δεδομένου του γεγονότος πως αποτελεί μια καταξιωμένη διαδικασία που παρουσιάζει υψηλό βαθμό επιτυχίας σε διάφορα θέματα, όπως για παράδειγμα της εκπαίδευσης. Για να χαρακτηρίσουμε τη μελέτη μας εμπεριστατωμένη και ενδεδεγμένη ως προς την αναζήτηση χρησιμοποιήθηκαν μια σειρά από βάσεις δεδομένων και συγκεκριμένα Google Scholar, Eric, Scopus, Web of Science και IEEE. Οι εν λόγω βάσεις χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό επιστημονικότητας.

3.3 Εύρεση ερευνητικών ερωτημάτων

Η ΕΠ παρέχει στους εκπαιδευόμενους τη δυνατότητα να υιοθετήσουν σημαντικές πρακτικές, κάτι το οποίο δεν μπορεί να υλοποιηθεί σε άλλα περιβάλλοντα μάθησης με τη χρήση άλλων τεχνολογιών (Squire and Jan 2007). Κατά καιρούς έχουν παρουσιαστεί σαφή πλεονεκτήματα όπως: βελτίωση γνωστικού επιπέδου και κινητοποίησης (Cheng, 2017), θετική συνεισφορά στον τομέα των χωρικών ικανοτήτων (Martín-Gutiérrez et al., 2010), προαγωγή συνεργατικής μάθησης (Alhumaidan et al. 2018, Gomez 2003), ευκολία στην οπτικοποίηση σύνθετων χωρικών σχέσεων και αφηρημένων εννοιών (Arvanitis et al., 2009), βιωματική μάθηση σχετικά με φαινόμενα που οι μαθητές είναι δύσκολο να έρθουν σε επαφή (Klopfer και Squire 2008) και προφανώς βελτίωση της μαθησιακής αποτελεσματικότητας (Weng et al. ,2019). Επιπλέον, η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση έχει προωθηθεί από την UNESCO, καθώς και από το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environment Program)(UNEP) (Leicht et al., 2018). Μπορεί να λάβει διάφορες μορφές, όπως ταξίδια σε εθνικά πάρκα, πράσινες λέσχες και έργα αειφορίας. Οι μαθητές ενθαρρύνονται ακόμα πιο πολύ και έχουν περισσότερα κίνητρα αλλά μπορούν επίσης να εφαρμόσουν τις θεωρητικές έννοιες που μαθαίνουν στην τάξη σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου (Behrendt & Franklin, 2014). Με βάση τα παραπάνω, καλούμαστε να αναζητήσουμε συνολικά τα οφέλη της ΕΠ προς την εκπαιδευτική διαδικασία αλλά και στην περιβαλλοντική εκπαίδευση.

Η μελέτη του Husamah και των συνεργατών του (2022) περιλάμβανε 16 χώρες προέλευσης των μελετών, δηλαδή Σουηδία, Βέλγιο, Δανία, Ισπανία, ΗΠΑ, Νέα Ζηλανδία, Ιταλία, Τσεχία, Γερμανία, Χονγκ Κονγκ, Ουγκάντα, Κολομβία, Κίνα, Βραζιλία, Καναδάς, και Μποτσουάνα. Τα περισσότερα άρθρα προέρχονταν από

Σουηδούς συγγραφείς (26,87%), Βέλγους (23,89%), καθώς και από Δανούς (13. 43%). Ως εκ τούτου, το επόμενο ερώτημα που τέθηκε στη δική μας μελέτη αφορούσε τις χώρες που έχουν πραγματοποιηθεί οι περισσότερες σχετικές μελέτες.

Η ανασκόπηση που πραγματοποίησε ο Muñoz (2017) αποκάλυψε επίσης ότι η πλειοψηφία των εφαρμογών υποστηρίζουν την πρωτοβάθμια εκπαίδευση (26%), ακολουθούμενη από την κατώτερη δευτεροβάθμια (13%) και την ανώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (10%). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το 20% των εφαρμογών μελετήθηκαν με μεταπτυχιακούς φοιτητές, το 5% με προπτυχιακούς φοιτητές και το 5% με διδακτορικούς φοιτητές. Οπότε η επόμενη ερώτησή αφορά την εκπαιδευτική βαθμίδα που απευθύνονται οι εν λόγω έρευνες που μελετήσαμε.

Το Environmental Detectives (Klopfer, 2008) απαιτούσε από τους μαθητές να συλλέξουν πραγματικά στοιχεία προκειμένου να διερευνήσουν πώς να αντιμετωπίσουν "μια προσομοιωμένη χημική διαρροή σε μια λεκάνη απορροής". Η εφαρμογή ΕΠ χρησιμοποιήθηκε για την παροχή πληροφοριών στους μαθητές, π.χ. σχετικά με την τοξικολογία, αλλά και για να τους επιτρέψει να συλλέξουν δεδομένα σχετικά με το περιβαλλοντικό ζήτημα. Έτσι, οδηγούμαστε στο ερώτημα: Ποια είναι η κύρια εστίαση των μελετών στο συγκεκριμένο πεδίο;

Το Mad City Mystery (Squire and Jan, 2007) αξιολογήθηκε από τρεις ομάδες μαθητών μέσω μιας σειράς συνεντεύξεων και ερωτηματολογίων σχετικά με τις στάσεις, την κατανόηση των περιβαλλοντικών ζητημάτων και την ικανότητα επίλυσης παρόμοιων προβλημάτων. Κατά συνέπεια, αναζητήσαμε στη δική μας έρευνα ποιες μετρήσεις (ερευνητικά μέσα, εργαλεία, μέθοδοι και μεταβλητές) χρησιμοποιούνται κυρίως στις μελέτες σχετικά με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση για την Αειφορία.

Σύμφωνα με τη Google, το ARCore αποτελεί τη μεγαλύτερη πλατφόρμα επαυξημένης πραγματικότητας για όλες τις συσκευές. Συνδυάζει τον φυσικό και τον ψηφιακό κόσμο με ταυτόχρονη χρήση των χαρτών της εταιρίας (Google maps). Προσφέρει APIs πολλαπλών πλατφορμών για τη δημιουργία νέων καθηλωτικών εμπειριών σε Android, iOS, Unity και Web. Παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι παίζουν, ψωνίζουν, μαθαίνουν, δημιουργούν και βιώνουν τον κόσμο μαζί, μέσω της κατανόησης του πλαισίου για ανθρώπους, μέρη και πράγματα. Αναζητούμε λοιπόν ποια εργαλεία ανάπτυξης και ποιες συσκευές χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον για τη διεξαγωγή πειραμάτων.

Ο Lochrie και οι συνεργάτες του (2013) εξέφρασαν την άποψη πως ένα ολοκληρωμένο παράδειγμα εφαρμογής ΕΠ θα μπορούσε να συνδυάζει την συλλογή στοιχείων κατά την εξερεύνηση μιας πόλης με την ταυτόχρονη ενσωμάτωση διαφόρων δεδομένων (π.χ. προκλήσεις, πόντοι, γραφήματα επιδόσεων ή προόδου, άβαταρ, παιχνίδι ρόλων κ.ά.). Ποιοι μηχανισμοί και στοιχεία παιχνιδοποίησης χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε παιγνιώδεις εκπαιδευτικές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας;

Η κινητή μάθηση εκμεταλλεύεται τη συνεχώς αυξανόμενη διαθεσιμότητα κινητών συσκευών για να ανοίξει νέες προοπτικές όσον αφορά τις παιδαγωγικές δραστηριότητες, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε διάφορα μαθησιακά αποτελέσματα και σε καλύτερες στάσεις απέναντι στη μάθηση (Kljun et al., 2018). Ποιά είναι τα εκπαιδευτικά μαθησιακά αποτελέσματα που στοχεύουν οι συγκεκριμένες μαθησιακές παρεμβάσεις

Αν και έχουν υπάρξει αρκετές μελέτες σχετικά με τα οφέλη της χρήσης της Επαυξημένης Πραγματικότητας κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, λίγες ήταν αυτές

που επικεντρώθηκαν στην εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον. Έτσι, ο σκοπός της εν λόγω έρευνας, ήταν να ολοκληρώσει μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση (Systematic Literacy Review) μάθησης που σχετίζεται με το συγκεκριμένο πεδίο. Εξετάζει μια πληθώρα σχετικών μελετών για όλα τα εκπαιδευτικά στάδια και θέματα κατά τη διάρκεια των τελευταίων έξι ετών (2018 - σήμερα). Για το λόγο αυτό και με βάση όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως τέθηκαν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- Ποια είναι τα οφέλη από τη χρήση της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία;
- Ποια ήταν τα κύρια ευρήματα των σχετικών μελετών όσον αφορά τη χρήση των ΕΠ στην εκπαίδευση για την Αειφορία;
- Σε ποιες χώρες έχουν πραγματοποιηθεί οι περισσότερες σχετικές μελέτες;
- Σε ποιο εκπαιδευτικό επίπεδο εφαρμόζεται συχνότερα η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για την Αειφορία;
- Ποια είναι η κύρια εστίαση των μελετών στο συγκεκριμένο πεδίο;
- Ποιες μετρήσεις (ερευνητικά μέσα, εργαλεία, μέθοδοι και μεταβλητές) χρησιμοποιούνται κυρίως στις μελέτες σχετικά με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση για την Αειφορία;
- Ποια εργαλεία ανάπτυξης, μεθοδολογίας και λειτουργικά συστήματα χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον για την ανάπτυξη τέτοιου είδους εκπαιδευτικών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας;
- Ποιες συσκευές χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον για τη διεξαγωγή πειραμάτων;
- Ποιοι μηχανισμοί και στοιχεία παιχνιδοποίησης χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε παιχνιδοποιημένες εκπαιδευτικές εφαρμογές επαυξημένης

πραγματικότητας;

- Εκπαιδευτικά μαθησιακά αποτελέσματα που στοχεύουν οι συγκεκριμένες μαθησιακές παρεμβάσεις.

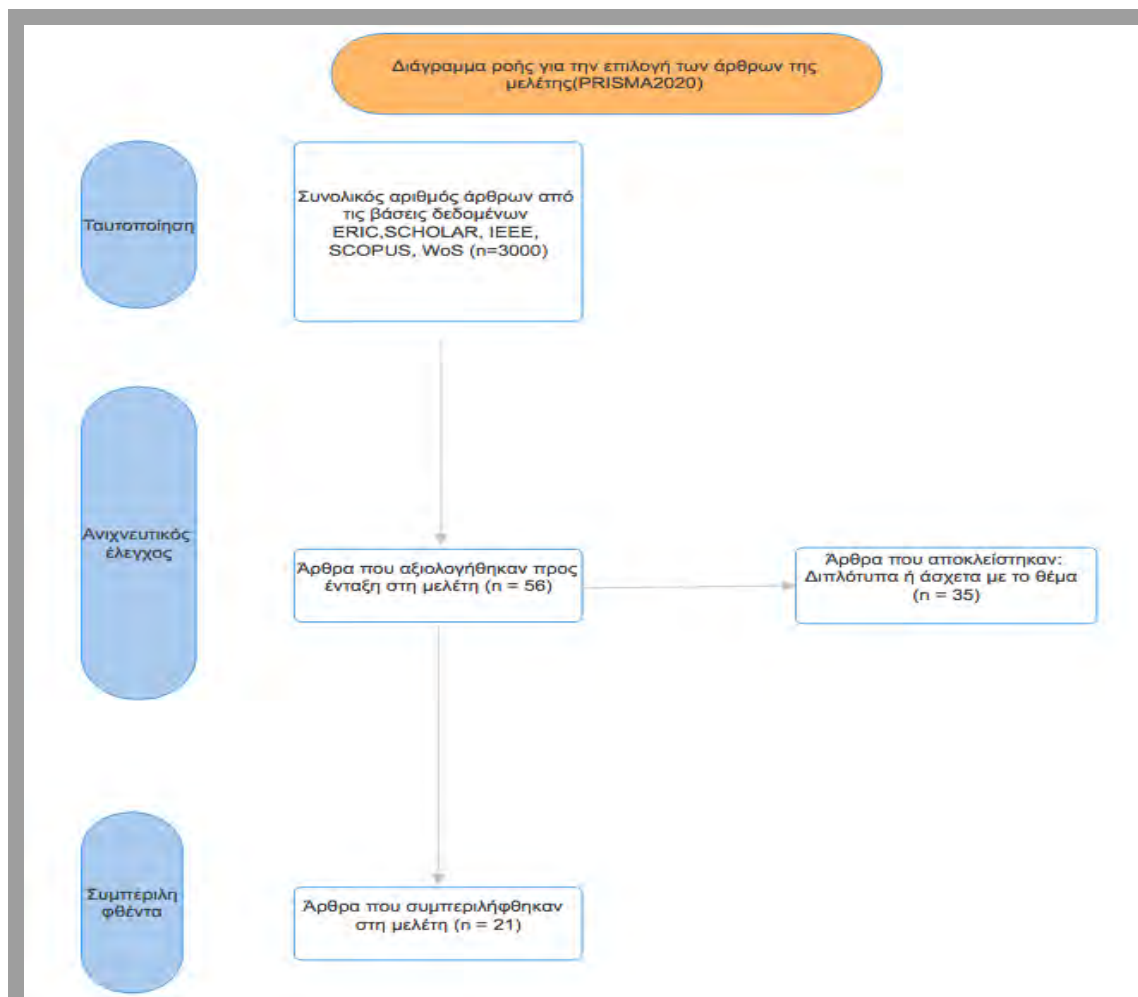
3.4 Διαδικασία συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Τα στοιχεία ανακτήθηκαν τον Δεκέμβριο του 2023. Για να μπορεί η μελέτη μας να θεωρηθεί επίκαιρη, τα αρχεία που ανακτήθηκαν και επιλέχθηκαν, προέρχονται από το έτος 2018 και έπειτα. Εδώ χρησιμοποιήθηκε μια ενδεδειγμένη αναζήτηση βασισμένη σε λέξεις κλειδιά όπως Augmented Reality, Environmental Education, Sustainable Development, Sustainability, Education, Ecological, Environment, School, University. Η εν λόγω διαδικασία η οποία απεικονίζεται στην εικόνα 12, περιλάμβανε όλες τις ενέργειες και μεθόδους που χρησιμοποιεί η μέθοδος Prisma. Αρχικά ανάμεσα σε 3000 άρθρα που αναζητήθηκαν, επιλέχθηκαν 56 (39 στο Scholar, 5 στο IEEE, 5 στο Scopus, 4 στο WoS και 3 στο Eric) εκ των οποίων τα 35 δεν πληρούσαν τα κριτήρια που τέθηκαν και τελικά απορρίφθηκαν και αυτά. Εν τέλει, 21 μελέτες συμπεριλήφθηκαν και αναλύθηκαν στην ανασκόπηση.

Στις μελέτες χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες μεταβλητές:

1. Χώρα στην οποία διεξήχθησαν τα πειράματα
2. Εκπαιδευτική βαθμίδα-πλαίσιο
3. Περιοχή εστίασης
4. Αναπτυξιακή κατηγορία
5. Δείγμα
6. Κύριοι στόχοι
7. Μέθοδος έρευνας

8. Κύριες μεταβλητές
9. Μέτρηση-ερευνητικά μέσα και εργαλεία
10. Ονομασία εφαρμογής
11. Μεθοδολογία ανάπτυξης της εφαρμογής
12. Εργαλεία ανάπτυξης
13. Λειτουργικό σύστημα
14. Συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα
15. Στοιχεία παιχνιδοποίησης



Εικόνα 3: Διάγραμμα ροής Prisma

4. Αποτελέσματα

4.1 Χαρτογράφηση της βιβλιογραφίας

Η έρευνα του Prophet και των συνεργατών του (2018) προσπαθεί να αναδείξει τη σχέση που μπορεί να έχει η ρύπανση του αέρα με διάφορα προβλήματα υγείας των κατοίκων της Γιουχάν. Η πλειοψηφία του πληθυσμού της παραμένει σε σύγχυση σχετικά με την πραγματική έκταση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, επειδή τείνει να αγνοεί την ανεπαίσθητη ρύπανση, παρά τα δεδομένα που μας προειδοποιούν για τον κίνδυνο. Ωστόσο, τα δεδομένα που σχετίζονται με την ποιότητα του αέρα δεν ενεργοποιούν το ενδιαφέρον των πολιτών για περιβαλλοντικά θέματα. Χρησιμοποίησε την επαυξημένη πραγματικότητα για τη δημιουργία μιας εφαρμογής (Pocket Penjing) που απεικονίζει την ποιότητα του αέρα ως ένα συναισθηματικό δέντρο μινιατούρα του οποίου η υγεία μεταβάλλεται ανάλογα με τη μόλυνση του αέρα.

Οι εξηντατρείς φοιτητές του πανεπιστημίου του Χονγκ Κονγκ που συμμετείχαν στην έρευνα χωρίστηκαν σε δύο μαθήματα, 33 την Τρίτη και 30 την Τετάρτη (40 άνδρες, 23 γυναίκες) και σε ομάδες των τεσσάρων έως πέντε ατόμων. Στο πρώτο μέρος κατέβασαν στα κινητά τους την αντίστοιχη εφαρμογή android στην οποία περιηγήθηκαν αρχικά για μια ώρα έτσι ώστε να την δοκιμάσουν. Στη συνέχεια τους δόθηκε μια τυπική προτροπή: "Πώς μπορούμε να επανασχεδιάσουμε το Pocket Penjing έτσι ώστε να είναι πιο αποτελεσματικό να πείσει τους παίκτες του να ενδιαφερθούν; Παρέχετε σχέδια, σκίτσα και άλλα διαγράμματα για να παρουσιάσετε τις ιδέες σας". Κάθε ομάδα ανέλαβε να περάσει μια εβδομάδα χρησιμοποιώντας την εφαρμογή, να εξετάσει την προτροπή και να παρουσιάσει τις ιδέες της για τη βελτίωση της εφαρμογής.

Μια εβδομάδα αργότερα, κάθε ομάδα παρουσίασε τις ιδέες της σε 15 λεπτά έως τρεις ώρες συνολικά, με τους ερευνητές να ενεργούν ως συντονιστές και να πραγματοποιούν

ερωτήσεις στο τέλος κάθε παρουσίασης. Για να οργανωθεί η γνώση που προήλθε από τους συμμετέχοντες χρησιμοποιήθηκε το συνεργατικό εργαλείο Google.it, μέσω του οποίου κατασκευάστηκε ο “χάρτης μυαλού”.

Μέσα από τη συγκεκριμένη διαδικασία βελτίωσης της εφαρμογής, ένα από τα σημαντικότερα αποτελέσματα ήταν η ευαισθητοποίηση σχετικά με την μόλυνση του αέρα και τις συνέπειες που μπορεί να έχει όχι μόνο στο περιβάλλον αλλά και στην ανθρώπινη υγεία.

Ο Becarro και οι συνεργάτες του (2018) παρατήρησαν ότι τις τελευταίες δεκαετίες, παρά τα τεράστια οφέλη που προσφέρει στους ανθρώπους η υιοθέτηση ηλεκτρονικών συσκευών (π.χ. τηλεοράσεις, ηλεκτρονικοί υπολογιστές κ.λπ.) τόσο στα νοικοκυριά όσο και στις επιχειρήσεις, η αυξανόμενη χρήση τους συμβάλλει αρνητικά στην αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, των ηλεκτρονικών αποβλήτων και είναι ακόμη και επιζήμια για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο οι άνθρωποι να αναλάβουν δράσεις για τη μείωση των κινδύνων και των ζημιών που προκαλούν αυτές οι συσκευές στο περιβάλλον. Ταυτόχρονα, μελέτες έχουν αποκαλύψει ότι η έλλειψη γνώσης θεωρείται από τα σημαντικά εμπόδια στην υιοθέτηση περιβαλλοντικά βιώσιμων δράσεων. Έτσι, η εργασία που παρουσιάστηκε διερευνά την εφαρμογή της ΕΠ για τη βελτίωση της ευαισθητοποίησης σχετικά με την πράσινη κατανάλωση ηλεκτρονικών συσκευών, εξετάζοντας βασικές ερευνητικές πτυχές. Σε αυτήν την προσπάθεια, υλοποιήθηκε μια εφαρμογή (ARGY) κινητού τηλεφώνου με βάση την ΕΠ σε συσκευές android για να μπορέσουν τα άτομα να μάθουν την ενεργειακή κατανάλωση των ηλεκτρονικών συσκευών που χρησιμοποιούνται στο σπίτι και στα γραφεία.

Η ARGY στοχεύει στη βελτίωση της ευαισθητοποίησης των τελικών χρηστών προς την

κατεύθυνση της προώθησης της κατανάλωσης ηλεκτρονικών συσκευών με οικολογικότερο τρόπο. Ως βασικά χαρακτηριστικά, αυτό το εργαλείο επιτρέπει στους τελικούς χρήστες να:

- Να σαρώνουν το περιβάλλον τους και να ανιχνεύουν αυτόματα τις ηλεκτρονικές εφαρμογές που υπάρχουν με την προβολή της κάμερας των κινητών τηλεφώνων.
- Να εμφανίζουν την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνει μια συσκευή σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή.
- Να λαμβάνουν λεπτομέρειες σχετικά με το πόσο ενεργειακά αποδοτικά χρησιμοποιείται η συσκευή.
- Να δέχονται συμβουλές σχετικά με τον τρόπο μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας μιας συσκευής.
- Να υπολογίζουν τη συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας για όλες τις ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στο συγκεκριμένο περιβάλλον.

Η αξιολόγηση των γνώσεων των χρηστών έγινε με τη χρήση ενός ολοκληρωμένου κουίζ.

 Lighting	 Vacuum cleaners	 Notebook Computers	 Battery Charger	 Gas Oven
 Hair dryer	 Fan	 Air conditioners	 Refrigerator	 Dishwasher
 Microwave Oven	 Induction cookers	 Laser printer	 Washing machine	 TV
 Kettle	 CD Player	 Projector	 Electric Oven	 Coffee maker

Εικόνα 4: Λίστα με συσκευές

Κατά τη δημιουργία της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν τα Vuforia 1, Wikitude 2, ARToolkit 3 και In2AR 4 SDK. Τα ερευνητικά ερωτήματα (κλειστού τύπου) απαντήθηκαν μετά την εφαρμογή του μοντέλου αποδοχής τεχνολογίας (TAM) και με τη διεξαγωγή δοκιμασιών πολλαπλής επιλογής πριν από τη χρήση της εφαρμογής και μετά. Κατά τη διαδικασία αυτή, 52 φοιτητές προσεγγίστηκαν, όπου εννέα από αυτούς δεν μπόρεσαν να συμμετάσχουν καθώς δεν χρησιμοποιούσαν τηλέφωνο με λογισμικό Android. Επίσης, τρεις επέλεξαν να μην να συμμετάσχουν, καθώς ανέφεραν ότι έπρεπε να ασχοληθούν με τις εργασίες του πανεπιστημίου. Ως εκ τούτου, μετά τον έλεγχο και την διαδικασία, 40 φοιτητές από το Πανεπιστήμιο Middlesex (Αγγλία) συμμετείχαν στη μελέτη. Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις αθροίστηκαν στη συνέχεια για τον προσδιορισμό ενός κατά προσέγγιση ποσοστού της χρήσης της ενεργειακής απόδοσης της συσκευής. Επιπλέον, για να την απλούστευση της ερμηνείας, η υπολογισμένη απόδοση ενεργειακής απόδοσης αναπαρίσταται με ένα χρωματικά κωδικοποιημένο σχήμα, παρόμοιο με αυτό της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπου το πράσινο χρώμα αντιπροσωπεύει την πιο ενεργειακά αποδοτική χρήση και το κόκκινο τη λιγότερο αποδοτική.

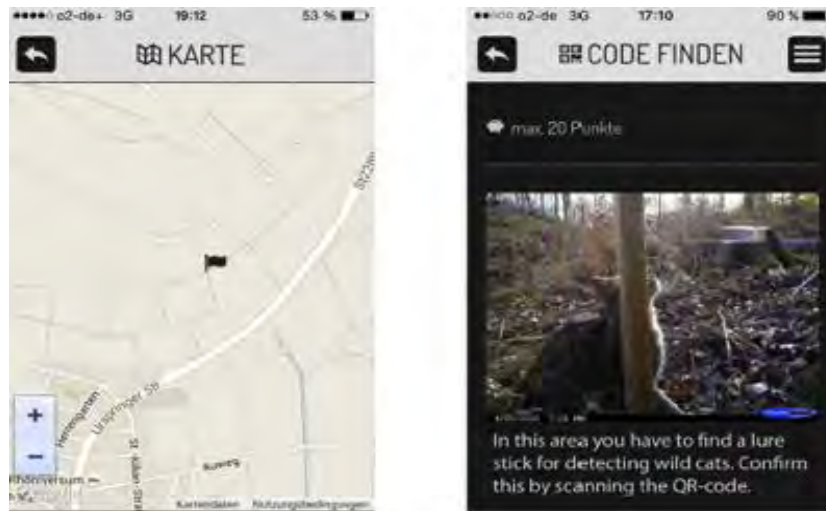
Μέσω του TAM, εξετάστηκαν τέσσερις πτυχές, δηλαδή, η αντιλαμβανόμενη απόλαυση, η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης, η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα και η πρόθεση χρήσης από τις οποίες κυρίως οι δυο τελευταίες παρουσίασαν σαφείς ενδείξεις ουσιαστικής αποτελεσματικότητας της εφαρμογής. Επίσης παρατηρήθηκε βελτίωση της περιβαλλοντικής συνείδησης και αντίληψη της ανάγκης συνετής χρήσης των σύγχρονων ενεργοβόρων ηλεκτρικών συσκευών, στην κατεύθυνση της αποφυγής της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος.

Οι Schneider και Schaal (2018) ασχολήθηκαν με την αποτελεσματικότητα των γεωπαιχνιδιών (geogames) στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Τα εν λόγω

παιχνίδια είναι σύνθετα, βασίζονται στην τοποθεσία και περιλαμβάνουν συνήθως μια αφήγηση σε ένα κόσμο που αποτελείται από πραγματικά και εικονικά αντικείμενα. Το συγκεκριμένο έργο (BioDiv2Go) στοχεύει στον εμπλουτισμό της εκπαιδευτικής διαδικασίας με χρήση σύγχρονων μέσων όπως ήχο, εικόνα και βίντεο. Η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει ένα γεωπαιχνίδι και ένα κυνήγι θησαυρού ενώ και τα δύο παίζονται με έξυπνα τηλέφωνα. Το θέμα είναι η διατήρηση της άγριας γάτας και η διαχείριση των δασικών πόρων ως ένα δίλημμα και ένα έργο εξισορρόπησης. Και τα δύο παιχνίδια έχουν σχεδιαστεί για 90-120 λεπτά και παίζονται σε ομάδες των 3-4 μαθητών με ένα έξυπνο κινητό ο καθένας, ενώ το περπάτημα περιλαμβάνει απόσταση περίπου 4 χιλιομέτρων. Το γήπεδο παιχνιδιού βρίσκεται στην ύπαιθρο σε μια περιοχή όπου οι άγριες γάτες έχουν πράγματι εντοπιστεί. Οι παίκτες εξερευνούν τον βιότοπο της αγριόγας, π.χ. τραβώντας φωτογραφίες, βρίσκοντας και σαρώνοντας ένα "μπαστούνι δόλωμα" για παρακολούθηση ή αντιμετώπιζοντας καταστάσεις διλήμματος μεταξύ της διατήρησης και της αξιοποίησης.

Οι διαφορές μεταξύ των δύο παρεμβάσεων εκδηλώνονται στους μηχανισμούς του παιχνιδιού και στην καθοδήγηση των παικτών: Το κυνήγι θησαυρού κατασκευάζεται με ένα καθιερωμένο διαδικτυακό εργαλείο (actionbound.de). Παρέχει μια διεπαφή συγγραφής για το σχεδιασμό μιας γραμμικής διαδρομής με GPS με πληροφορίες και καθήκοντα που πρέπει να παρουσιαστούν σε ένα έξυπνο κινητό. Αυτές οι εργασίες βρίσκονται σε μια προκαθορισμένη διαδρομή. Οι παίκτες ξεκινούν με μια μικρή καθυστέρηση μεταξύ των ομάδων, ώστε να δοθεί αρκετός χρόνος για να δράσουν ατομικά. Έτσι, η δομή είναι παρόμοια με το παραδοσιακό κυνήγι θησαυρού με χαρτί και μολύβι, αλλά τεχνολογικά εμπλουτισμένη με τα χαρακτηριστικά των έξυπνων συσκευών (π.χ. η κάμερα, ο ήχος ή οι δραστηριότητες με τη διαμεσολάβηση qr-code)

για τις εργασίες στο πεδίο.



Εικόνα 5: Στιγμιότυπο της εφαρμογής BioDiv2Go

Αντίθετα, το Γεωπαιχνίδι προσφέρει ελεύθερη, μη γραμμική πρόσβαση σε όλες τις εργασίες που εμφανίζονται στο χάρτη. Και το σημαντικότερο, παρέχει μια αφήγηση-πλαίσιο και ένα παιχνίδι προσομοίωσης, που αναπτύχθηκε συνεργατικά με φυσιολάτρες, περιβαλλοντικούς ψυχολόγους και επαγγελματίες της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Το παιχνίδι προσομοίωσης αναπαριστά το δάσος του Φέλιξ. Οι παίκτες πρέπει να χειριστούν δύο παράγοντες: τη διάσταση της προστατευόμενης περιοχής και τον αριθμό των μονοπατιών για την άγρια γάτα. Αυτά επηρεάζουν τον αριθμό των αγριόγατων, την ποσότητα του ξύλου προς πώληση και τέλος τη βιοποικιλότητα στην ιδιοκτησία του Φέλιξ. Το παιχνίδι αποτελείται από πέντε γύρους, καθένας από τους οποίους ασχολείται με την επίλυση μιας θέσης με βάση την τοποθεσία σε εξωτερικούς χώρους.

Το δείγμα περιλαμβάνει 339 μαθητές δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι απάντησαν σε ερωτηματολόγια στην αρχή και στο τέλος και τα δεδομένα που συλλέχθηκαν υπολογίστηκαν με βάση το PASW Statistics 18.0.0. Τα αποτελέσματα ήταν αύξηση της ευχαρίστησης κατά τη διάρκεια της παρέμβασης και ανάδειξη της

περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.

Οι Mei και Yang (2019) σχεδίασαν ένα παιχνίδι ΕΠ που βασίζεται στη γεωγραφική θέση. Μέσα από το κυνήγι θησαυρού προσπάθησαν να ενισχύσουν την περιβαλλοντική εκπαίδευση σε φοιτητές κατά την εκμάθηση γλωσσών. Ενενήντα οκτώ πρωτοετείς φοιτητές (87 γυναίκες και 11 άνδρες) ηλικίας 17-20 ετών, με ειδικευση στην αγγλική γλώσσα σε ένα κινεζικό πανεπιστήμιο, προσκλήθηκαν να συμμετάσχουν σε αυτή τη μελέτη. Η επιλογή της εκπαίδευσης στην αγγλική γλώσσα οφείλεται κυρίως στις ακόλουθες δύο εκτιμήσεις: (1) η εφαρμογή για την εκτέλεση αυτού του παιχνιδιού είχε μόνο μια αγγλική έκδοση και (2) η εκπαίδευση στην αγγλική γλώσσα αποτελεί σημαντικό μέρος της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης στην Κίνα.



Εικόνα 6: Οι πέντε προορισμοί της πλατφόρμας ARIS

Η πλατφόρμα ARIS χρησιμοποιήθηκε για το σχεδιασμό του παιχνιδιού, καθώς παρέχεται δωρεάν και είναι ανοικτού κώδικα. Επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να σχεδιάσουν διαδραστικά παιχνίδια με βάση τη γεωγραφική θέση, ενώ ενθαρρύνει τη συνεργατική μάθηση επιτρέποντας και προωθώντας τη ενεργή συνεργασία για την

επίλυση γρίφων σχετικά με το περιβάλλον της πανεπιστημιούπολης.

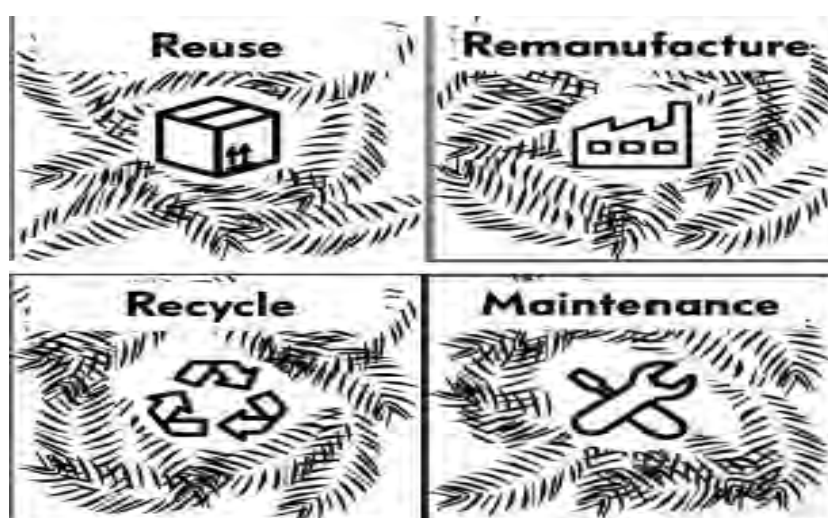
Σε αυτό το παιχνίδι, οι φοιτητές έπρεπε να βρουν τις απαντήσεις σε 24 ερωτήσεις με θέμα το περιβάλλον, διατυπωμένες στα αγγλικά. Λόγω του περιορισμένου εξοπλισμού, οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε ομάδες και σε κάθε ομάδα δόθηκε ένα iPhone με πρόσβαση στο διαδίκτυο. Όταν ξεκίνησε το παιχνίδι, οι μαθητές ακολούθησαν τις οδηγίες γεωγραφικής καθοδήγησης για να φθάσουν σε προκαθορισμένους προορισμούς-στόχους, προκειμένου να ξεκλειδώσουν τον επόμενο στόχο. Ωστόσο, πριν φύγουν για τον επόμενο έπρεπε επίσης να διαβάσουν τις οδηγίες, να ελέγξουν το περιβάλλον για σωστές απαντήσεις και να τις καταγράψουν στο φύλλο εργασίας. Όλες οι ομάδες βρήκαν με επιτυχία τις σωστές απαντήσεις στις 24 ερωτήσεις, αλλά νικήτρια αναδείχθηκε η πρώτη ομάδα που παρέδωσε το φύλλο εργασίας. Στη συνέχεια, ο δάσκαλος συνόψισε τη δραστηριότητα στην τάξη.

Δύο ημέρες μετά το παιχνίδι, πραγματοποιήθηκαν προσωπικές συνεντεύξεις για τους επιλεγμένους συμμετέχοντες. Κάθε συνέντευξη διήρκεσε περίπου 30 λεπτά, και περιλάμβανε ερωτήσεις όπως το πώς αντιλαμβάνονταν το παιχνίδι, ποιοι ήταν οι πιθανοί λόγοι για την αντίληψή τους και αν θα ήθελαν να συμμετάσχουν σε παρόμοιες δραστηριότητες στο μέλλον.

Τα ποσοτικά δεδομένα εισήχθησαν στο SPSS για να εξαχθούν τα συμπεράσματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσέγγιση αυτή προσλήφθηκε θετικά από τους συμμετέχοντες, καθώς πέτυχε όχι μόνο να εμπλουτίσει την εμπειρία εκμάθησης της γλώσσας αλλά και να προωθήσει την ευαισθητοποίησή τους για το περιβάλλον. Τα ευρήματα παρέχουν πληροφορίες για το πως η περιβαλλοντική εκπαίδευση μπορεί να ενσωματωθεί στην τριτοβάθμια εκπαίδευση αξιοποιώντας τεχνολογίες ΕΠ.

Ο Lönn (2019) παρουσίασε μια εφαρμογή αύξησης ευαισθητοποίησης σχετικά με την

κυκλική οικονομία. Οι επιλογές, οι συμπεριφορές και ο τρόπος ζωής των ανθρώπων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επίτευξη της Αειφορίας. Έτσι, δημιούργησε ένα εκπαιδευτικό εργαλείο μέσω της πλατφόρμας Unity και του Vuuforia SDK με σκοπό να είναι προσιτό, ενδιαφέρον και διασκεδαστικό, το οποίο χρησιμοποιούσε λογισμικό Android. Ιδιαίτερη συμμετοχή είχε και η εταιρεία συμβουλευτικής Jeaway η οποία μέσα στην εικοσαετή εμπειρία της έχει επικεντρωθεί στην βιωσιμότητα και ιδιαίτερα στην κυκλική οικονομία διοργανώνοντας σεμινάρια 3 έως 150 ανθρώπων.



Εικόνα 7: Στιγμιότυπο της εφαρμογής του Lonn

Στη μελέτη συμμετείχαν έντεκα ειδικοί από τέσσερα διαφορετικά πεδία: επαυξημένη πραγματικότητα, κυκλική οικονομία, ανάπτυξη λογισμικού και σχεδιασμό εμπειρίας χρήστη. Αυτοί οι τομείς επιλέχθηκαν για να αποκτηθεί τόσο μια συνολική κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της εφαρμογής όσο και για συγκεκριμένη ανατροφοδότηση ορισμένων σημαντικών πτυχών της. Από τους συμμετέχοντες οι επτά ήταν άνδρες και οι τέσσερις γυναίκες. Οι ηλικίες κυμαίνονταν από 23 έως 36 ετών, με διάμεση ηλικία 27. Τρεις από τους έντεκα ήταν ειδικοί στην επαυξημένη πραγματικότητα, και ένας στην κυκλική οικονομία.

Αρχικά ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να αξιολογήσουν την προηγούμενη εμπειρία τους σε ΕΠ. Κατά την χρήση της εφαρμογής, υπήρχαν δραστηριότητες

ευαισθητοποίησης για την κυκλική οικονομία, όπως για παράδειγμα η διαχείριση και αξιοποίηση των απορριμάτων. Κατά την αξιολόγηση, οι χρήστες απάντησαν σε ερωτήσεις κλειστού τύπου με κλιμάκωση από το 1 έως το 7, αλλά και ανοικτού τύπου με σύντομες απαντήσεις, ενώ περιλάμβανε επίσης τη συμμετοχή σε συνέντευξη. Με βάση τα ευρήματα, δημιουργήθηκαν διαγράμματα όπου οπτικοποιήθηκαν τα αποτελέσματα τα οποία επέδειξαν σαφή ευαισθητοποίηση σχετικά με τα οφέλη που προσφέρει η Κυκλική Οικονομία στην πορεία για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη.

Η Coen και οι συνεργάτες της (2019) παρουσίασε μια εκπαιδευτική εφαρμογή ΕΠ η οποία στόχευε στην ενίσχυση της φιλοπεριβαλλοντικής κουλτούρας. Σχεδιάστηκε στο Σάλφορντ της Αγγλίας για κινητές συσκευές Samsung Tango. Προοριζόταν να προκαλέσει μια αλλαγή στη στάση και τη συμπεριφορά των χρηστών και να αυξήσει την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση στο σπίτι. Πρώτη προτεραιότητα ήταν το εργαλείο να είναι αισθητικά και λειτουργικά ευχάριστο, διασκεδαστικό στη χρήση και να παρέχει έγκαιρη ανατροφοδότηση. Το πειραματικό σκέλος διεξήχθη στο Ενεργειακό Σπίτι του πανεπιστημίου του Σάλφορντ, το οποίο είναι ένα πραγματικό αγγλικού τύπου σπίτι, που έχει τοποθετηθεί σε περιβαλλοντικό θάλαμο ικανό να παράγει διαφορετικές κλιματολογικές και ατμοσφαιρικές συνθήκες και το μοναδικό τέτοιο σπίτι στον κόσμο κατασκευασμένο από τούβλα. Τα χαρακτηριστικά αυτά το καθιστούν ιδανικό για τη διεξαγωγή πειραμάτων νέων υλικών, συστημάτων και εξοπλισμού εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και μεταβολών συμπεριφοράς που συνδέονται με την υιοθέτηση διαφόρων μέτρων ενεργειακής απόδοσης.

Οκτώ συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν χωριστά ο καθένας τη συσκευή μέσα στο Σπίτι για 15 λεπτά, παρατηρώντας επτά σενάρια. Κάθε σενάριο αντιπροσώπευε ένα πρόβλημα που είναι συχνό στην οικιακή ζωή στη Βρετανία. Οι συμμετέχοντες

παρακολούθησαν ένα τρισδιάστατο κινούμενο σχέδιο που συνοδευόταν από ενημερωτικό περιεχόμενο που εμφανιζόταν στην οθόνη της συσκευής. Τέλος, έδιναν μια συνέντευξη σχετικά με τις πρώτες εντυπώσεις τους από τη συσκευή, τις στάσεις και τις απόψεις τους για τα θέματα που καλύφθηκαν και το είδος της εμπειρίας που μόλις είχαν βιώσει. Ρωτήθηκαν επίσης αν είχαν προτάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις της εφαρμογής ή της συσκευής. Τα αποτελέσματα εξήχθησαν τόσο από τη συνέντευξη, όσο και από τις απαντήσεις που έδωσαν οι χρήστες σε ένα ερωτηματολόγιο που απαντήθηκε στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος.

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ενθουσιασμό με την εμπειρία ΕΠ, ενώ όλοι οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν την πληροφοριακή δύναμη της εφαρμογής, καθιστώντας τη καθηλωτική σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Εκτίμησαν επίσης τον πλούτο των γεγονότων και την αντικειμενικότητα της εφαρμογής. Η πιο συνηθισμένη συμπεριφορά υπερ του περιβάλλοντος ήταν η ανακύκλωση, το σβήσιμο όλων των φώτων στο σπίτι και η οικονομία του νερού. Το κύριο κίνητρο ήταν η εξοικονόμηση χρημάτων αλλά και η φροντίδα προς το περιβάλλον. Η εργασία των Chang και Tien (2019) αποτελεί μια οριζόντια μελέτη περίπτωσης (ανώτατη εκπαίδευση) για την βελτίωση της μαθησιακής αποτελεσματικότητας στη θαλάσσια οικολογία των φορητών συσκευών επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και εικονικής πραγματικότητας (VR) στην Ταϊβάν. Έτσι, δημιουργήθηκαν δύο ομάδες, μια AR και μια VR οι οποίες χρησιμοποίησαν την εφαρμογή 40 λεπτά. Στη συνέχεια απάντησαν σε συνεντεύξεις αλλά και ερωτηματολόγια.

Συλλέχθηκαν συνολικά 191 ερωτηματολόγια εκ των οποίων 161 έγκυρα (70 επαυξημένης, 91 επαυξημένης και εικονικής, 30 άκυρα). Η παρούσα έρευνα μελετά την αποδοχή της τεχνολογίας, τη συμμετοχή στη δραστηριότητα και τη μαθησιακή

επίδραση κάτω από διαφορετικούς τρόπους καθοδήγησης, καθώς και τις στάσεις προς τη χρήση και την αποδοχή του συστήματος καθοδήγησης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι (α) τα μαθησιακά επιτεύγματα των μαθητών διέφεραν πριν και μετά τις δραστηριότητες καθοδήγησης AR και VR, (β) τόσο οι τρόποι καθοδήγησης AR όσο και οι VR βελτίωσαν την εμπειρία των επισκεπτών, (γ) η αποδοχή της τεχνολογίας ήταν θετική και η εμπλοκή αυξήθηκε και στις δύο ομάδες, και (δ) ενδυνάμωση πεποιθήσεων θαλάσσιας οικολογίας.

Ο Alahmari και οι συνεργάτες του (2019) δημιούργησαν μια εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση της ευαισθητοποίησης των μελών ΔΕΠ σχετικά με τα πιθανά οφέλη της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας στα πανεπιστήμια της Σαουδικής Αραβίας από την άποψη της οικονομικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Συλλέχθηκαν ποσοτικά δεδομένα μέσω ερωτηματολογίου (διαδικτυακά), όπου οι συμμετέχοντες απάντησαν σε δηλώσεις σε πενταβάθμια κλίμακα Likert που κυμαινόταν από το "συμφωνώ απόλυτα" έως το "διαφωνώ απόλυτα". Προκειμένου να αυξηθεί ο αριθμός των συμμετεχόντων, η έρευνα διανεμήθηκε σε πιθανούς ερωτηθέντες μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, WhatsApp, LinkedIn, Twitter και Facebook.

Η μελέτη διεξήχθη με ένα δείγμα που περιλάμβανε 228 (24 ετών και άνω) μέλη του προσωπικού των ακαδημαϊκών τμημάτων και των τμημάτων ηλεκτρονικής μάθησης από πανεπιστήμια της Σαουδικής Αραβίας. Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της διερευνητικής ανάλυσης παραγόντων για την εύρεση των πλεονεκτημάτων της χρήσης της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Εντοπίστηκαν δύο παράγοντες, δηλαδή περιβαλλοντικοί και οικονομικοί. Τα ευρήματα της μελέτης υποδεικνύουν ότι το προσωπικό των ακαδημαϊκών τμημάτων και των τμημάτων ηλεκτρονικής μάθησης

πιστεύει ότι η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση έχει περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη στην πορεία για την αειφορία.

Ο Jung-Hua Lo και οι συνεργάτες του δημιούργησαν το 2021 μια εφαρμογή ΕΠ που απευθύνεται σε μαθητές δημοτικού, η οποία βασίζεται στην άμεση παρατήρηση και την πρότερη εμπειρία των μαθητών, με σκοπό να επιτύχει περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και οικολογική συνείδηση. Η παρούσα μελέτη είχε ως στόχο να χρησιμοποιήσει τη διαδραστική ΕΠ σε φορητές συσκευές μάθησης που είναι ελαφριές και εύχρηστες, υποστηρίζοντας το μαθησιακό υλικό για την κατανόηση των σχολικών φυτών και βοηθώντας τους εκπαιδευτικούς να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του δημοτικού σχολικού προγράμματος σπουδών.

Περιλάμβανε δραστηριότητες διδασκαλίας σχετικά με φυτά που είχαν διδαχθεί στην τάξη, έτσι ώστε να μάθουν για την χλωρίδα και να ευαισθητοποιηθούν σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος. Η εφαρμογή μεταφέρει τον χρήστη σε μια οικολογική περιήγηση προσφέροντας με αυτόν τον τρόπο κινητή μάθηση, κάνοντας ταυτόχρονα χρήση της τοποθεσίας (GPS). Επίσης οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να βγουν από την τάξη και να περιηγηθούν στο φυσικό περιβάλλον κάνοντας χρήση της εν λόγω εφαρμογής. Έπειτα από τη χρήση της εφαρμογής, οι μαθητές συμμετείχαν σε συνεντεύξεις με χρήση ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων, στην προσπάθεια να μελετηθεί η αποτελεσματικότητά της.

Το πρώτο αποτέλεσμα που μας έδωσε η έρευνα, έδειξε ότι οι μικρότεροι σε ηλικία μαθητές όπως και αυτοί με «ασθενέστερη ψηφιακή παιδεία», αισθάνθηκαν πιο χρήσιμη την εφαρμογή σε σχέση με τους μεγαλύτερους ή τους πιο έμπειρους στη χρήση Νέων Τεχνολογιών. Επιπλέον, γενική πεποίθηση των μαθητών ήταν η ευχρηστία της εφαρμογής, όπως και η φιλικότητά της προς τον χρήστη. Τέλος, επετεύχθει αύξηση της

περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.



Εικόνα 8: Αναζήτηση πληροφοριών με βάση την τοποθεσία

Ο Wang και οι συνεργάτες του (2021), δημιούργησαν το PEAR, ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού που κάνει χρήση της ΕΠ και της γεωγραφικής τοποθεσίας του χρήστη, έχοντας στόχο να αυξήσει την ευαισθητοποίηση των παικτών σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Ο βασικός ήρωας της εφαρμογής είναι το ρομπότ PEAR, το οποίο προσπαθεί να αναζωογονήσει τη Γη η οποία βρίσκεται στο χείλος της περιβαλλοντικής καταστροφής. Η δυνατότητα εξερεύνησης που αντικατοπτρίζεται στον διαδραστικό χάρτη, επιτρέπει στους παίκτες να συλλέγουν αντικείμενα από πραγματικές τοποθεσίες, τα οποία συσσωρεύονται σε ένα ορισμένο σημείο έως ότου το περιβάλλον γύρω από τον παίκτη βελτιωθεί, ενώ ταυτόχρονα το ρομπότ μαθαίνει τη σημασία της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.

Το παιχνίδι αναπτύχθηκε με τη χρήση Unity. Η τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε στο παιχνίδι υποστηρίζεται από τα σημερινά smartphones (Android ή iPhone) με την εκτέλεση του ARCore και του ARKit API αντίστοιχα. Η λειτουργία γεωγραφικού εντοπισμού βασίζεται στην ενσωματωμένη λειτουργία GPS των κινητών τηλεφώνων και ενσωματώνεται σε έναν κατάλογο πράσινων τοποθεσιών στη Σιγκαπούρη. Το

ρομπότ μιμείται ένα κατοικίδιο ζώο και οι παίκτες μπορούν να αυξήσουν το επίπεδο αγάπης τους όταν αλληλεπιδρούν με αυτό τρίβοντας, χτυπώντας και σηκώνοντάς το καθ' όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού.



Εικόνα 9: Λογισμικό PEAR

Η εξερεύνηση του χάρτη είναι η κύρια λειτουργία του παιχνιδιού, η οποία επιτρέπει στους παίκτες να εκτελούν πραγματικές εξερευνήσεις κατά τη διάρκεια διαφόρων αποστολών και μίνι-παιχνιδιών που αναπαριστούν το περιβάλλον του πραγματικού κόσμου και διευκολύνεται από την ενσωματωμένη τεχνολογία GPS των έξυπνων τηλεφώνων. Κατά τη διάρκειά της, οι παίκτες έχουν τη δυνατότητα να δουν τις θέσεις τους στο χάρτη, τη θέση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και τα τυχαία σκουπίδια που δημιουργούνται γύρω από τη θέση του παίκτη. Καθαρίζοντας τα σκουπίδια, μπορούν να συλλέξουν μάρκες βιοκαυσίμων, τις οποίες μπορούν να ανταλλάξουν για να παίξουν διάφορα μίνι-παιχνίδια. Τέσσερα διαφορετικά περιβαλλοντικά προβλήματα πρέπει να αντιμετωπιστούν και συγκεκριμένα η ανακύκλωση, η εξοικονόμηση ενέργειας, η αναδάσωση και η μόλυνση των υδάτων.

Στους συμμετέχοντες στη μελέτη ανατέθηκε αρχικά να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο πριν από το παιχνίδι, προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι αρχικές τους

στάσεις και γνώσεις σχετικά με το θέμα ενδιαφέροντος. Αφού οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν όλα τα μίνι-παιχνίδια, τους ανατέθηκε να απαντήσουν σε ένα δεύτερο ερωτηματολόγιο που περιείχε παρόμοιο τύπο ερωτήσεων για να διαπιστωθεί αν υπήρξαν αλλαγές στις απόψεις, τις στάσεις και τις γνώσεις τους σχετικά με τη βιωσιμότητα. Συνολικά 85 συμμετέχοντες συμπλήρωσαν την έρευνα πριν από το παιχνίδι και 37 από αυτούς ολοκλήρωσαν όλες τις απαιτούμενες εργασίες στο τέλος. Όσοι δεν ολοκλήρωσαν τη διαδικασία, ήταν απρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν το παιχνίδι λόγω της πολυπλοκότητας του ή ανησυχούσαν για ζητήματα προστασίας της ιδιωτικής ζωής που προέκυπταν από την απαίτηση αδειών χρήσης της κάμερας.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το παιχνίδι βελτίωσε σημαντικά τις γνώσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη βιωσιμότητα και τα ζητήματα που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, όπως επίσης και τη στάση απέναντι στα παιχνίδια σοβαρού σκοπού που διαπραγματεύονται την βιώσιμη ανάπτυξη.

Ο Hsieh (2021) παρουσίασε το AROLS, μια μελέτη που ενσωματώνει τεχνολογίες ΕΠ στη διδασκαλία για τη θαλάσσια εκπαίδευση, σε ένα πείραμα δημοτικού σχολείου που σχετίζεται με τα στρείδια. Περιλαμβάνει ψηφιακό περιεχόμενο (2D και 3D), το οποίο στην ουσία είναι ένα εικονογραφημένο βιβλίο (26 σελίδων) που καθοδηγεί τους μαθητές να κατανοήσουν το περιβάλλον της καλλιέργειας στρειδιών, τις μεθόδους αναπαραγωγής, τους φυσικούς εχθρούς, την περιβαλλοντική ζημιά-προστασία και τη διατροφική αξία των στρειδιών. Είκοσι δύο μαθητές συμμετείχαν στη διαδικασία, με τους μισούς (5 αγόρια- 6 κορίτσια) να συμμετέχουν στην προσέγγιση συμβατικού τύπου και τους άλλους μισούς (5 αγόρια- 6 κορίτσια) στη νέα. Για την κατασκευή του τρισδιάστατου μοντέλου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Blender και για την ολοκλήρωση της παρούσας εφαρμογής η πλατφόρμα Unity και το Vuforia SDK.

Η διαδικασία χωρίστηκε σε τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος, και οι δύο ομάδες έμαθαν τις βασικές γνώσεις για το στρείδι τις οποίες διδάχθηκαν από τον καθηγητή. Στη συνέχεια, οι μαθητές έλαβαν μέρος σε ένα προκαταρκτικό τεστ 30 λεπτών για να αξιολογήσουν τις γνώσεις τους για τα στρείδια πριν από τη συμμετοχή τους στο πείραμα. Στο δεύτερο μέρος, η πειραματική ομάδα χρησιμοποίησε για την ενίσχυση της μάθησής σχετικά με τα στρείδια, ενώ η ομάδα ελέγχου χρησιμοποίησε μόνο πολυμεσικό υλικό αποτελούμενο από εκπαιδευτικές διαφάνειες (PowerPoint) που έδειχναν εικόνες της δομής του στρειδιού μέσω ενός δισδιάστατου εικονογραφημένου βιβλίου.

Η δραστηριότητα διδασκαλίας διήρκεσε ογδόντα λεπτά συνολικά. Στην οθόνη της κινητής συσκευής εμφανιζόταν το περιεχόμενο ΕΠ. Κάθε μαθητής έκανε χρήση ενός iPad Mini για να αλληλεπιδράσει με το εικονογραφημένο βιβλίο, πατώντας διαδραστικά κουμπιά στην οθόνη με το δάχτυλό του. Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, όταν ο μαθητής έκανε κλικ στο διαδραστικό κουμπί λειτουργίας "Άνοιγμα", το κέλυφος του στρειδιού άνοιγε. Όταν έκανε κλικ στο κουμπί διαδραστικής λειτουργίας "Κλείσιμο", το κέλυφος έκλεινε. Οι μαθητές μπορούσαν να σύρουν την οθόνη για να παρατηρήσουν διάφορα μέρη του στρειδιού.

Στο τρίτο μέρος και οι δύο ομάδες έκαναν ένα τεστ. Μετά το από αυτό, συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο για να διαπιστωθούν οι μαθησιακές τους εμπειρίες και στάσεις. Η αξιολόγηση των μαθητών πραγματοποιήθηκε στην αρχή και στο τέλος (είκοσι ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου) της δραστηριότητας. Ανέδειξε την υπεροχή της χρήσης ΕΠ, καθώς παρατηρήθηκε αύξηση προσοχής, εμπιστοσύνης και ικανοποίησης των μαθητών. Οι μαθητές ενδιαφέρθηκαν για τη μαθησιακή προσέγγιση με χρήση ΕΠ, απέκτησαν τις γνώσεις που απαιτούνταν στο μάθημα των στρειδιών, αντιλήφθηκαν τη σημασία της βιωσιμότητας και βελτίωσαν γενικά τη μαθησιακή

επίδοση τους



Εικόνα 10: Λογισμικό AROLS

Ο Shih-Yeh Chen δημιούργησε το 2022 ένα εικονογραφημένο βιβλίο επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιώντας το μοναδικό φυσικό οικοσύστημα της Ταϊβάν (Orchid Island) σε μαθήματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης για να μελετήσει τις στάσεις των παιδιών από διαφορετικούς πολιτισμούς. Σε αυτή τη μελέτη 26 Μαθητές δημοτικού (έκτη τάξη) της Ταϊβάν και 26 Ιάπωνες μαθητές δημοτικού (έκτη τάξη), προσκλήθηκαν να συμμετάσχουν σε μια εκτεταμένη δραστηριότητα επαυξημένης πραγματικότητας ως πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Οι περιβαλλοντικές στάσεις επηρέασαν σημαντικά τις δεξιότητες περιβαλλοντικής συμπεριφοράς διαφορετικών πολιτισμικά παιδιών.

Με βάση το μέγεθος του δείγματος των 52, τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν ακριβή με δειγματοληπτικό σφάλμα 3,8% με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Ένα ερωτηματολόγιο διενεργήθηκε στους 52 μαθητές μετά την εκδήλωση. Η ανάλυση μοντελοποίησης (PLS-SEM) πραγματοποιήθηκε με Smart PLS 3.0 στο μικρό δείγμα. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι μαθητές που είχαν καλύτερη αυτο-αποτελεσματικότητα στη μάθηση των φυσικών επιστημών ήταν πιο πιθανό να συμμετάσχουν σε δράσεις

διατήρησης που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον στην καθημερινή τους ζωή. Επίσης παρουσίασαν αύξηση περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.



Εικόνα 11: Εφαρμογή για το οικοσύστημα της Ταϊβάν

Η Safitri και οι συνεργάτες της (2022), παρουσίασαν μια έρευνα η οποία εξέτασε την ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης κατά την χρήση τεχνολογίας ΕΠ σε μαθητές στη Νότια Τζακάρτα της Ινδονησίας. Η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των μαθητών υποδείχθηκε μέσω περιβαλλοντικών δράσεων που σχετίζονται με την επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων. Ο πληθυσμός της έρευνας δημιουργήθηκε με απλή τυχαία δειγματοληψία χρησιμοποιώντας την τεχνική τύπου Slovin.

Το προϊόν που σχεδιάστηκε στην παρούσα έρευνα ονομάστηκε Ecolabel, κάνει χρήση ΕΠ διαδικτυακά με σκοπό να επιτύχει περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση για φοιτητές. Στη διαδικασία διαμόρφωσης της διαδικτυακής εφαρμογής εφαρμόστηκε το wix.com, καθώς αποτελεί ένα βατό εργαλείο για αρχάριους για να αναπτύξουν και να σχεδιάσουν έναν ιστότοπο. Η επαυξημένη πραγματικότητα που επισυνάπτεται στον ιστότοπο αναπτύχθηκε με τη χρήση του λογισμικού Vuforia για να συνδυάσει ψηφιακό περιεχόμενο σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 12: Εφαρμογή EcoLabel

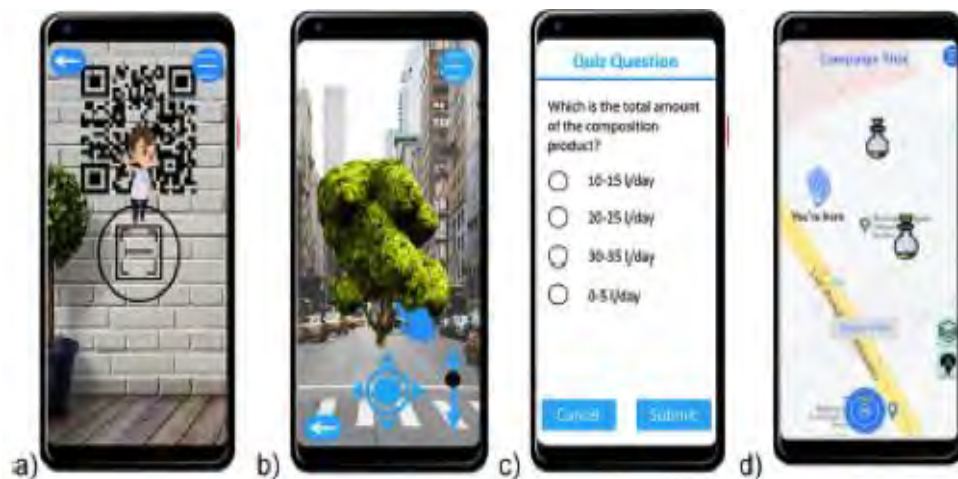
Η αρχική σελίδα του διαδικτυακού τόπου παρουσιάζεται στην παραπάνω εικόνα. Ακολουθούν εννέα δείκτες πάνω στους οποίους ο χρήστης μπορεί να κατευθύνει την κάμερα και στη συνέχεια να λάβει μια περιγραφή στην οθόνη του έξυπνου κινητού. Έτσι, οποιοσδήποτε μπορεί αν έχει πρόσβαση στη συγκεκριμένη εφαρμογή και από οπουδήποτε.

Δημιουργήθηκαν δυο ομάδες, η μια είναι η πειραματική στην οποία εφαρμόστηκε το Ecolabel (χρήση ΕΠ) και η ομάδα ελέγχου στην οποία δεν εφαρμόστηκαν τεχνολογίες ΕΠ. Συνολικά 7956 μαθητές πέμπτης δημοτικού απάντησαν τα ερωτηματολόγια (post-test) μετά την εκπαιδευτική διαδικασία. Σε αυτά εφαρμόστηκε τυχαία δειγματοληψία που αποτελείται από 143 μαθητές για την πειραματική ομάδα και 143 για την ομάδα ελέγχου. Η σύγκριση των δυο δειγμάτων και η εξαγωγή αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Kolmogorov-Smirnov. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση της ΕΠ αυξάνει σημαντικά την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των μαθητών της πέμπτης δημοτικού. Παρατηρήθηκε επίσης ανάπτυξη θετικών στάσεων και συμπεριφορών απέναντι στο περιβάλλον.

Η Κατίκα και οι συνεργάτες της (2022) δημιούργησαν μια εφαρμογή ΕΠ, την

CircularAR, που υποστηρίζει την ευαισθητοποίηση και την συμμετοχή των πολιτών στην κυκλική οικονομία. Για την επίτευξη βέλτιστων αποτελεσμάτων λαμβάνει υπόψη ένα πληθος παραγόντων όπως η ηλικία, η αναπηρία, το χαμηλό εισόδημα, η χαμηλή εκπαίδευση, οι πολιτισμικές και γλωσσικές διαφορές και η κοινωνική απομόνωση. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με τη χρήση ARCore και Marbox, μέσω της πλατφόρμας Unity. Για την επικοινωνία με τον διακομιστή χρησιμοποιήθηκε το RestAPI. Είναι συμβατή με Android και απαιτεί παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS), καθώς βασίζεται στην τοποθεσία για την παρουσίαση ψηφιακών δεδομένων. Οι εμπειρίες ενεργοποιούνται μετά τη σάρωση ενός μοναδικού κωδικού QR. Τα ψηφιακά δεδομένα αποτελούνται από μεμονωμένες εικόνες και βίντεο, γκαλερί εικόνων, πολλαπλά βίντεο και στατικά τρισδιάστατα (3D) μοντέλα. Τα στοιχεία παιχνιδοποίησης περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων ένα σύστημα βαθμολόγησης, κονκάρδες και πίνακα κατάταξης. Ερωτήσεις και κουίζ που ενσωματώνονται στο περιεχόμενο επιτυγχάνουν την κατανόηση του χρήστη και παρέχουν ανατροφοδότηση για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της μάθησης.

Τα ψηφιακά μέσα τοποθετήθηκαν μέσω ενός διαδικτυακού εργαλείου διαχείρισης περιεχομένου το οποίο επιτρέπει την επιλογή των συντεταγμένων της θέσης κάθε στοιχείου, του τύπου, του περιεχομένου των μέσων, καθώς και της παρεχόμενης ανατροφοδότησης. Οι εμπειρίες ενεργοποιούνται ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται ο χρήστης. Το περιεχόμενο των εμπειριών ΕΠ επιλέχθηκε έτσι ώστε να καλύπτει ένα ευρύ επίπεδο δυσκολίας. Επιπλέον, το περιεχόμενο που σχετίζεται με την κυκλική οικονομία απευθύνεται τόσο σε αρχάριους όσο σε πιο εξειδικευμένους που στοχεύουν να αναπτύξουν επιπλέον τις γνώσεις τους.



Εικόνα 13: Εφαρμογή CircularAR

Για την περίοδο που διεξήχθη η παρούσα μελέτη, δεν επιτράπηκαν οι επιτόπιες δοκιμές λόγω των περιορισμών του COVID-19 στη χώρα. Ως εκ τούτου, το εικονικό υλικό και η διαβούλευση, όπως καθώς και η διαδικτυακή διανομή ήταν τα μόνα μέσα για να εκτεθεί στο κοινό η εφαρμογή. Η διαδικτυακή έρευνα διανεμήθηκε στους πολίτες της Καρδίτσας και μεταφράστηκε στα ελληνικά για να αποφευχθούν τυχόν γλωσσικά εμπόδια ή προκαταλήψεις. Για να διασφαλιστεί η συμμετοχή, χρησιμοποιήθηκαν οι πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης Facebook και LinkedIn. Οι ερωτήσεις περιείχαν απαντήσεις από το 1 έως το 4 (κλίμακα Likert) και η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο SPSS 21. Συνολικά 127 συμμετέχοντες έλαβαν μέρος, ενώ η έρευνα ήταν ποιοτική και ποσοτική. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση του ενδιαφέροντος και της γνώσης σχετικά με την κυκλική οικονομία. Βέβαια, υψηλότερα επίπεδα δέσμευσης παρατηρήθηκαν σε συμμετέχοντες που δεν είχαν πρότερη εμπειρία σχετικά με την κυκλική οικονομία.

Το Zukon 2030 (Karayel et al, 2022) αποτελεί ένα καινοτόμο μαθησιακό περιβάλλον που έχει ως στόχο την ενσωμάτωση στην διδασκαλία των 17 στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης. Συνδέει βασικά θέματα διδασκαλίας του προγράμματος σπουδών της Χημείας με την Αειφόρο Ανάπτυξη, χωρίς ωστόσο να απαιτεί την χρησιμοποίηση της

τοποθεσίας του χρήστη. Οι μαθητές είχαν την επιλογή να ολοκληρώσουν τη μαθησιακή δραστηριότητα είτε στο σπίτι είτε στο σχολείο, σε υβριδική μορφή (μέσω τηλεδιάσκεψης) ή στο εργαστήριο του Πανεπιστημίου της Konstanz (Γερμανία) αυτοπροσώπως. Ήταν δύσκολο να διατηρηθεί η προσοχή, το ενδιαφέρον και τα κίνητρα των μαθητών κατά τη διάρκεια των αρκετών ωρών της τηλεδιάσκεψης. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η πρόκληση, αποφασίστηκε να εμπλουτιστεί το μαθησιακό περιβάλλον με στοιχεία ΕΠ, καθώς και στοιχεία παιχνιδοποίησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προώθηση ατομικών και κοινωνικών δεξιοτήτων.

Εικόνα 14: Παράδειγμα ψηφιακού παζλ ερωτήσεων (Zukon 2030)

Η ενότητα «Το μυστήριο του θανάτου των κοραλλιών» ασχολείται με το θέμα της οξίνισης των ωκεανών, το οποίο περιλαμβάνεται στον 14ο στόχο της Ατζέντας 2030 και μπορεί να συνδυαστεί στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση με τη διδακτέα ύλη των οξέων και των βάσεων. Έτσι, με την παρουσία ενός φανταστικού επιστήμονα (Dr. Akula), οι μαθητές ασχολούνται με το πως οι όξινες ουσίες επιβαρύνουν τον ωκεανό με τελικό αποτέλεσμα των θάνατο των κοραλλιών. Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των πειραμάτων στο εργαστήριο, ο Dr. Akula τα συνδέει με την πραγματικότητα και οι μαθητές μπορούν να μεταφέρουν τα συμπεράσματα των πειραμάτων στο πεδίο της

θάλασσας.

Χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο σε κλίμακα Likert για να εξαχθούν τα συμπεράσματα της μελέτης. Συνολικά δώδεκα μαθητές δεκατριών χρονών και άνω συμμετείχαν στο πείραμα (33,3% αγόρια και 66,7% κορίτσια). Τα αποτελέσματα δείχνανε ότι η ενσωμάτωση της ΕΠ στην περιβαλλοντική εκπαίδευση συμβάλει στην βελτίωση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς.

Μια ακόμη καινοτόμος εφαρμογή ΕΠ, δημιουργήθηκε από την Γρηγορίου και τους συνεργάτες της (2022) στην Καστοριά, με τίτλο Ντολτσό: Μια Παραδοσιακή Συνοικία της Καστοριάς στο Πέρασμα του Χρόνου. Διαπραγματεύεται την βιώσιμη διαχείριση της πολιτιστικής κληρονομιάς της περιοχής, τόσο για τις παρούσες συνθήκες, όσο και για τις μελλοντικές. Η χρήση της προϋποθέτει γνώση είτε της ελληνικής είτε της αγγλικής γλώσσας. Η δημιουργία της βασίστηκε στην χρήση Taleblazer, ενώ απευθύνεται σε κινητές συσκευές που χρησιμοποιούν Android και iOS. Επίσης, είναι απαραίτητος και ο εντοπισμός θέσης (GPS). Απευθύνεται σε μαθητές δημοτικού οι οποίοι υποδύονται μια σειρά ρόλων με σκοπό να αναδείξουν την αισθητική, ιστορική και αρχιτεκτονική αξία διαφόρων μνημείων της περιοχής.



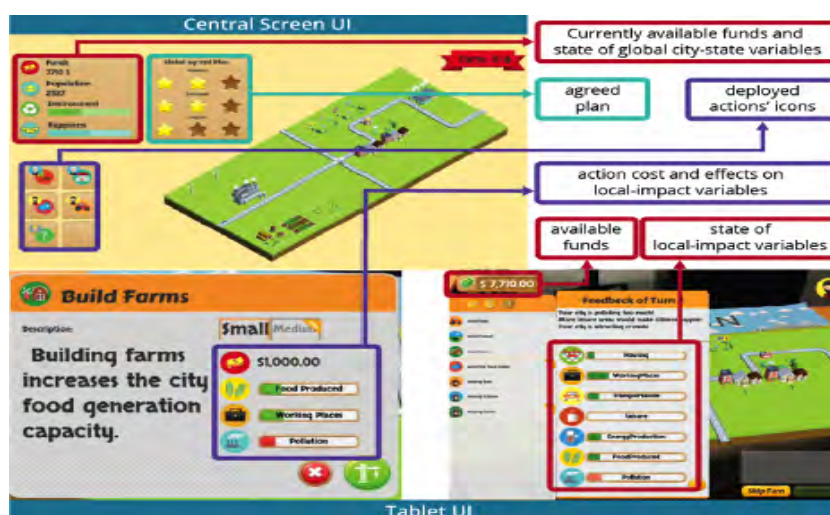
Εικόνα 15: Εφαρμογή Ντόλτσο

Η περιήγηση αρχίζει από τη «Νότια Παραλία» και τελειώνει στον Πυρήνα των Αγίων Αποστόλων, περιλαμβάνοντας δεκαοκτώ «εκπαιδευτικές στάσεις», στις οποίες ο ψηφιακός χρήστης καλείται να δώσει κάποιες απαντήσεις, για να λάβει στη συνέχεια τις αντίστοιχες πληροφορίες. Η διαδικασία απαιτεί περίπου μιάμιση ώρα από τους μαθητές. Συνολικά συμμετείχαν 158 μαθητές οι οποίοι φοιτούσαν στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και η αξιολόγηση βασίστηκε σε ένα ερωτηματολόγιο 29 ερωτήσεων (ανοικτού και κλειστού τύπου). Οι απαντήσεις αξιολογήθηκαν με κλίμακα Likert (1 έως 5), ενώ ο συνολικός χρόνος συμπλήρωσης ήταν περίπου δέκα λεπτά. Το 82.91% των μαθητών αξιολόγησε θετικά το εν λόγω λογισμικό, ενώ το 84.17% βελτίωσε τις γνώσεις του στο συγκεκριμένο πεδίο. Τέλος, το 81.01% παρουσιάζεται πλήρως ικανοποιημένο με την πορεία της εφαρμογής (κλιμακωτή προσέγγιση).

Ο Strada και οι συνεργάτες του (2023) παρουσίασαν το σχεδιασμό και την αξιολόγηση του Sustain, ενός συνεργατικού σοβαρού παιχνιδιού βιωσιμότητας πολλαπλών παικτών. Το Sustain είναι ένα παιχνίδι αστικής ανάπτυξης βασισμένο στην επαυξημένη πραγματικότητα που στοχεύει στην προώθηση της ευαισθητοποίησης και της δέσμευσης των παικτών σε προβλήματα βιωσιμότητας και στην ενίσχυση της ικανότητας των παικτών να τα αντιμετωπίζουν μέσω συνεργατικών και προσαρμοστικών προσεγγίσεων. Αποτελεί ένα παιχνίδι διαχείρισης πόλεων βασισμένο σε ΕΠ για τρεις παίκτες, οι οποίοι συνεργάζονται για να επεκτείνουν μια φανταστική περιοχή πόλης αναλαμβάνοντας διαφορετικούς ρόλους υπεύθυνων χάραξης πολιτικής.

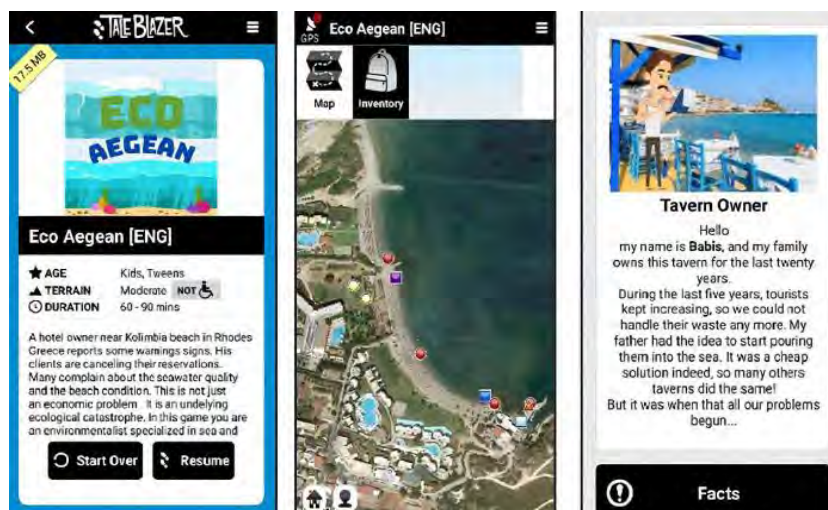
Η αξιολόγηση του παιχνιδιού αξιοποίησε μια πολυτροπική προσέγγιση που περιελάμβανε μέσα στο παιχνίδι αναλυτικά στοιχεία, ερωτηματολόγια και δεδομένα παρατήρησης από ενενήντα εννέα συμμετέχοντες (Πολυτεχνική σχολή του Τορίνο) χωρισμένοι σε ομάδες των τριών ατόμων. Αποσκοπούσε στην αξιολόγηση του

μαθησιακού αποτελέσματος και να προσδιορίσει τις σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών του παιχνιδιού και των αποτελεσμάτων που επιτεύχθηκαν. Τα αποτελέσματα προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν στην αρχή και το τέλος του προγράμματος και υποδηλώνουν ότι το Sustain ήταν αποτελεσματικό στην αλλαγή της ευαισθητοποίησης, την δέσμευση των παικτών απέναντι σε θέματα βιωσιμότητας και την βελτίωση της συνεργατικότητας. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι η ανάπτυξη σοβαρών παιχνιδιών βιωσιμότητας μπορεί να οδηγήσει σε επιπτώσεις ζωτικής σημασίας για την εκπαίδευση στην αειφορία.



Εικόνα 16: Εφαρμογή Sustain

Ο Τζώρτζογλου και οι συνεργάστες του (2023), παρουσίασαν το "EcoAegean", το οποίο εφαρμόστηκε σε περιβάλλοντα πρωτοβάθμιας τάξης για να υποστηρίξει την ανάπτυξη των βασικών ικανοτήτων των μαθητών στο πλαίσιο της αειφορίας. Για τη δημιουργία του χρησιμοποιήθηκε μια ανοικτή πλατφόρμα λογισμικού επαυξημένης πραγματικότητας και ο σχεδιασμός του βασίστηκε σε σύγχρονες θεωρητικές βάσεις σχετικά με τη χρήση τέτοιων παιχνιδιών σε εκπαιδευτικά πλαίσια. Ο σχεδιασμός του "EcoAegean" βασίστηκε στη θεωρία της εγκαθιδρυμένης μάθησης και στην εποικοδομητική θεωρία μάθησης.



Εικόνα 17: Εφαρμογή EcoAegean

Το "EcoAegean" αναπτύχθηκε με τη χρήση του TaleBlazer και πρόκειται για μια πλατφόρμα ανοικτού κώδικα, για τη δημιουργία παιχνιδιών-εμπειριών που βασίζονται στην τοποθεσία. Καθώς οι παίκτες κινούνται στον φυσικό χώρο, οι συσκευές τους εντοπίζουν την τρέχουσα θέση τους (συνήθως χρησιμοποιώντας GPS σε εξωτερικούς χώρους ή iBeacons σε εσωτερικούς χώρους), επιτρέποντας τους να αλληλεπιδρούν με εικονικούς χαρακτήρες, αντικείμενα και δεδομένα στο πλαίσιο πραγματικών τοπίων. Όταν οι παίκτες επιλέγουν να αλληλεπιδράσουν με έναν πράκτορα, εμφανίζονται οι διαθέσιμες επιλογές του πράκτορα για να ξεκινήσουν διάλογο μαζί του ή να αναζητήσουν πληροφορίες σχετικά με μια αναζήτηση. Ανάλογα με τις απαντήσεις των παικτών, νέες επιλογές ή πόροι του παιχνιδιού μπορούν να ξεκλειδωθούν χρησιμοποιώντας την κρυφή ιδιότητα του πόρου. Το TaleBlazer υποστηρίζει τον χειρισμό προσαρμοσμένων χαρακτηριστικών, όπως η πρόοδος του παιχνιδιού, οι συνθήκες τερματισμού του παιχνιδιού και το σκορ, μέσω ενός εύχρηστου οπτικού περιβάλλοντος προγραμματισμού που βασίζεται σε μπλοκ. Το παιχνίδι δοκιμάστηκε αρχικά από δύο εκπαιδευτικούς και έναν μικρό αριθμό μαθητών ως μια μορφή πιλοτικής εφαρμογής, ενώ μια σύντομη αξιολόγηση από τους εκπαιδευτικούς ανέφερε

την επίτευξη βελτίωσης ανάπτυξης βασικών ικανοτήτων αειφορίας από τους μαθητές

Ο Yujun Ma και οι συνεργάτες του (2023) γνωρίζοντας ότι τα παιχνίδια προσομοίωσης μπορούν να αυξήσουν την περιέργεια των μαθητών για μάθηση, σχεδίασαν το Green Deck Project για κινητά με βάση την επαυξημένη πραγματικότητα για να διερευνήσουν την εμπλοκή τεχνολογιών και της παιχνιδιοποίησης στη μαθησιακή διαδικασία για την αειφορία. Σε αυτή την εφαρμογή, υπάρχουν δύο σημαντικά στοιχεία που πρέπει να παρουσιαστούν. Πρώτον, περιλαμβάνονται διάφορα παιχνίδια προσομοίωσης για την εκπαίδευση των μαθητών σε πρακτικές δεξιότητες για την καλλιέργεια βιώσιμων συνηθειών διαβίωσης. Προστίθενται κινούμενα σχέδια για την καλύτερη επεξήγηση αφηρημένων οικολογικών θεωριών και οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να αλληλεπιδρούν με τους χαρακτήρες του παιχνιδιού σε πραγματικό χρόνο δημιουργώντας έτσι μια προηγμένη εμπειρία παιχνιδιού. Δεύτερον, για να δοθεί κίνητρο στους μαθητές να μάθουν το περιεχόμενο, τα ψηφιακά σήματα επιτευγμάτων μπορούν να κερδηθούν μετά τη νίκη στα μίνι-παιχνίδια και να κοινοποιηθούν σε πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης. Το σύστημα ανταμοιβής μπορεί να προσελκύσει τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά.



Εικόνα 18: Σχέδιο της εφαρμογής του Yujun Ma και των συνεργατών του

Συνολικά 130 μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης προσκλήθηκαν να βιώσουν το

παιχνίδι κατεβάζοντάς το. Πραγματοποιήθηκαν δύο έρευνες για την αξιολόγηση της μαθησιακής εμπειρίας και της απόκτησης γνώσεων σχετικά με την αειφόρο ανάπτυξη. Μια για να εξετάσει το υπόβαθρο κατά την έναρξη και μια κατά τη λήξη. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση της συνολικής βαθμολογίας των μαθητών, αφού έπαιξαν το παιχνίδι. Συγκεκριμένα, υπήρξε αξιοσημείωτη βελτίωση στην κατανόηση των θεμάτων που σχετίζονται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τη μείωση των αποβλήτων και τη βιώσιμη διαβίωση. Επιπλέον, οι μαθητές ανέφεραν υψηλότερο επίπεδο ενδιαφέροντος και κινήτρων για τη μάθηση σχετικά με περιβαλλοντικά θέματα μετά το παιχνίδι. Τα διαδραστικά και ελκυστικά χαρακτηριστικά του παιχνιδιού, όπως τα στοιχεία παιχνιδοποίησης και η φιλική προς το χρήστη διεπαφή, έτυχαν θετικής αποδοχής. Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι το παιχνίδι ήταν αποτελεσματικό στην προώθηση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αυξάνοντας τις γνώσεις των μαθητών σχετικά με τα περιβαλλοντικά θέματα και την ενίσχυση του ενδιαφέροντος και των κινήτρων τους για μάθηση όσον αφορά την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Συνοπτικά, η πρωτοβουλία αυτή κατέδειξε τις δυνατότητες χρήσης των παιχνιδιών ως εργαλείου για την περιβαλλοντική εκπαίδευση και τόνισε τη σημασία των ελκυστικών και προσιτών προσεγγίσεων για την προώθηση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης βμεταξύ των νέων γενεών.

Συνδυάζοντας παιχνίδια ΕΠ, ο Czok και οι συνεργάτες του (2023) δημιούργησαν ένα περιβάλλον μάθησης ΕΠ βασισμένο στην παιχνιδοποίηση, το οποίο αναμένεται να δώσει κίνητρα στους μαθητές, να εμπλέξει τους χρήστες, να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου, και να επηρεάσει θετικά την αποδοχή της τεχνολογίας από τους μαθητές και την αντίληψη σχετικά με την αποτελεσματικότητα ως προς τη χρήση της εν λόγω τεχνολογίας. Το Beat the Beast (2023) αποτελεί μια

εφαρμογή ΕΠ που βασίζεται στην παιχνιδιοποίηση και μαθαίνει τους χρήστες για το "μικροπλαστικό". Είναι σχεδιασμένο για εκπαιδευτικούς της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης. Διεξάγεται στο πρώτο εξάμηνο, στην αρχή δηλαδή του κύκλου σπουδών. και ακολουθεί μια διεπιστημονική προσέγγιση, συνδυάζοντας τα μαθήματα της βιολογίας, χημείας και μηχανικής.



Εικόνα 19: Εφαρμογή Beat the Beast

Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε τον Δεκέμβριο του 2022 σε ένα μάθημα πρώτου εξαμήνου σε φοιτητές του πανεπιστημίου Weingarten. Το πρόγραμμα σπουδών δεν περιλαμβάνει το θέμα των μικροπλαστικών, της παιχνιδιοποίησης ή της τεχνολογίας ΕΠ, επομένως όλοι οι μαθητές ήταν εξίσου νέοι σε αυτά τα πεδία. Από το δείγμα προέκυψαν 203 συμμετέχοντες (ηλικίας 18-36 ετών), το 64,4% φοιτεί στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, το 27,4% στην δευτεροβάθμια, 6,8% σε άλλη βαθμίδα εκπαίδευσης και για το 1,4% απουσίαζαν οι τιμές. Οι γυναίκες αποτελούσαν το 76,3%, οι άνδρες το 22,8% και 0,9% ήταν ελλιπείς τιμές. Δημιουργήθηκαν τέσσερις ομάδες με παρόμοιο μέγεθος Α-Δ. Οι ομάδες είχαν πανομοιότυπους μαθησιακούς στόχους και χωρίστηκαν ως εξής:

Α: με ΕΠ/με παιχνίδι

Β: με ΕΠ/χωρίς παιχνίδι,

Γ: χωρίς ΕΠ /με παιχνίδι

Δ: χωρίς ΕΠ/χωρίς παιχνίδι.

Δημιουργήθηκαν υποομάδες ανά τέσσερις συμμετέχοντες και έλαβαν μια ταμπλέτα για να εκτελέσουν την παρέμβαση. Ανάλογα την ομάδα, παρουσιάστηκαν τέσσερις διαφορετικοί τύποι με ερωτηματολόγια σχετικά με τα κίνητρα, την αποδοχή της τεχνολογίας, την αφοσίωση των χρηστών, την αποτελεσματικότητα, τη γνώση και τη συνεισφορά στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η έρευνα μας δείχνει ότι παρόλο που η επαυξημένη πραγματικότητα παρουσιάζει ένα σχετικά αυξημένο γνωστικό φορτίο, δεν επηρεάζει αρνητικά τα μαθησιακά αποτελέσματα. Παρά τον αυξημένο γνωστικό φόρτο, οι εκπαιδευόμενοι δεν παρουσιάζουν μικρότερη απόκτηση γνώσεων σε σύγκριση με εκείνες σε εναλλακτικά περιβάλλοντα. Επιπλέον, η έρευνά υπογραμμίζει τις δυνατότητες της ΕΠ να ενισχύσει τα κίνητρα και την αφοσίωση των χρηστών.

Στον διεπιστημονικό τομέα της αειφορίας, η ΕΠ παρέχει οφέλη, καθώς η διερευνητική της φιλοσοφία και ο διαδραστικός χαρακτήρας της μπορεί να προκαλέσει υψηλό ενδιαφέρον και να συνδέσει πτυχές διαφορετικών τομέων. Με στόχο τη διερεύνηση των πλεονεκτημάτων της ΕΠ που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση για τη βιώσιμη ανάπτυξη, η δομή του παιχνιδιού χωρίζεται σε υποθεματικές ενότητες: κατανάλωση και χρήση, απόβλητα και ρύποι, υποκατάσταση και πιθανές λύσεις. Διαφορετικές προκλήσεις επιτρέπουν στους παίκτες να αλληλεπιδρούν και να προβληματιστούν σχετικά με το θέμα της χρήσης των πλαστικών από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Αυτό πυροδοτεί τη δράση σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο. Εκ του αποτελέσματος, αντιλαμβανόμαστε αύξηση περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης, ενίσχυση εμπλοκής και παρουσίαση κινήτρων κατά την εκμάθηση βασικών θεμάτων βιωσιμότητας

Ο Shishakly και οι συνεργάτες (2023) του πραγματοποίησαν ακόμα μια έρευνα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των έξυπνων τεχνολογιών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, στον τομέα της βιώσιμης ανάπτυξης. Η έρευνα εστίαζε στον κεντρικό ρόλο των σπουδαστών να εδραιωθούν ως σημαντικοί καταλύτες για την προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, διερευνά το βαθμό εξοικείωσης των μαθητών με πρωτοβουλίες βιώσιμης ανάπτυξης σε ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης στα ΗΑΕ. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, η μελέτη εισάγει το Πλαίσιο Τεχνολογικής Ένταξης για την Εκπαίδευση στην Αειφόρο Ανάπτυξη (TIFESD), που χρησιμεύει ως εργαλείο αξιολόγησης για την αποτίμηση της ευαισθητοποίησης των μαθητών σχετικά με στοιχεία που βασίζονται στο ευρύτερο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (ΕΑΑ) εντός των αντίστοιχων πανεπιστημίων. Η έρευνα (Απρίλιος 2023) χρησιμοποιεί μια ποσοτική μεθοδολογία, που περιλαμβάνει την συλλογή 513 φορμών απαντήσεων από φοιτητές σε εννέα πανεπιστήμια στα ΗΑΕ. Εφάρμοσε μια υβριδική μέθοδο συλλογής των δεδομένων που αφορούσε μια διαδικτυακή έρευνα που διενεργήθηκε μέσω Google Form και αλληλεπιδράσεις με τη βοήθεια μέσων κοινωνικής δικτύωσης όπως το Instagram, το Facebook και το WhatsApp. Η έρευνα χρησιμοποίησε κλίμακα Likert 5 βαθμών, με τους ερωτηθέντες να βαθμολογούν στοιχεία σχετικά με τη σημασία και την απόδοση. Δημογραφικές πληροφορίες, όπως το φύλο, οι ειδικότητες, η πανεπιστημιούπολη και το ακαδημαϊκό έτος, συλλέχθηκαν επίσης.

Τα αποτελέσματα της μελέτης με τη χρήση ΕΠ, υπογραμμίζουν για τους μαθητές βαθιά συνειδητοποίηση ενός φάσματος στοιχείων σχετικά με τη βιώσιμη ανάπτυξη, ενώ η παρουσία νέων τεχνολογιών, προσφέρει άμεση κινητοποίηση και ευαισθητοποίηση από την πλευρά τους.

Πίνακες Αποτελεσμάτων

Πίνακας 3: Μεταβλητές (χώρα, εκπαιδευτική βαθμίδα, Αναπτυξιακή κατηγορία, δείγμα)

Αναφορά	Χώρα	Εκπαιδευτική βαθμίδα	Περιοχή εστίασης	Αναπτυξια κή κατηγορία	Δείγμα
Cultivating Environmental Awareness: Modeling Air Quality Data via Augmented Reality Miniature Trees (2018)	Κίνα	Τριτοβάθμια εκπαίδευση	Αειφορία	Γνωστικό	63
Enhancing awareness on green consumption of electronic devices: The application of Augmented Reality (2018)	Αγγλία	Τριτοβάθμια εκπαίδευση	Αειφορία	Γνωστικό	40
Location-based smartphone games in the context of environmental education and education for sustainable development: fostering connectedness to nature with Geogames (2018)	Γερμανία	Δευτεροβάθμια & Τριτοβάθμια	Αειφορία	Γνωστικό	339
Nurturing Environmental Education at the Tertiary Education Level in China: Can Mobile Augmented Reality and Gamification Help? (2019)	Κίνα	Τριτοβάθμια	Αειφορία	Γνωστικό	98 (87 γυν. & 11 αν.)
Augmented Reality Smartphone Applications as a Tool to Raise Awareness of Circular Economy (2019)	Σουηδία	Μετά την Τριτοβάθμια	Αειφορία	Γνωστικό	11 (7 αν. & 4 γυν.)
Promoting pro-environmental behaviour through augmented reality and persuasive informational power: A	Αγγλία	Γ' θμια	Αειφορία	Γνωστικό	8

pilot study (2019)					
Development of mobile augmented-reality and virtual-reality simulated training systems for marine ecology education (2019)	Ταϊβάν	Τριτοβάθμια	Αειφορία	Γνωστικό	191
Faculty awareness of the economic and environmental benefits of augmented reality for sustainability in Saudi Arabian universities (2019)	Σαουδική Αραβία	Μέλη ΔΕΠ	Αειφορία	Γνωστικό	228
The Study of AR-Based Learning for Natural Science Inquiry Activities in Taiwan's Elementary School from the Perspective of Sustainable Development (2021)	Ταϊβάν (σε μια αγροτική περιοχή)	Πρωτοβάθμια	Αειφορία	Γνωστικό	80 (77 απάντησαν)
Evaluating the Effectiveness of an Augmented Reality Game Promoting Environmental (2021)	Σιγκαπούρη	Τριτοβάθμια	Αειφορία	Γνωστικό	85 (37 ολοκληρώσαν)
Development and Application of an Augmented Reality Oyster Learning System for Primary Marine Education (2021)	Ταϊβάν	Πρωτοβάθμια	Αειφορία	Γνωστικό	22 (11 με AROLS και 11 συμβατικά)
To explore the impact of augmented reality digital picture books in environmental education courses on environmental attitudes and environmental behaviors of children from different cultures (2022)	Ιαπωνία Ταϊβάν	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Έκτη δημοτικού)	Αειφορία Πολυπολιτισμική εκπαίδευση	Γνωστικό	52 μαθητές δημοτικού
Ecolabel with Augmented Reality on the Website to Enhance Student Environmental Awareness (2022)	Ινδονησία	Πρωτοβάθμια (Πέμπτη δημοτικού)	Αειφορία	Γνωστικό	143+143=286
Augmented reality (AR) supporting citizen	Ελλάδα	Διαβίου 18-65	Αειφορία	Γνωστικό	127

engagement in circular economy (2022)					
ZuKon 2030: An Innovative Learning Environment Focused on Sustainable Development Goals (2022)	Γερμανία	Δευτεροβάθμια & Τριτοβάθμια (Γυμνάσιο, Λύκειο, Πανεπιστήμιο)	Αειφορία	Γνωστικό	12
Ντολτσό: Μια Παραδοσιακή Συνοικία της Καστοριάς στο Πέρασμα του Χρόνου» (2022)	Ελλάδα	Δευτεροβάθμια	Αειφορία- Πολιτιστική ή κληρονομιά	Γνωστικό	102
Leveraging a collaborative augmented reality serious game to promote sustainability awareness, commitment and adaptive problem-management (2023)	Ιταλία	Τιτοβάθμια Ανώτατη εκπαίδευση	Αειφόρος Ανάπτυξη	Γνωστικό Κοινωνική ευταισθητοποίηση	99 Μεταπτυχιακό-Διδακτορικό
Design of a Location-Based Augmented Reality Game for the Development of Key 21st Century Competences in Primary Education (2023)	Ελλάδα	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση	Αειφορία	Γνωστικό	Μικρός αριθμός μαθητών Α'θμιας Εκπαίδευσης
Turning Grey to Green: Engaging Gamification in Sustainability Education with Augmented Reality Technology (2023)	Χονγκ Κονγκ	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας Μείωση αποβλήτων Βιώσιμη Διαβίωση	Γνωστικό	130 μαθητές Β'θμιας Εκπαίδευσης
Learning Effects of Augmented Reality and Game-Based Learning for Science Teaching in Higher Education in the Context of Education for Sustainable	Γερμανία	Τριτοβάθμια εκπαίδευση	Αειφορία	Γνωστικό	203 φοιτητές τριτοβάθμιας

Development Εμπειρική Γ-θμία εκπαίδευση (2023)					εκπαίδευσης
The influence of using smart technologies for sustainable development in higher education institutions (2023)	HAE (HΝΩΜ ENA APABI KA EMIPA TA)	Τριτοβάθμια εκπαίδευση	Αειφορία	Γνωστικό	513 φοιτητές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης

Πίνακας 4: Μεταβλητές (κύριοι στόχοι, μέθοδος έρευνας, κύριες μεταβλητές, εργαλεία, όνομα)

Αναφορά	Κύριοι Στόχοι	Μέθοδος έρευνας	Κύριες Μεταβλητές	Εργαλεία – Μέθοδος μέτρησης	Όνομα εφαρμογής
Cultivating Environmental Awareness: Modeling Air Quality Data via Augmented Reality Miniature Trees (2018)	Ρύπανση του αέρα	Ποιοτική	Απόκτηση γνώσεων	Παρουσιάσεις	Pocket Penjing
Enhancing awareness on green consumption of electronic devices: The application of Augmented Reality (2018)	Κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών-Επιπτώσεις στο περιβάλλον	Ποσοτική	Απόψεις μαθητών σχετικά με την ευκολία χρήσης Απόκτηση γνώσεων	Ερωτηματολόγιο TAM	ARGY
Location-based smartphone games in the context of environmental education and education for sustainable development: fostering connectedness to nature with Geogames (2018)	Διατήρηση αγριόγατας	Ποιοτική	Αύξηση ευχαρίστησης Απόκτηση γνώσεων	Ερωτηματολόγιο	BioDiv2G
Nurturing Environmental Education at the Tertiary	Περιβαλλοντική εκπαίδευση	Ποσοτική και ποιοτική	Επίπεδο ευχρηστίας Βελτίωση συμπεριφοράς	Ερωτηματολόγιο SPSS 23 Συνέντευξη	n/a

Education Level in China: Can Mobile Augmented Reality and Gamification Help? (2019)			ς		
Augmented Reality Smartphone Applications as a Tool to Raise Awareness of Circular Economy (2019)	Κυκλική οικονομία	Ποσοτική και ποιοτική	Ευκολία απόκτησης γνώσεων	Ερωτηματολόγιο Συνέντευξη	n/a
Promoting pro-environmental behaviour through augmented reality and persuasive informational power: A pilot study (2019)	Φιλοπεριβαλλοντική συμπεριφορά	Ποσοτική και ποιοτική	Απόκτηση γνώσεων Βελτίωση συμπεριφοράς	Ερωτηματολόγιο Συνέντευξη	Δ/Π
Development of mobile augmented-reality and virtual-reality simulated training systems for marine ecology education (2019)	Θαλάσσια οικολογία	Ποσοτική και ποιοτική	Απόκτηση γνώσεων Βελτίωση συμπεριφοράς	Ερωτηματολόγιο Συνέντευξη	Δ/Π
Faculty awareness of the economic and environmental benefits of augmented reality for sustainability in Saudi Arabian universities (2019)	Βιωσιμότητα	Ποσοτική	Διερεύνηση γνώσεων	Ερωτηματολόγιο	Δ/Π
The Study of AR-Based Learning for Natural Science Inquiry Activities in Taiwan's	κατανόηση των σχολικών φυτών προστασία του περιβάλλοντος	Ποσοτική και Ποιοτική	Απόψεις μαθητών σχετικά με την ευκολία χρήσης Απόκτηση	Ερωτηματολόγιο Likert Χρήση SPSS 22	Δ/Π

Elementary School from the Perspective of Sustainable Development (2021)			γνώσεων		
Evaluating the Effectiveness of an Augmented Reality Game Promoting Environmental (2021)	ανακύκλωση, εξοικονόμηση ενέργειας αναδάσωση μόλυνση των υδάτων.	Ποσοτική	Απόκτηση γνώσεων Βελτίωση συμπεριφοράς	Ερωτηματολόγιο	PEAR
Development and Application of an Augmented Reality Oyster Learning System for Primary Marine Education (2021)	Θαλάσσια εκπαίδευση Διατροφική αξία στρειδιών Προστασία στρειδιών	Ποσοτική	Απόκτηση γνώσεων	Ερωτηματολόγιο	AROLS
To explore the impact of augmented reality digital picture books in environmental education courses on environmental attitudes and environmental behaviors of children from different cultures (2022)	Περιβαλλοντική ή συμπεριφορά	Ποσοτική	Μαθησιακή εμπειρία Ευκολία απόκτησης Γνώσεων	Ερωτηματολόγιο	Δ/Π
Ecolabel with Augmented Reality on the Website to Enhance Student Environmental Awareness (2022)	Περιβαλλοντική ή ευαισθητοποίηση	Ποσοτική	Αξιολόγηση συμμετεχόντων Μαθησιακή εμπειρία	Ερωτηματολόγιο	Ecolabel
Augmented reality (AR) supporting citizen engagement in circular economy (2022)	Κυκλική Οικονομία	Ποσοτική και Ποιοτική	Μαθησιακή εμπειρία Κινητοποίηση χρηστών	Ερωτηματολόγιο Likert	CircularAR
ZuKon 2030: An Innovative Learning	Διαχείριση νερού (Στόχος 14)	Ποσοτική	Αξιολόγηση συμμετεχόντων	Ερωτηματολόγιο Likert	ZuKon 2030

Environment Focused on Sustainable Development Goals (2022)					
Ντολτσό: Μια Παραδοσιακή Συνοικία της Καστοριάς στο Πέρασμα του Χρόνου» (2022)	Επίτευξη βιωσιμότητας της πολιτιστικής κληρονομιάς	Ποσοτική και Ποιοτική	Αξιολόγηση συμμετεχόντων Μαθησιακή εμπειρία	Ερωτηματολόγιο Likert	Ντολτσό: Μια Παραδοσιακή Συνοικία της Καστοριάς στο Πέρασμα του Χρόνου»
Leveraging a collaborative augmented reality serious game to promote sustainability awareness, commitment and adaptive problem-management (2023)	Προώθηση ευαισθητοποίησης παικτών σε προβλήματα βιωσιμότητας ενίσχυση της ικανότητας να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα μέσω συνεργατικών και προσαρμοστικών προσεγγίσεων διαχείρισης προβλημάτων.	Ποιοτική ή Ποσοτική	Μαθησιακή αποτελεσματικότητα και χρηστικότητα ευαισθητοποίηση των παικτών απέναντι σε θέματα βιωσιμότητας	-6 γύροι με ατομικές και συλλογικές δραστηριότητες -Συνολική αξιολόγησης στο τέλος του 6 ^{ου} γύρου -λογισμικό G-power - Ερωτηματολόγιο κατά την έναρξη και τη λήξη	Sustain

Design of a Location-Based Augmented Reality Game for the Development of Key 21st Century Competences in Primary Education (2023)	Ανάπτυξη ικανοτήτων Αειφορίας Κοινωνική ικανότητα Ικανότητα επιχειρηματικότητας	Ποιοτική	Χρηστικότητα Εκπαιδευτική αξία Ανάπτυξη βασικών ικανοτήτων Απόψεις μαθητών – εκπαιδευτικών για την ευκολία χρήσης	Αναστοχασμός	EcoAegean
Turning Grey to Green: Engaging Gamification in Sustainability Education with Augmented Reality Technology (2023)	Επίτευξη Βιωσιμότητας Κινητοποίηση μαθητών	Ποιοτική και Ποσοτική	Μαθησιακή εμπειρία Ευκολία απόκτησης Γνώσεων Κινητοποίηση μαθητών	Ερωτηματολόγιο πριν και μετά	Green Deck Project
Learning Effects of Augmented Reality and Game-Based Learning for Science Teaching in Higher Education in the Context of Education for Sustainable Development Εμπειρική Γ-θμια εκπαίδευση (2023)	Επίτευξη περιβαλλοντικής συνείδησης Διαχείριση μικροπλαστικών	Ποιοτική	Επίπεδο ευχρηστίας Κινητοποίηση φοιτητών Ανάπτυξη βασικών ικανοτήτων	Ερωτηματολόγια Likert	Beat the Beast
The influence of using smart technologies for sustainable development in higher education institutions (2023)	Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση Βασικές αρχές ΒΑ	Ποσοτική	Απόψεις φοιτητών Κινητοποίηση φοιτητών	Ερωτηματολόγιο για Likert	Δ/Π

Πίνακας 5: Μεταβλητές (μεθοδολογία, εργαλεία ανάπτυξης, λειτουργικό σύστημα, στοιχεία παιχνιδοποίησης)

Αναφορά	Μεθοδολογία ανάπτυξης εφαρμογής	Εργαλεία ανάπτυξης	Λειτουργικό Σύστημα	Συσκευές	Στοιχεία Παιχνιδοποίησης
Cultivating Environmental Awareness: Modeling Air Quality Data via Augmented Reality Miniature Trees (2018)	Δ/Π	Δ/Π	Android	Κινητές συσκευές	Στοιχεία παιχνιδοποίησης
Enhancing awareness on green consumption of electronic devices: The application of Augmented Reality (2018)	Εγκαθιδρυμένη μάθηση TAM	Δ/Π	Android	Κινητές συσκευές	Ανατροφοδότηση Χαρακτηριστικά που μοιάζουν με παιχνίδι
Location-based smartphone games in the context of environmental education and education for sustainable development: fostering connectedness to nature with Geogames (2018)	Εγκαθιδρυμένη μάθηση	Δ/Π	n/a	Κινητές συσκευές	Στοιχεία παιχνιδοποίησης Ανατροφοδότηση
Nurturing Environmental Education at the Tertiary Education Level in China: Can Mobile Augmented Reality and Gamification Help? (2019)	Θεωρία Εγκαθιδρυμένης μάθησης	ARIS	iOS	Κινητές συσκευές	Χαρακτηριστικά που μοιάζουν με παιχνίδι Κουίζ-Ερωτήσεις Φύλλο εργασίας

Augmented Reality Smartphone Applications as a Tool to Raise Awareness of Circular Economy (2019)	Εγκαθιδρυμένη μάθηση	Unity Vuforia	Android	Κινητές συσκευές	Ανατροφοδότηση Ερωτήσεις
Promoting pro-environmental behaviour through augmented reality and persuasive informational power: A pilot study (2019)	Θεωρία εγκαθιδρυμένης μάθησης	Samsung Tango	Android	Κινητές συσκευές	Χαρακτηριστικά που μοιάζουν με παιχνίδι Ανατροφοδότηση
Development of mobile augmented-reality and virtual-reality simulated training systems for marine ecology education (2019)	TAM	Δ/Π	Δ/Π	Κινητές συσκευές	Ανατροφοδότηση
Faculty awareness of the economic and environmental benefits of augmented reality for sustainability in Saudi Arabian universities (2019)	Δ/Π	Twitter Facebook ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, WhatsApp, LinkedIn	Δ/Π	Δ/Π	Δ/Π
The Study of AR-Based Learning for Natural Science	TAM (Μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας) Θεωρία	Δ/Π	Android ios	Κινητές συσκευές	Χαρακτηριστικά που μοιάζουν με παιχνίδι Ανατροφοδότηση

Inquiry Activities in Taiwan's Elementary School from the Perspective of Sustainable Development (2021)	εγκαθιδρυμένης μάθησης				
Evaluating the Effectiveness of an Augmented Reality Game Promoting Environmental (2021)	Εγκαθιδρυμένη μάθηση	Unity ARCore και ARkit API	Android ios	Κινητές συσκευές	Μίνι-παιχνίδια Εικονικές ανταμοιβές
Development and Application of an Augmented Reality Oyster Learning System for Primary Marine Education (2021)	Δ/Π	Unity Blender Vuforia	iOS	Κινητές συσκευές	Στοιχεία παιχνιδιοποίησης Ανατροφοδότηση
To explore the impact of augmented reality digital picture books in environmental education courses on environmental attitudes and environmental behaviors of children from different cultures (2022)	Εγκαθιδρυμένη μάθηση	Δ/Π	Android iOS	Εργαστήριο Κινητές συσκευές	Χαρακτηριστικά που μοιάζουν με παιχνίδι Ανατροφοδότηση
Ecolabel with Augmented Reality on the Website to Enhance Student Environmental Awareness	Εγκαθιδρυμένη μάθηση	Wix.com Vuforia	Android ios	Εργαστήριο Κινητές συσκευές Έξυπνα κινητά	Στοιχεία παιχνιδιοποίησης

(2022)					
Augmented reality (AR) supporting citizen engagement in circular economy (2022)	Δ/Π	Unity ARCore Mapbox	Android	Έξυπνα κινητά	Στοιχεία παιχνιδοποίησης
ZuKon 2030: An Innovative Learning Environment Focused on Sustainable Development Goals (2022)	Δ/Π	n/a	Android ios	Κινητές συσκευές (κινητά και ταμπλετ)	Χαρακτηριστικά που μοιάζουν με παιχνίδι
Ντολτσό: Μια Παραδοσιακή Συνοικία της Καστοριάς στο Πέρασμα του Χρόνου» (2022)	Δ/Π	TaleBlazer (πλατφόρμα)	Android ios	Κινητές συσκευές (κινητά και ταμπλετ)	
Leveraging a collaborative augmented reality serious game to promote sustainability awareness, commitment and adaptive problem-management (2023)	Δ/Π	Δ/Π	διεξήχθει σε εργαστήριο εξοπλισμέν ο με συσκευές και ρυθμίσεις που είναι απαραίτητες για το παιχνίδι Sustain	διεξήχθει σε εργαστήριο εξοπλισμένο με συσκευές και ρυθμίσεις που είναι απαραίτητες για το παιχνίδι Sustain	-Συνεργασία -Μίνι παιχνίδι -Ανατροφοδότηση -Ερωτηματολόγιο
Design of a Location-Based Augmented Reality Game for the Development of Key 21st Century Competences in Primary Education (2023)	Εγκαθιδρυμένη μάθηση και στην εποικοδομητική θεωρία μάθησης	TaleBlazer (πλατφόρμα)	Android iOS	Κινητές Συσκευές	Χαρακτηριστικά που μοιάζουν με παιχνίδι Εικονικές ανταμοιβές (ξεκλειδώνουν νέες επιλογές) Σκορ Παιχνίδι ρόλων
Turning Grey to Green:	Με βάση την τοποθεσία	Δ/Π	Android iOS	Κινητές συσκευές	Πόντοι Κινούμενα σχέδια

Engaging Gamification in Sustainability Education with Augmented Reality Technology (2023)					Ανταμοιβή
Learning Effects of Augmented Reality and Game-Based Learning for Science Teaching in Higher Education in the Context of Education for Sustainable Development Εμπειρική Γ-θμια εκπαίδευση (2023)	DBR μέθοδος	Δ/Π	Android iOS	Κινητές συσκευές	Ερωτήσεις Ανατροφοδότηση Χαρακτηριστικά που μοιάζουν με παιχνίδι
The influence of using smart technologies for sustainable development in higher education institutions (2023)	Συλλογή δεδομένων με Google form	Google form Instagram, Facebook WhatsApp	Android iOS	Κινητές συσκευές	Στοιχεία παιχνιδιοποίησης

Πίνακας 6: Κύρια ευρήματα

Αναφορά	Κύρια ευρήματα
Cultivating Environmental Awareness: Modeling Air Quality Data via Augmented Reality Miniature Trees (2018)	Γνώση για την ρύπανση του αέρα και των συνεπειών της
Enhancing awareness on green consumption of electronic devices: The application of Augmented Reality (2018)	Βελτίωση περιβαλλοντικής συνείδησης
Location-based smartphone games in the context of environmental education and education for sustainable development: fostering connectedness to nature with	Αύξηση περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης Βελτίωση ευχαρίστησης

Geogames (2018)	
Nurturing Environmental Education at the Tertiary Education Level in China: Can Mobile Augmented Reality and Gamification Help? (2019)	-Εμπλουτισμός εμπειρίας εκμάθησης της αγγλικής γλώσσας -Προώθηση περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης -Θετικά ευρήματα για την ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση
Augmented Reality Smartphone Applications as a Tool to Raise Awareness of Circular Economy (2019)	Ευαισθητοποίηση σχετικά με την σημασία της Κυκλικής Οικονομίας
Promoting pro-environmental behaviour through augmented reality and persuasive informational power: A pilot study (2019)	Επίτευξη φιλοπεριβαλλοντικής συμπεριφοράς (ανακύκλωση, σβήσιμο όλων των φώτων στο σπίτι, οικονομία νερού.
Development of mobile augmented-reality and virtual-reality simulated training systems for marine ecology education (2019)	-τα μαθησιακά επιτεύγματα διέφεραν πριν και μετά τις δραστηριότητες καθοδήγησης AR και VR, -τόσο οι τρόποι καθοδήγησης AR όσο και οι VR βελτίωσαν την εμπειρία των επισκεπτών, -η αποδοχή της τεχνολογίας ήταν θετική και η εμπλοκή αυξήθηκε και στις δύο ομάδες -ενδυνάμωση πεποιθήσεων θαλάσσιας οικολογίας.
Faculty awareness of the economic and environmental benefits of augmented reality for sustainability in Saudi Arabian universities (2019)	το προσωπικό των ακαδημαϊκών τμημάτων και των τμημάτων ηλεκτρονικής μάθησης πιστεύει ότι η χρήση της ΕΠ στην τριτοβάθμια εκπαίδευση έχει περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη για την αειφορία.
The Study of AR-Based Learning for Natural Science Inquiry Activities in Taiwan's Elementary School from the Perspective of Sustainable Development (2021)	Πιο χρήσιμη για τους μικρότερους σε ηλικία και τους «ψηφιακά ασθενέστερους» αύξηση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.
Evaluating the Effectiveness of an Augmented Reality Game Promoting Environmental (2021)	Βελτίωση γνώσεων σχετικά με τη βιωσιμότητα και την κλιματική αλλαγή, Αναθεώρηση της στάσης των συμμετεχόντων απέναντι στα παιχνίδια σοβαρού σκοπού
Development and Application of an Augmented Reality Oyster Learning System for Primary Marine Education (2021)	Αύξηση προσοχής/ ενδιαφέροντος Ανάπτυξη γνώσεων Αειφορίας
To explore the impact of augmented reality digital picture books in environmental education courses on environmental attitudes and environmental behaviors of children from different cultures (2022)	καλύτερη αυτο-αποτελεσματικότητα στη μάθηση των φυσικών επιστημών αύξηση πιθανότητας συμμετοχής σε δράσεις διατήρησης που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον στην καθημερινή τους ζωή. αύξηση περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.

Ecolabel with Augmented Reality on the Website to Enhance Student Environmental Awareness (2022)	ανάπτυξη θετικών στάσεων και συμπεριφορών απέναντι στο περιβάλλον περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση.
Augmented reality (AR) supporting citizen engagement in circular economy (2022)	αύξηση του ενδιαφέροντος και της γνώσης σχετικά με την κυκλική οικονομία. υψηλότερα επίπεδα δέσμευσης παρατηρήθηκαν σε συμμετέχοντες που δεν είχαν πρότερη εμπειρία
ZuKon 2030: An Innovative Learning Environment Focused on Sustainable Development Goals (2022)	Εμπειρία παιχνιδιού -Ευαισθητοποίηση για ΒΑ
Ντολτσό: Μια Παραδοσιακή Συνοικία της Καστοριάς στο Πέρασμα του Χρόνου» (2022)	Θετική αξιολόγηση του εν λόγω λογισμικού βελτίωση γνώσεων στο συγκεκριμένο πεδίο. Ικανοποίηση με την πορεία της εφαρμογής (κλιμακωτή προσέγγιση)
Leveraging a collaborative augmented reality serious game to promote sustainability awareness, commitment and adaptive problem-management (2023)	-Εμπειρία παιχνιδιού -Ευαισθητοποίηση για ΒΑ -Δέσμευση για Βιωσιμότητα -Βελτίωση συνεργατικής Μάθησης -Αύξηση ομαδικής προσαρμοστικότητας
Design of a Location-Based Augmented Reality Game for the Development of Key 21st Century Competences in Primary Education (2023)	Βελτίωση βασικών ικανοτήτων αειφορίας
Turning Grey to Green: Engaging Gamification in Sustainability Education with Augmented Reality Technology (2023)	Αύξηση ευαισθητοποίησης περιβαλλοντικών προβλημάτων Βελτίωση γνώσεων περιβαλλοντικής προστασίας Προώθηση γνώσεων προστασίας περιβάλλοντος
Learning Effects of Augmented Reality and Game-Based Learning for Science Teaching in Higher Education in the Context of Education for Sustainable Development Εμπειρική Γ-θμια εκπαίδευση (2023)	αύξηση περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης ενίσχυση εμπλοκής παρουσίαση κινήτρων κατά την εκμάθηση βασικών θεμάτων βιωσιμότητας
The influence of using smart technologies for sustainable development in higher education institutions (2023)	• συνειδητοποίηση ενός φάσματος στοιχείων σχετικά με τη βιώσιμη ανάπτυξη, • άμεση κινητοποίηση επίτευξη ευαισθητοποίησης

4.2 Απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα

Αν και έχουν υπάρξει αρκετές μελέτες σχετικά με τα οφέλη της χρήσης της

Επαυξημένης Πραγματικότητας κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, λίγες ήταν αυτές που επικεντρώθηκαν στην εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον. Έτσι, ο σκοπός της εν λόγω έρευνας, ήταν να ολοκληρώσει μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση (Systematic Literacy Review) μάθησης που σχετίζεται με το συγκεκριμένο πεδίο. Εξετάζει μια πληθώρα σχετικών μελετών για όλα τα εκπαιδευτικά στάδια και θέματα κατά τη διάρκεια των τελευταίων έξι ετών (2018 - σήμερα). Για το λόγο αυτό, τέθηκαν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- **Ποια είναι τα οφέλη απο τη χρήση της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία;**

Η ΕΠ συμβάλλει τα μέγιστα στην αναβάθμιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας προσφέροντας επιπλέον δυνατότητες, δημιουργώντας ένα ελκυστικό και ταυτόχρονα διαδραστικό περιβάλλον που κεντρίζει το ενδιαφέρον των χρηστών. Διαφέρει ουσιαστικά σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας προσφέροντας ένα σαφώς πιο σύγχρονο μοντέλο μάθησης, μέσω του οποίου αυξάνεται η συμμετοχή, ενώ παρατηρείται υψηλότερο επίπεδο εμπάθυνσης. Επιπλέον, η ΕΠ βελτίωσε τη συνεργατική μάθηση και αύξησε την ομαδική προσαρμοστικότητα.

- **Ποια ήταν τα κύρια ευρήματα των σχετικών μελετών όσον αφορά τη χρήση της ΕΠ στην εκπαίδευση για την Αειφορία;**

Η εκπαίδευση για την Αειφορία και το περιβάλλον αποτελεί ένα πεδίο το οποίο είναι δυνατόν να ευνοηθεί από τα σύγχρονα μέσα διδασκαλίας και ιδιαίτερα με τη χρήση της ΕΠ. Η τελευταία συνέβαλε τα μέγιστα στην αύξηση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης παρέχοντας τα εφόδια εκείνα που είναι απαραίτητα για την κατανόηση των περιβαλλοντικών προκλήσεων τόσο σε τοπικό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Επέτρεψε την εμπάθυνση σύνθετων

περιβαλλοντικών ζητημάτων, τη συνειδητοποίηση ενός φάσματος στοιχείων σχετικά με τη βιώσιμη ανάπτυξη, όπως επίσης και την άμεση κινητοποίηση. Στο σημείο αυτό δεν θα πρέπει να παραλείψουμε την βελτίωση των γνώσεων περιβαλλοντικής προστασίας όπως και των ικανοτήτων αειφορίας.

- Σε ποιες χώρες έχουν πραγματοποιηθεί οι περισσότερες σχετικές μελέτες;

Πίνακας 7: Κατανομή μελετών ανά χώρα

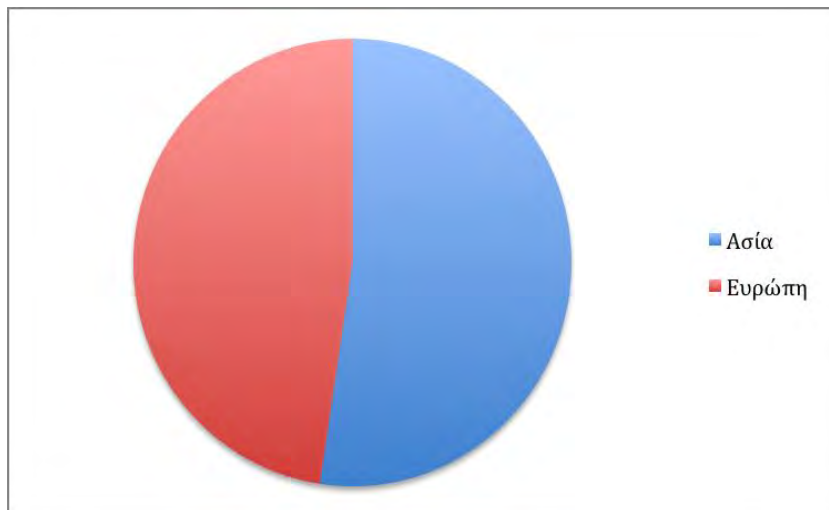
Χώρα	Αριθμός μελετών
Κίνα	3
Ιαπωνία-Ταϊβάν	1
Ταϊβάν	3
Ινδονησία	1
Σαουδική Αραβία	1
Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	1
Σιγκαπούρη	1
Ελλάδα	3
Αγγλία	2
Γερμανία	3
Σουηδία	1
Ιταλία	1
Σύνολο	21

Οι χώρες που είχαν το μεγαλύτερο ποσοστό σχετικών μελετών ήταν η Κίνα, η Ταϊβάν, η Ελλάδα και η Γερμανία, με τρεις μελέτες έκαστη από το σύνολο των εικοσιένα.

Στον πίνακα 8 παρατηρούμε πως οι 11 από τις 21 μελέτες πραγματοποιήθηκαν σε ασιατικές χώρες (Κίνα, Ιαπωνία, Ινδονησία κτλ.) και οι 10 σε ευρωπαϊκές (π.χ. Ελλάδα, Γερμανία, Ιταλία κτλ.).

Πίνακας 8: Κατανομή μελετών ανά ήπειρο

Ασία	Ευρώπη
11	10



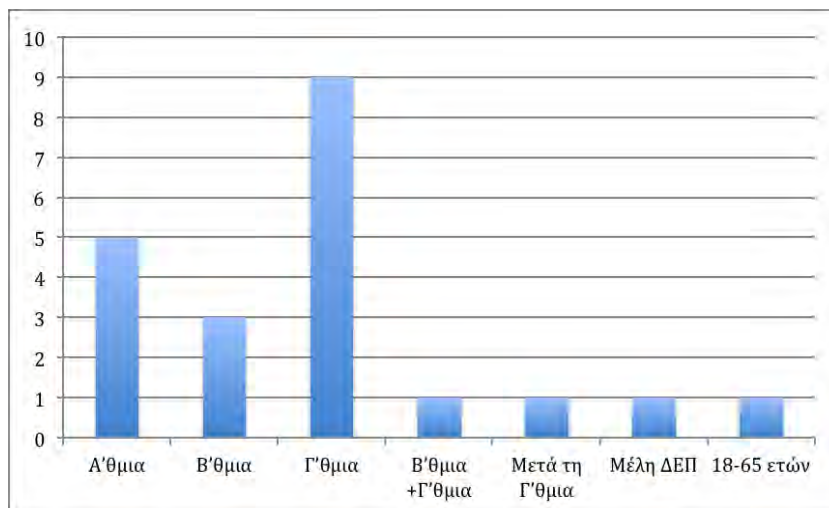
Σχήμα 1: Διάγραμμα κατανομής μελετών ανά ήπειρο

- Σε ποιο εκπαιδευτικό επίπεδο εφαρμόζεται συχνότερα η χρήση της επανξιμένης πραγματικότητας για την Αειφορία;

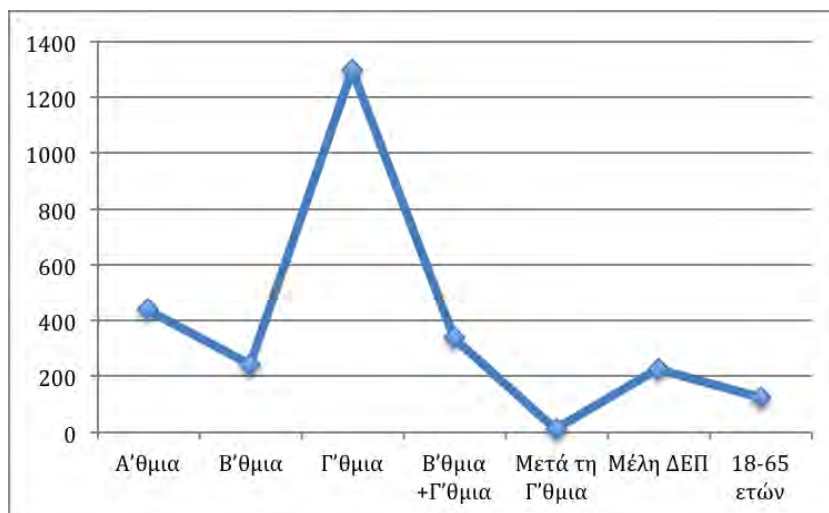
Η ΕΠ εφαρμόζεται συχνότερα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση με 43% καθώς οι 9 από τις 21 μελέτες αναφέρθηκαν σε αυτή. Επίσης, το 23.9% αφορά την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, το 14.3% τη δευτεροβάθμια, το 4.7 % μια μελέτη που περιλάμβανε ταυτόχρονα δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση, το 4.7% την εκπαίδευση μετά την τριτοβάθμια, το 4.7% μέλη ΔΕΠ και το 4,7% άτομα ηλικίας από 18-65 ετών.

Πίνακας 9: Κατανομή μελετών ανά εκπαιδευτική βαθμίδα

Βαθμίδα εκπαίδευσης	Α'θμια	Β'θμια	Γ'θμια	Β'θμια +Γ'θμια	Μετά τη Γ'θμια	Μέλη ΔΕΠ	18-65 ετών
Αριθμός μελετών	5	3	9	1	1	1	1
Αριθμός συμμετεχόντων	440	244	1300	339	11	228	127



Σχήμα 2: Αριθμός μελετών ανά βαθμίδα εκπαίδευσης



Σχήμα 3: Αριθμός χρηστών ανά βαθμίδα εκπαίδευσης

- **Ποια είναι η κύρια εστίαση των μελετών στο συγκεκριμένο πεδίο;**

Η κύρια εστίαση των μελετών αφορά την αειφορία και την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση με απώτερο σκοπό την βελτίωση του γνωστικού αντικειμένου και τελικά την επίτευξη βιώσιμότητας. Κάποιες έρευνες ασχολήθηκαν πιο ενδελεχώς με συγκεκριμένα θέματα όπως η διατήρηση της άγριας γάτας (πανίδα), φυτών (χλωρίδα), στρειδιών και κοραλλιών (θαλάσσια πανίδα).

- **Ποιες μετρήσεις (ερευνητικά μέσα, εργαλεία, μέθοδοι και μεταβλητές) χρησιμοποιούνται κυρίως στις μελέτες σχετικά με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση για την Αειφορία;**

Οι έρευνες που παρουσιάζονται στις εργασίες που επιλέχθηκαν είναι στο σύνολο τους εκπαιδευτικές έρευνες και υπό αυτή την έννοια εμπειρικές. Οι ερευνητές επιλέγουν δείγμα ευκολίας και όχι αντιπροσωπευτικό (δείγμα είναι οι μαθητές τους), ενώ στην επιλογή εργαλείων υπηρετούν μια προσέγγιση εκλεκτικιστική, αξιοποιώντας στοιχεία ποιοτικών και ποσοτικών (quantitative) εργαλείων. Έτσι λοιπόν πραγματοποιούν πειραματικές ή οιονεί πειραματικές προσεγγίσεις και χρησιμοποιούν ερωτηματολόγια πριν και μετά την παρέμβαση (pre-test, post-test), αντλούν στοιχεία από παρατήρηση καθώς και συλλέγουν ποιοτικά στοιχεία μέσα από ημιδομημένες συνεντεύξεις.

- **Ποια εργαλεία ανάπτυξης, μεθοδολογίας και λειτουργικά συστήματα χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον για την ανάπτυξη τέτοιου είδους εκπαιδευτικών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας;**

Για την ανάπτυξη των λογισμικών χρησιμοποιήθηκαν διάφορα εργαλεία όπως Unity, Vuforia, Aris, ARCore, ARkit API, Blender, Wix και Mapbox. Επίσης χρησιμοποιούν κυρίως android ή/και iOS.

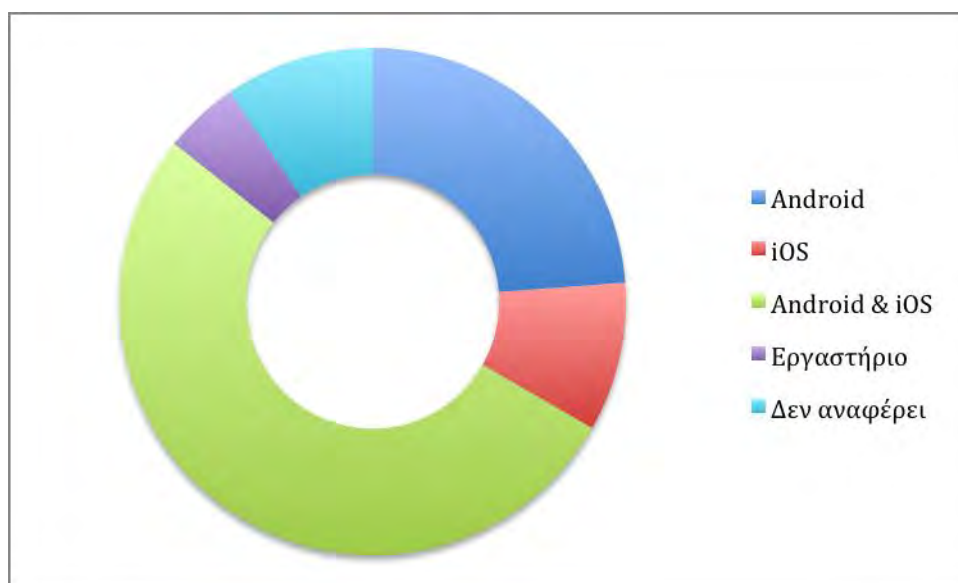
- **Ποιες συσκευές χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον για τη διεξαγωγή πειραμάτων;**

Χρησιμοποιούνται κατά κόρον οι κινητές συσκευές και κυρίως τα κινητά τηλέφωνα, όντας μια φθηνή και αξιόπιστη λύση, τα οποία χρησιμοποιούν λογισμικό android ή iOS.

Πίνακας 10: Λειτουργικό Σύστημα

Android	iOS	Android & iOS	Εργαστήριο	Δεν αναφέρει
5	2	11	1	2

Παρατηρούμε πως η πλειοψηφία (52.2%) των μελετών χρησιμοποίησε ταυτόχρονα λογισμικό android και iOS, το 23.8% αποκλειστικά android, το 9.5% αποκλειστικά ios, το 5% χρησιμοποίησε το λογισμικό του εργαστηρίου ενώ το 9.5% δεν αναφέρει τίποτα επ' αυτού.



Σχήμα 4: Λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε

Πίνακας 11: Λειτουργικό σύστημα

Συσκευή που χρησιμοποιείται	Κινητές συσκευές	Δεν αναφέρει
Αριθμός	18	3

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε πως το 86% (18 από τις 21) χρησιμοποίησε κινητές συσκευές (τηλέφωνο, ταμπλέτα, κτλ), ενώ το υπόλοιπο δεν αναφέρει αντιστοιχες λεπτομέρειες.



Σχήμα 5: Διάγραμμα συσκευών που χρησιμοποιούνται

- **Ποιοι μηχανισμοί και στοιχεία παιχνιδοποίησης χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε παιγνιώδεις εκπαιδευτικές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας;**

Χρησιμοποιούνται μια πληθώρα στοιχείων παιχνιδοποίησης όπως πόντοι και πίνακες κατάταξης, εικονικές ανταμοιβές, κουίζ και ερωτήσεις, φύλλα μάθησης/εργασίας, ψηφιακές ιστορίες και ανατροφοδότηση.

- **Εκπαιδευτικά μαθησιακά αποτελέσματα που στοχεύουν οι συγκεκριμένες μαθησιακές παρεμβάσεις**

Οι συγκεκριμένες μαθησιακές παρεμβάσεις στοχεύουν στην βελτίωση της περιβαλλοντικής συνείδησης, ανάπτυξη θετικών στάσεων, προώθηση περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης, βελτίωση των γνώσεων σχετικά με τη βιωσιμότητα και την κλιματική αλλαγή, αύξηση ενδιαφέροντος για την ανάπτυξη γνώσεων Αειφορίας και αύξηση πιθανότητας συμμετοχής σε δράσεις που σχετίζονται με το περιβάλλον.

Πριν ολοκληρώσουμε την παρούσα μελέτη, καλό θα ήταν να αναφέρουμε ότι στο μεγαλύτερο ποσοστό των ερευνών που αναφέρθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση

δεν δίνονται ικανοποιητικές πληροφορίες για τους δημιουργούς των λογισμικών και το επιστημονικό τους υπόβαθρο. Για αυτόν τον λόγο απαιτούνται ομάδες διεπιστημονικού χαρακτήρα που περιλαμβάνουν πληροφορικούς-προγραμματιστές οι οποίοι πληρούν το αντίστοιχο υποβαθρο γνώσεων. Επίσης, η επίτευξη αλλαγής στάσεων των συμμετεχόντων οφείλεται να τεκμηριώνεται σε μεγαλύτερο βάθος λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο το γνωστικό των μαθητών αλλά και την συμπεριφορά και ευαισθητοποίηση σχετικά με θέματα της βιώσιμης ανάπτυξης σε καθημερινό επίπεδο.

5. Συμπεράσματα

Η χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) στην εκπαίδευση για την αειφορία και το περιβάλλον έχει προσφέρει σημαντικά θετικά αποτελέσματα. Ένας από τους κυριότερους τρόπους που συμβάλει προς αυτήν την κατεύθυνση είναι μέσω της δημιουργίας περιβαλλοντικών εκπαιδευτικών εμπειριών. Με την επίδειξη πραγματικών προβλημάτων και λύσεων, οι συμμετέχοντες αναπτύσσουν βαθύτερη κατανόηση για τα θέματα αειφορίας, γεγονός με το οποίο συμφωνούν και τα αποτελέσματα της μελέτης της εφαρμογής Mad City Mystery (Munoz, 2017).

Η ΕΠ επιτρέπει στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με εικονικά περιβάλλοντα, προσφέροντας τους ρεαλιστικές προσομοιώσεις περιβαλλοντικών προκλήσεων. Αυτό καλλιεργεί την ενεργή μάθηση, ενθαρρύνοντας την εξερεύνηση και την καινοτομία, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνει τη συνεργασία, δημιουργώντας ένα περιβάλλον ομαδικής εργασίας και κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και ο Smordal με τους συνεργάτες του (2016).

Η εργασία μας κατέληξε στο συμπέρασμα πως η πλειοψηφία των μελετών αφορούσαν χρήστες που προέρχονταν από την τριτοβάθμια εκπαίδευση με ποσοστό 43% καθώς οι 9 από τις 21 μελέτες αναφέρθηκαν σε αυτή. Επίσης, το 23.9% αφορά την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, το 14.3% τη δευτεροβάθμια, το 4.7 % μια μελέτη που περιλάμβανε ταυτόχρονα δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση, το 4.7% την εκπαίδευση μετά την τριτοβάθμια, το 4.7% μέλη ΔΕΠ και το τελευταίο 4,7% άτομα ηλικίας από 18-65 ετών. Σε αντίθεση με αυτά, η μελέτη του Muñoz (2017) αποκάλυψε ότι η πλειοψηφία των εφαρμογών που μελέτησε αφορούσαν την πρωτοβάθμια εκπαίδευση (26%), ακολουθούμενη από την κατώτερη δευτεροβάθμια (13%) και την ανώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (10%). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το 20% των εφαρμογών μελετήθηκαν με μεταπτυχιακούς φοιτητές, το 5% με

προπτυχιακούς και το 5% με διδακτορικούς.

Μια άλλη σημαντική πτυχή είναι η προσφορά εξατομικευμένης μάθησης. Η ΕΠ επιτρέπει την προσαρμογή του περιεχομένου σύμφωνα με τις ανάγκες και το επίπεδο κατανόησης κάθε μαθητή. Αυτό ενισχύει την αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας και την ενσωμάτωση βιώσιμων πρακτικών. Καλλιεργεί την αίσθηση της ευθύνης και της συμμετοχής στους μαθητές. Μέσω διαδραστικών σεναρίων, αντιλαμβάνονται τις συνέπειες των ατομικών και συλλογικών επιλογών τους στο περιβάλλον. Αυτή η ευαισθητοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη υιοθέτηση βιώσιμων συμπεριφορών και αποφάσεων, συμπέρασμα στο οποίο συμφωνεί και η μελέτη των Schneider και Schaal (2018).

Η ΕΠ παρέχει πρόσβαση σε πλούσιο περιεχόμενο και πηγές πληροφοριών. Μέσω εικονικών περιβαλλόντων, οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν ποικίλες πτυχές της αειφορίας και του περιβάλλοντος, εμβαθύνοντας στη γνώση και ενισχύοντας τις δεξιότητές τους. Αυτό διευρύνει το όριο της μάθησης πέρα από τα συμβατικά μέσα και ενθαρρύνει τη διαρκή εκπαίδευση.

Η συγκεκριμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση προσέφερε στο πεδίο της έρευνας τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Οι μελέτες που εξετάστηκαν προέρχονταν από χώρες της Ασίας και της Ευρώπης, με εμφανή την απουσία των άλλων ηπείρων και κυρίως της Αμερικής.
- Για την ανάπτυξη των λογισμικών εφαρμογών χρησιμοποιήθηκαν διάφορα εργαλεία όπως Unity, Vuforia, Aris, ARCore, ARkit API, Blender, Wix και Mapbox, με το πρώτο να εμφανίζει το μεγαλύτερο ποσοστό εφαρμογής με 19%.

- Το λειτουργικό σύστημα που έφερε η πλειοψηφία των μελετών ήταν android ή/και iOS σε ποσοστό 86%. Μέσω αυτού αντιλαμβανόμαστε πως τα εν λόγω λογισμικά είναι μια ενδεδειγμένη λύση η οποία προσφέρει ένα φιλικό και ελκυστικό προς τον χρήστη περιβάλλον, ενώ αποτελεί μιας πρώτης τάξεως επιλογή για τους μηχανικούς λογισμικού για την κατασκευή εφαρμογών ΕΠ στην εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον.
- Οι 18 από τις 21 μελέτες (86%) πραγματοποιήθηκαν με χρήση κινητών συσκευών, γεγονός που αποδεικνύει πως η περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι δυνατόν να βασιστεί σε τέτοιου είδους σύγχρονα εργαλεία μάθησης, ειδικά αν λάβουμε υπόψη το χαμηλό κόστος κτήσης.
- Οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να κάνουν χρήση των σύγχρονων μέσων διδασκαλίας και πιο συγκεκριμένα της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην προσπάθεια να παρακινήσουν τους μαθητές να αναλάβουν δράση σε ζητήματα που σχετίζονται με την Αειφορία και το Περιβάλλον.
- Το σύνολο των μελετών που εξετάστηκαν στην έρευνα απέδειξαν βελτίωση της περιβαλλοντικής συνείδησης των συμμετεχόντων, το οποίο μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως η αποδοτικότητα της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι αδιαμφισβήτητη.

Παρόλα τα παραπάνω εμφανή αποτελέσματα της συνεισφοράς της Επαυξημένης Πραγματικότητας κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, οφείλουμε να διερευνήσουμε ενδελεχώς την αλλαγή στάσεων των συμμετεχόντων σε δεύτερο χρόνο, δηλαδή ένα σημαντικό χρονικό διάστημα μετά το πέρας της διαδικασίας χρήσης του λογισμικού,

έτσι ώστε να καταγράψουμε πόσο στέρεες είναι οι βάσεις της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Συνοψίζοντας, η χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση για την αειφορία και το περιβάλλον φέρνει ανανεωμένη προοπτική στη διαδικασία μάθησης. Μέσω ενεργητικών, προσαρμοστικών, και συμμετοχικών εμπειριών, οι μαθητές αναπτύσσουν γνώσεις και δεξιότητες που ενισχύουν την αειφορία και προάγουν τη συνειδητοποίηση για τη φύση και το περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

1. Βασενχόβεν, Λ. (1996). Αειφόρος αστική ανάπτυξη και η έννοια των αστικών πόρων. *Κ. Λάσκαρι, Παπασωτηρίου, Αθήνα*, σελ, 87-134.
2. Γεωργόπουλος, Α. (1996). *Γη, Ένας Μικρός και Εύθραυστος Πλανήτης* (No. IKEEBOOK-2018-037). Aristotle University of Thessaloniki.
3. Γρηγορίου, Μ., Ατζέμη, Α., Βασιλείου, Α., Λιόλιου, Κ., Ευαγγέλου, Α., & Κλεφτοδήμος, Α. (2022). Ψηφιακή εφαρμογή μικτής πραγματικότητας- «Ντολτσό: Μια Παραδοσιακή Συννοικία της Καστοριάς στο Πέρασμα του Χρόνου». *Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC]*, 3(3).
4. Μπακαβέλου, Δ. (2007). Στρατηγικές Σχεδιασμού Μεγάλων Διεθνών Εκθέσεων (EXPO) με γνώμονα τη Βιωσιμότητα: Μελέτη περίπτωσης Η Παγκόσμια Έκθεση EXPO στη Θεσσαλονίκη. Θεσσαλονίκη: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας
5. Πατσιάς, Δ., (2012) . “*Η Βιώσιμη ανάπτυξη και ο προγραμματικός-σχεδιασμός των παράκτιων περιοχών*”. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ξενόγλωσση

1. Alahmari, M., Issa, T., Issa, T., & Nau, S. Z. (2019). Faculty awareness of the economic and environmental benefits of augmented reality for sustainability in Saudi Arabian universities. *Journal of Cleaner Production*, 226, 259-269
2. Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.

3. Bacca Acosta, J. L., Baldiris Navarro, S. M., Fabregat Gesa, R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology and Society*, 2014, vol. 17, núm. 4, p. 133-149.
4. Barone Rodrigues, A., Dias, D. R. C., Martins, V. F., Bressan, P. A., & de Paiva Guimarães, M. (2017). WebAR: A web-augmented reality-based authoring tool with experience API support for educational applications. In *Universal Access in Human-Computer Interaction. Designing Novel Interactions: 11th International Conference, UAHCI 2017, Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017, Proceedings, Part II 11* (pp. 118-128). Springer International Publishing.
5. Bekaroo, G., Sungkur, R., Ramsamy, P., Okolo, A., & Moedeen, W. (2018). Enhancing awareness on green consumption of electronic devices: The application of Augmented Reality. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 30, 279-291.
6. Behrendt, M., & Franklin, T. (2014). A review of research on school field trips and their value in education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(3), 235-245.
7. Billinghamurst, M. (2002). Augmented reality in education. *New horizons for learning*, 12(5), 1-5.
8. Bursztyn, N., Walker, A., Shelton, B., & Pederson, J. (2017). Assessment of student learning using augmented reality Grand Canyon field trips for mobile smart devices. *Geosphere*, 13(2), 260-268. <https://doi.org/10.1130/GES01404.1>
9. Camba, J. D., & Contero, M. (2015, October). From reality to augmented reality:

- rapid strategies for developing marker-based AR content using image capturing and authoring tools. *In: 2015 IEEE frontiers in education conference (FIE)*. IEEE, pp 1–6
10. Chang, Y. L., & Tien, C. L. (2019, July). Development of mobile augmented-reality and virtual-reality simulated training systems for marine ecology education. In *The 24th International Conference on 3D Web Technology* (pp. 1-3).
 11. Chen, S. Y. (2022). To explore the impact of augmented reality digital picture books in environmental education courses on environmental attitudes and environmental behaviors of children from different cultures. *Frontiers in Psychology*, 13, 1063659.
 12. Cheng, K. H. (2017). Reading an augmented reality book: An exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(4).
 13. Coen, S., Drumm, I., & Fantinelli, S. (2019). Promoting pro-environmental behaviour through augmented reality and persuasive informational power: A pilot study. *Human Affairs*, 29(3), 339-351.
 14. Czok, V., Krug, M., Müller, S., Huwer, J., & Weitzel, H. (2023). Learning Effects of Augmented Reality and Game-Based Learning for Science Teaching in Higher Education in the Context of Education for Sustainable Development. *Sustainability*, 15(21), 15313.
 15. Daly, H. E. (2014). *Beyond growth: the economics of sustainable development*. Beacon Press..

16. Del Blanco, Á., Marchiori, E. J., Torrente, J., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2013). Using e-learning standards in educational video games. *Computer Standards & Interfaces*, 36(1), 178-187.
17. De Rome, C., & Meadows, D. H. (1972). *The limits to growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York: Universe Books.
18. Drissner, J., Haase, H. M., & Hille, K. (2010). Short-term environmental education-does it work?—An evaluation of the ‘Green Classroom.’ *Journal of Biological Education* 44:149–155
19. Fraga-Lamas, P., Fernandez-Carames, T. M., Blanco-Novoa, O., & Vilar-Montesinos, M. A. (2018). A review on industrial augmented reality systems for the industry 4.0 shipyard. *Ieee Access*, 6, 13358-13375.
20. Friesen, N. (2005). Interoperability and learning objects: An overview of e-learning standardization. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 1(1), 23-31.
21. Henderson, S. J., & Feiner, S. (2009, October). Evaluating the benefits of augmented reality for task localization in maintenance of an armored personnel carrier turret. In *2009 8th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 135-144). IEEE.
22. Hsieh, M. C. (2021). Development and application of an augmented reality oyster learning system for primary marine education. *Electronics*, 10(22), 2818.
23. Huang, T. C., Chen, C. C., & Chou, Y. W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers & Education*, 96, 72-82.

24. Husamah, H., Suwono, H., Nur, H., & Dharmawan, A. (2022). Action competencies for sustainability and its implications to environmental education for prospective science teachers: A systematic literature review. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(8), em2138.
25. Jennings, P. (2009). New directions in renewable energy education. *Renewable energy*, 34(2), 435-439.
26. Jose, S., Patrick, P. G., & Moseley, C. (2017). Experiential learning theory: the importance of outdoor classrooms in environmental education. *International Journal of Science Education, Part B*, 7(3), 269-284.
27. Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.
28. Karayel, C. E., Krug, M., Hoffmann, L., Kanbur, C., Barth, C., & Huwer, J. (2022). ZuKon 2030: An Innovative Learning Environment Focused on Sustainable Development Goals. *Journal of Chemical Education*, 100(1), 102-111.
29. Katika, T., Karaseitanidis, I., Tsiakou, D., Makropoulos, C., & Amditis, A. (2022). Augmented reality (AR) supporting citizen engagement in circular economy. *Circular Economy and Sustainability*, 2(3), 1077-1104.
30. Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational technology research and development*, 56, 203-228

31. Kljun, M., Pucihar, K. Č., & Solina, F. (2018). Persuasive technologies in m-learning for training professionals: how to keep learners engaged with adaptive triggering. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(3), 370-383.
32. Kljun, M., Pucihar, K. Č., Alexander, J., Weerasinghe, M., Campos, C., Ducasse, J., ... & Čelar, M. (2019, May). Augmentation not duplication: Considerations for the design of digitally-augmented comic books. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-12).
33. Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
34. Kossack, A., & Bogner, F. X. (2012). How does a one-day environmental education programme support individual connectedness with nature?. *Journal of Biological Education*, 46(3), 180-187.
35. Koutromanos, G., Styliaras, G., & Christodoulou, S. (2015). Student and in-service teachers' acceptance of spatial hypermedia in their teaching: The case of HyperSea. *Education and Information Technologies*, 20, 559-578.
36. Koutromanos, G., Tzortzoglou, F., & Sofos, A. (2018). Evaluation of an augmented reality game for environmental education: "Save Elli, Save the Environment". *Research on e-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives*, 231-241.
37. Krepel, W. J., & DuVall, C. R. (1981). *Field Trips: A Guide for Planning and Conducting Educational Experiences. Analysis and Action Series*. NEA Distribution Center, The Academic Building, Saw Mill Rd., West Haven, CN 06515 (Stock No. 1683-1-00, \$5.25)..

38. Laine, T. H., & Suk, H. J. (2016). Designing mobile augmented reality exergames. *Games and culture*, 11(5), 548-580.
39. Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.
40. Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2018). *Issues and trends in education for sustainable development* (Vol. 5). UNESCO publishing.
41. Liestøl, G. (2011). Situated simulations between virtual reality and mobile augmented reality: Designing a narrative space. In *Handbook of augmented reality* (pp. 309-319). New York, NY: Springer New York.
42. Lochrie, M., Čopič Pucihar, K., Gradinar, A., & Coulton, P. (2013). Time-wARpXplorer: creating a playful experience in an urban time warp. *Physical and Digital in Games and Play*.
43. Lo, J. H., Lai, Y. F., & Hsu, T. L. (2021). The study of AR-based learning for natural science inquiry activities in Taiwan's elementary school from the perspective of sustainable development. *Sustainability*, 13(11), 6283.
44. Lönn, C. (2019). Augmented reality smartphone applications as a tool to raise awareness of circular economy.
45. Ma, Y., Dik, N. Y., & Fung, W. (2023, October). Turning Grey to Green: Engaging Gamification in Sustainability Education With Augmented Reality Technology. In *Proceedings of the 17th European Conference on Game-Based Learning: ECGBL 2023*. Academic Conferences and publishing limited.
46. Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J. L., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial

- abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91.
47. Mei, B., & Yang, S. (2019). Nurturing environmental education at the tertiary education level in China: can mobile augmented reality and gamification help?. *Sustainability*, 11(16), 4292.
48. Metcalf, S., Grotzer, T. A., Brimhall, C., & Dede, C. J. (2016). Atom tracker: designing a mobile augmented reality experience to support instruction about cycles and conservation of matter in outdoor learning environments. *International Journal of Designs for Learning*.
49. Muñoz, T. (2017). Supporting technology for augmented reality game-based learning (Doctoral dissertation, Universitat de Girona, Departament d'Arquitectura i Tecnologia de Computadors).
50. 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.
51. Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61.
52. Prieto, L., Wen, Y., Caballero Díaz, D. C., & Dillenbourg, P. (2014). Review of augmented paper systems in education: an orchestration perspective. *J Educ Technol Soc* 17(4):169–185
53. Prophet, J., Kow, Y. M., & Hurry, M. (2018). Cultivating environmental awareness: Modeling air quality data via augmented reality miniature trees. In *Augmented Cognition: Intelligent Technologies: 12th International Conference*,

- AC 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, 2018, Proceedings, Part I* (pp. 406-424). Springer International Publishing.
54. Safitri, D., Lestari, I., Maksum, A., Ibrahim, N., Marini, A., Sudrajat, A., ... & Iskandar, R. (2022). Ecolabel with augmented reality on the website to enhance student environmental awareness. *International Journal of Ecology*, 2022.
 55. Santos, M. E. C., Yamamoto, G., Taketomi, T., Miyazaki, J., & Kato, H. (2013, July). Authoring augmented reality learning experiences as learning objects. In *2013 IEEE 13th international conference on advanced learning technologies* (pp. 506-507). IEEE.
 56. Schneider, J., & Schaal, S. (2018). Location-based smartphone games in the context of environmental education and education for sustainable development: fostering connectedness to nature with Geogames. *Environmental Education Research*, 24(11), 1597-1610.
 57. Shishakly, R., Almaiah, M., Lutfi, A., & Alrawad, M. (2024). The influence of using smart technologies for sustainable development in higher education institutions. *International Journal of Data and Network Science*, 8(1), 77-90.
 58. Smith, G. A. (2002). Place-based education: Learning to be where we are. *Phi delta kappan*, 83(8), 584-594.
 59. Smørdal, O., Liestøl, G., & Erstad, O. (2016). Exploring situated knowledge building using mobile augmented reality. *Qwerty-Open and Interdisciplinary Journal of Technology, Culture and Education*, 11(1), 26-43.
 60. Sommerauer, P., & Müller, O. (2018, June). Augmented Reality for Teaching and Learning-a literature Review on Theoretical and Empirical Foundations. In *ECIS* (p. 31).

61. Squire, K. D., & Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of science education and technology*, 16, 5-29.
62. Staff, G. S. (2017). What is place-based education and why does it matter. *Retrieved March, 4, 2017*.
63. Strada, F., Lopez, M. X., Fabricatore, C., dos Santos, A. D., Gyaurov, D., Battegazzorre, E., & Bottino, A. (2023). Leveraging a collaborative augmented reality serious game to promote sustainability awareness, commitment and adaptive problem-management. *International Journal of Human-Computer Studies*, 172, 102984.
64. Suarez, A., Specht, M., Prinsen, F., Kalz, M., & Ternier, S. (2018). A review of the types of mobile activities in mobile inquiry-based learning. *Computers & Education*, 118, 38-55.
65. Tarng, W., Ou, K. L., Yu, C. S., Liou, F. L., & Liou, H. H. (2015). Development of a virtual butterfly ecological system based on augmented reality and mobile learning technologies. *Virtual Reality*, 19, 253-266.
66. Kriegel, E. R., Lazarevic, B., Feifer, D. S., Athanasian, C. E., Chow, N., Sklar, J. P., ... & Milanaik, R. L. (2023). Youth and Augmented Reality. In *Springer Handbook of Augmented Reality* (pp. 709-741). Cham: Springer International Publishing.
67. Tzortzoglou, F., Kosmas, P., & Avraamidou, L. (2023). Design of a location-based augmented reality game for the development of key 21st century competences in primary education. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), ep432.

68. Viinikkala, L., Heimo, O. I., Korkalainen, T., Mäkilä, T., Helle, S., Pönni, V., & Lehtonen, T. (2014). The Luostarinmäki adventure—an augmented reality game in an open-air museum. *Engaging SpacES*, 231.
69. Wang, K., Tekler, Z. D., Cheah, L., Herremans, D., & Blessing, L. (2021). Evaluating the effectiveness of an augmented reality game promoting environmental action. *Sustainability*, 13(24), 13912.
70. WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, 17(1), 1-91.
71. Weng, C., Rathinasabapathi, A., Weng, A., & Zagita, C. (2019). Mixed reality in science education as a learning support: a revitalized science book. *Journal of Educational Computing Research*, 57(3), 777-807.
72. Weerasinghe, M., Quigley, A., Ducasse, J., Čopič Pucihar, K., & Kljun, M. (2019). Educational augmented reality games. *Augmented reality games II: The gamification of education, medicine and art*, 3-32.
73. Wiley, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. *The instructional use of learning objects*, 2830(435), 1-35.
74. Woodhouse, J. L., & Knapp, C. E. (2000). Place-Based Curriculum and Instruction: Outdoor and Environmental Education Approaches. ERIC Digest.
75. World Bank, (1991). “Envirovmental Assessment Sourcebook 3”. Washington D.C.: The International Bank for Reconstruction and Development/THE WORLD BANK.

76. 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.
77. Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4(1), 11.
78. Zimmerman, H. T., & Land, S. M. (2014). Facilitating place-based learning in outdoor informal environments with mobile computers. *TechTrends*, 58, 77-83.

Διαδικτυακές παραπομπές

1. Google. (2015): *Expeditions*. Ανακτήθηκε από: <https://blog.google/products/google-ar-vr/bring-virtual-reality-field-trips-to/>
Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024
2. Google. (2023) : *List with Expeditions*. Ανακτήθηκε από: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1uwWvAzAiQDUEKXkxvqF6rS84oae2AU7eD8bhxzJ9SdY/edit#gid=0>. Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024
3. Microsoft (2018) *Galaxy explorer: you shared your ideas. We're sharing the code*. Ανακτήθηκε από: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/galaxy-explorer>. Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024
4. UNEP, (1996), *The state of the Marine and Coastal Environment in the Mediterranean Region*, MAP Technical Reports Series 100, Athens. Ανακτήθηκε από: <https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/1286/retrieve>
Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024

5. *Healthcare IT Today (2017) CAE Healthcare announces first mixed reality ultrasound simulation solution with Microsoft HoloLens*, Ανακτήθηκε από: <https://www.healthcareittoday.com/2017/01/27/cae-healthcare-announces-first-mixed-reality-ultrasound-simulation-solution-with-microsoft-hololens/>.
Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024
6. WCED (World Commission on Environmental and Development) (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Ανακτήθηκε από: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024
7. *Wikipedia: Λήμμα για την ιστοσελίδα της εφαρμογής Poly*. Ανακτήθηκε από: [https://en.wikipedia.org/wiki/Poly_\(website\)\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Poly_(website))) Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024
8. *EPA, What is environment education*. Ανακτήθηκε από: <https://www.epa.gov/education/what-environmental-education>. Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024
9. *What is Place Based Learning and how can it be used in your curriculum?* Ανακτήθηκε από: <https://k12teacherstaffdevelopment.com/tlb/what-is-place-based-learning-and-how-can-it-be-used-in-your-curriculum/> Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024
10. *Situated Simulations*. Ανακτήθηκε από: <https://sitsim.no/>. Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024
11. *EcoLearn, Harvard University* Ανακτήθηκε από: <https://ecolearn.gse.harvard.edu/ecoMOBILE/design.php>. Ημερομηνία

τελευταίας προσπέλασης: 16 Ιανουαρίου 2024

Παράρτημα

Πίνακας Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1: 17 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	6
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	10
ΕΙΚΟΝΑ 3: REALITY KIT ΤΗΣ APPLE.....	11
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΤΟ ARCORE ΤΗΣ GOOGLE	12
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΜΑΘΗΜΑ ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ ΜΕΣΩ ΕΠ	14
ΕΙΚΟΝΑ 6: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΠ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ ΣΤΟ ΚΟΛΟΣΣΑΙΟ	16
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ POLY	20
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΕΠ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	27
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΓΥΑΛΙΑ ΕΠ	28
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΝΟΣ ΜΙΝΙ-ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ HUANG ET AL. (2016).....	45
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΒΟΤΑΝΙΚΟΣ ΚΗΠΟΣ	46
ΕΙΚΟΝΑ 12: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ PRISMA.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	58
ΕΙΚΟΝΑ 14: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ BioDiv2Go	61
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΟΙ ΠΕΝΤΕ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ARIS	62
ΕΙΚΟΝΑ 16: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ LONN.....	64
ΕΙΚΟΝΑ 17: ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ.....	69
ΕΙΚΟΝΑ 18: ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ PEAR.....	70
ΕΙΚΟΝΑ 19: ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ AROLS.....	73
ΕΙΚΟΝΑ 20: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΙΑ ΤΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΤΑΪΒΑΝ.....	74
ΕΙΚΟΝΑ 21: ΕΦΑΡΜΟΓΗ EcoLabel.....	75
ΕΙΚΟΝΑ 22: ΕΦΑΡΜΟΓΗ CIRCULAR.....	77
ΕΙΚΟΝΑ 23: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΖΛ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ	78
ΕΙΚΟΝΑ 24: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΤΟΛΤΣΟ	79
ΕΙΚΟΝΑ 25: ΕΦΑΡΜΟΓΗ SUSTAIN	81
ΕΙΚΟΝΑ 26: ΕΦΑΡΜΟΓΗ EcoAegean.....	82
ΕΙΚΟΝΑ 27: ΣΧΕΔΙΟ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ YUJUM ΜΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΝΕΡΓΑΤΩΝ ΤΟΥ.....	83
ΕΙΚΟΝΑ 28: ΕΦΑΡΜΟΓΗ BEAT THE BEAST	85