



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ΑΙΓΑΙΟ  
5<sup>η</sup> ΗΜΕΡΙΔΑ ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ  
ΔΙΔΑΚΤΟΡΩΝ

Παιδαγωγικό  
Τμήμα  
Δημοτικής  
Εκπαίδευσης

Επιμέλεια: Αλιβίζος Σοφός, Γεωργία Λιαράκου, Μιχαήλ Σκουμιός, Εμμανουήλ Φωκίδης

### **Επιστημονική Επιτροπή**

Πρόεδρος: Αλιβίζος Σοφός, Καθηγητής, Πρόεδρος ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Γεωργία Λιαράκου, Καθηγήτρια, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Μιχαήλ Σκουμιάς, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Εμμανουήλ Φωκίδης, Επίκουρος Καθηγητής, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

### **Οργανωτική Επιτροπή**

Πρόεδρος: Αλιβίζος Σοφός, Καθηγητής, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Απόστολος Κώστας, Μέλος ΕΔΙΠ, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Χρυσούλα Ζουμπά, Αναπληρώτρια Προϊσταμένη της Γραμματείας του ΠΤΔΕ  
Δημήτριος Κολοκυθάς, Μέλος Γραμματείας του ΠΤΔΕ  
Ελπινίκη Αλευροφά, Μέλος Γραμματείας του ΠΤΔΕ  
Βασίλης Παράσχου, Εξωτερικός συνεργάτης ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Αιγαίου

### **Επικοινωνία**

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης  
Δημοκρατίας 1, 85132 Ρόδος  
Τηλ. 22410 99210-12 • Φαξ 2241099209 • E-mail: PTDE\_Gramm@aegean.gr  
[www.pre.aegean.gr](http://www.pre.aegean.gr)

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ .....	6
ΜΕΤΑΔΙΑΚΕΙΜΕΝΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΥΡΙΑΚΟΥ ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗ ΜΕ ΤΗ ΣΟΛΩΜΙΚΗ ΠΟΙΗΣΗ	
<i>Μαρία Αμοιρίδου, Λουίζα Χριστοδουλίδου</i> .....	10
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΛΗΡΟΥΣ ΕΜΒΥΘΙΣΜΕΝΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΟΥΣΕΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	
<i>Παναγιώτης Αντωνόπουλος, Εμμανουήλ Φωκίδης</i> .....	23
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΗΣ ΑΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΗΣ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΑΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΜCΠ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΟΟC	
<i>Στέφανος Γιασιράνης, Αλιβίζος Σοφός</i> .....	39
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΤΗΣ "ΣΥΛΛΗΨΗΣ" ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ	
<i>Παναγιώτης Γρίδος, Ευγένιος Αυγερινός</i> .....	58
Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	
<i>Ευρυδίκη-Μαρία Κανελλοπούλου, Μαρία Δάρρα</i> .....	74
ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΩΝ ΜΕ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ Η/ΚΑΙ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ	
<i>Μαρία-Ευαγγελία Λίσγου, Ασημίνα Τσιμπιδάκη</i> .....	101
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΜΙΑΣ ΝΕΑΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ	
<i>Πάυλος Κεφαλάκης, Εμμανουήλ Φωκίδης</i> .....	116
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΕΞΥΠΝΟΥ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΣΕ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	
<i>Αθανάσιος Καραγεωργιάδης, Ευγένιος Αυγερινός</i> .....	131
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΙΚΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΘΕΑΤΡΟΥ ΑΝΑΓΝΩΣΤΩΝ ΣΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ, ΤΗΝ ΨΥΧΟΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΔΙΓΛΩΣΣΩΝ ΑΝΑΓΝΩΣΤΩΝ	
<i>Κωνσταντίνος Μαστροθανάσης, Μαρία Κλαδάκη</i> .....	142
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΕΙΜΕΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ "ΣΥΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ" ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ LOUISE MICHELLE ROSENBLATT. Η ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΟΥ ΘΑΝΑΤΟΥ ΣΤΗΝ ΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΠΑΙΔΙΑ ΤΩΝ ΓΙΑΝΝΗ ΡΙΤΣΟΥ ΚΑΙ ΚΩΣΤΑ ΜΟΝΤΗ	
<i>Τσαμπίκα Ντάκα, Λουίζα Χριστοδουλίδου</i> .....	165
ΕΜΒΥΘΙΣΗ, ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ. ΠΩΣ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ;	
<i>Πηνελόπη Ατσικπάση, Εμμανουήλ Φωκίδης</i> .....	178
Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΣΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΙΓΚΑΠΟΥΡΗΣ	
<i>Μιχαήλ Ζώρζος, Ευγένιος Αυγερινός</i> .....	195

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΤΗ  
ΣΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

*Αναστασία Παπανθύμιου, Μαρία Λάρρα*..... 206

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΑΝΑΦΟΡΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΖΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΚΩΣΤΑ ΜΟΝΤΗ

*Μιχαήλ Παπαδόπουλος, Λουίζα Χριστοδουλίδου*..... 218

ΔΙΑΓΛΩΣΣΙΚΟΤΗΤΑ, ΚΡΙΤΙΚΗ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΓΛΩΣΣΑΣ ΣΤΟ  
ΓΥΜΝΑΣΙΟ: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΡΑΞΗ ΣΕ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΛΩΣΣΙΚΗΣ ΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ

*Αικατερίνη Μηλιαράκη, Ελένη Σκούρτου*..... 231

ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΤΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ  
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΤΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΠΑΚΕΤΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΗΣ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

*Μαργαρίτα Παπακωνσταντίνου, Μιχάλης Σκουμιός*..... 245

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜUSA ΓΙΑ ΤΗΝ  
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ. ΟΙ ΝΕΕΣ ΓΕΝΙΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΚΑΙ  
Η ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜUSA

*Νικόλαος Μανίκαρος, Ευγένιος Αυγερινός* ..... 261

ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΑΣΑΦΗΝΙΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΕΙΜΕΝΩΝ, ΤΩΝ ΣΥΜΦΡΑΣΤΙΚΩΝ  
ΠΙΝΑΚΩΝ ΛΕΞΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΟΙΗΤΙΚΩΝ ΕΚΦΑΝΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΟΤΙΒΩΝ ΤΟΥ ΤΟΠΟΥ ΚΑΙ  
ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΚΥΡΙΑΚΟΥ ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗ

*Χρυσούλα Γιαννίκη, Λουίζα Χριστοδουλίδου* ..... 277

Η ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ. ΤΟ ΚΙΝΗΜΑ  
ΤΗΣ LOW BAR ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΡΡΟΕΣ ΤΟΥ ΣΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ ΤΗΣ  
ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ  
ΠΕΡΑΜΑΤΟΣ. ΜΙΑ ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

*Γεώργιος Πασιόπουλος, Γεώργιος Κατσαδώρος*..... 289

# **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΜΙΑΣ ΝΕΑΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ**

*Παύλος Κεφαλάκης, Εμμανουήλ Φωκίδης*

## **Περίληψη**

Φυσικό περιβάλλον, οικοσύστημα και οικολογική συνείδηση είναι έννοιες στενά συνδεδεμένες με τον σύγχρονο τρόπο ζωής του ανθρώπου. Σήμερα, η τεχνολογία αξιοποιείται σε μεγάλο βαθμό και στις τρεις βαθμίδες εκπαίδευσης για την ανάπτυξη γνώσεων που αφορούν τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος και την ευαισθητοποίηση των νέων για την προστασία του περιβάλλοντος. Η αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας συνέβαλλε στην ανάπτυξη των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας (ΕΠ). Ειδικότερα τα τελευταία έτη το κόστος της τεχνολογίας ΕΠ έγινε πιο προσιτό για κοινή χρήση, με αποτέλεσμα την αξιοποίησή της σε διάφορους τομείς της εκπαίδευσης. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση αποτελεί έναν τομέα που αξιοποιεί την ΕΠ. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις που έχουν εντοπιστεί για τη χρήση της ΕΠ στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, εντοπίστηκαν τρεις επισκοπήσεις μεταξύ των ετών 2014 και 2020. Συνολικά, περιελάμβαναν περίπου 700 άρθρα με τα περισσότερα να αφορούν τον ευρύτερο περιβαλλοντικό τομέα της κλιματικής αλλαγής. Οι περισσότερες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ΕΠ αποτελεί ένα σημαντικό μέσο στην προώθηση της περιβαλλοντικής παιδείας. Τα αποτελέσματα αποδίδονται στον τρόπο με τον οποίο η ΕΠ μπορεί να επηρεάσει την κατανόηση, τα συναισθήματα και τις στάσεις στα περιβαλλοντικά ζητήματα. Τέλος, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά και τα κριτήρια μιας νέας βιβλιογραφικής ανασκόπησης για την αξιοποίηση της ΕΠ στην περιβαλλοντική εκπαίδευση.

## **Abstract**

Natural environment, ecosystem, ecological consciousness are concepts closely linked to modern human life. Today, technology is widely used in all three levels of education to develop knowledge about the operation of an ecosystem and raise awareness among young people about environmental protection. The rapid evolution of technology has contributed to the development of virtual reality (VR) systems. In particular, in recent years the cost of VR technology has become more affordable for common use, resulting in its utilization in various sectors of Education. Environmental education is an area that utilizes VR. This paper presents bibliographic reviews that have been identified for the use of VR in environmental education. Specifically, three reviews were identified between 2014 and 2020. In total, they contained about 700 articles, most of which relate to the broader environmental field of climate change. Most concluded that VR is an important tool in promoting environmental education. The results are attributed to the way in which the VR can influence understanding, emotions and attitudes on environmental issues. Finally, the characteristics and criteria of a new literature review for the use of VR in environmental education are presented.

## **Εισαγωγή**

Οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνίας θεωρούνται από τα σημαντικότερα εργαλεία υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας (Kirschner et al., 2008· Davis, 2008). Αξιοποιούνται

στην εκπαίδευση κάθε βαθμίδας με τρόπους που ποικίλουν από απλές παρουσιάσεις και κείμενα μέχρι λογισμικά προσομοίωσης πειραμάτων, φυσικών φαινομένων και περιηγήσεις σε εικονικά περιβάλλοντα.

Με την αλματώδη τεχνολογική εξέλιξη, έκαναν την εμφάνισή τους νέες καινοτόμες τεχνολογίες. Η εικονική πραγματικότητα (ΕΠ, Virtual Reality) αποτελεί μια από αυτές με πληθώρα εφαρμογών. Ειδικότερα, η ταχεία εξάπλωση της χρήσης των έξυπνων τηλεφώνων διευκόλυνε την πρόσβαση σε τεχνολογίες ΕΠ και επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality) στο ευρύ κοινό (Martín-Gutiérrez et al., 2017). Αξιοποιείται σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένων του στρατού, της ιατρικής, της ψυχαγωγίας και της εκπαίδευσης (Boas, 2012). Παρουσιάζεται με εντυπωσιακό τρόπο από τα μέσα ενημέρωσης και το Διαδίκτυο, ενώ αυξάνονται διαρκώς και οι εφαρμογές ψυχαγωγίας που περιλαμβάνουν ΕΠ.

Επιπλέον, μεγάλες εταιρείες Πληροφορικής έχουν αυξήσει τις επενδύσεις τους στον τομέα της ΕΠ, προκειμένου να βελτιώσουν ακόμη περισσότερο την προσβασιμότητα αυτών των τεχνολογιών. Επομένως, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα θα επωφεληθούν σημαντικά από την πρόσβαση σε τεχνολογίες ΕΠ, αφού γίνεται εφικτή η διδασκαλία σε εικονικά περιβάλλοντα θεμάτων που είναι αδύνατο ή επικίνδυνο να υλοποιηθούν σε φυσικές αίθουσες διδασκαλίας. Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι η πρόσβαση σε εικονικά εργαστήρια, η προσομοίωση λειτουργίας μηχανημάτων, βιομηχανικά εργοστάσια ή ακόμη και η εκτέλεση ιατρικών σεναρίων (Martín-Gutiérrez et al., 2017). Οι τεράστιες δυνατότητες που παρέχονται από την ΕΠ καθιστούν δυνατή την κατάργηση των περιορισμών που θέτει η τυπική εκπαίδευση. Η ΕΠ μπορεί να θεωρηθεί μια από τις δημοφιλέστερες τεχνολογικές καινοτομίες του 20<sup>ου</sup> αιώνα που μπορεί να επιφέρει πραγματική επανάσταση στην εκπαίδευση.

Οι τεχνολογίες ΕΠ τείνουν να καθιστούν τους μαθητές περισσότερο αφοσιωμένους στο γνωστικό αντικείμενο και με περισσότερα κίνητρα για μάθηση (Kerawalla et al., 2006). Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται έρευνες που συσχετίζουν την ΕΠ με τη βελτίωση γνώσεων, δεξιοτήτων και κινήτρων (Crosier et al., 2001· Kaufmann et al. 2000· Martín-Gutiérrez et al., 2014· Sayed et al., 2011). Στον κώνο εμπειρίας του Dale (Dale, 1969) που παρουσιάζει την εξέλιξη των μαθησιακών εμπειριών από το κάτω μέρος του κώνου (μαθαίνοντας κάνοντας πειράματα) προς στην κορυφή του κώνου (μαθαίνοντας μέσω εννοιών), οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται ενεργά περισσότερο με το κάτω μέρος παρά με το κορυφαίο, όπου απλά είναι θεατές της γνώσης. Στο κάτω μέρος, οι μαθητές έχουν ευκαιρίες να αισθανθούν και να κατανοήσουν τις νέες γνώσεις τους στην πραγματική ζωή μέσω κατάλληλων μαθησιακών περιβαλλόντων. Οι τεχνολογίες ΕΠ μπορούν να ενσωματωθούν στο χαμηλότερο επίπεδο του κώνου, αφού έχουν τη δυνατότητα να εμπλουτίσουν εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, όπου οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδράσουν και να μάθουν με τη βοήθεια των πέντε αισθήσεών τους. Η δυνατότητα αυτή δείχνει ακόμη πιο σημαντική στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, όπου ο μαθητής έρχεται αντιμέτωπος με πλήθος εννοιών που σχετίζονται με το φυσικό οικοσύστημα. Επιπλέον, σημαντικός στόχος του συγκεκριμένου τομέα εκπαίδευσης είναι η ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης μέσα από την κατανόηση των αρνητικών επιπτώσεων που επιφέρει η ρύπανση του περιβάλλοντος και ειδικότερα η κλιματική αλλαγή (Kamarainen et al., 2010· Ketelhut et al., 2010). Η ΕΠ με τα παιγνιώδη στοιχεία, την εμπύθιση, δηλαδή την αίσθηση ότι κάποιος "υπάρχει" μερικώς (μερική εμπύθιση) ή πλήρως (πλήρης εμπύθιση) στον εικονικό κόσμο (Φωκίδης & Τσολακίδης, 2013) και τελικά τη βιωματική μάθηση που παρέχει, μπορεί να αξιοποιηθεί για την επίτευξη των επιδιωκόμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Η αξιοποίηση των τεχνολογιών ΕΠ, όπως οι περισσότερες τεχνολογικές καινοτομίες, δεν παρουσιάζουν όμως μόνο θετικά στοιχεία, αλλά χαρακτηρίζονται και από αρνητικά (Ardiny & Khanmirza 2018· Kavanagh et al. 2017· Radianti et al. 2019). Στα προβλήματα που επισημάνθηκαν περιλαμβάνονται τεχνικής φύσεως θέματα που σχετίζονται με τις συσκευές εισόδου, το ανεπαρκές επίπεδο ρεαλισμού και την ευχρηστία του λογισμικού. Ακόμη, αναφέρονται η αδυναμία μακροχρόνιας δέσμευσης των εκπαιδευόμενων στη μαθησιακή διαδικασία και το ότι δεν ελήφθησαν υπόψη θεωρίες μάθησης στην υλοποίηση των συστημάτων ΕΠ για τη μεγιστοποίηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Στην έρευνα, ένα σημαντικό εργαλείο αποτελούν οι ανασκοπήσεις. Παρέχουν μια ευρεία εικόνα για ένα θέμα, αφού συγκεντρώνουν αποτελέσματα από σύνολο διαφορετικών ερευνών. Ακόμη, μπορεί να καλύπτουν διαφορετικά επίπεδα ηλικίας, μόρφωσης και επαγγελματικής δραστηριότητας. Ειδικότερα, οι συστηματικές ανασκοπήσεις μπορούν να παρέχουν ακόμη πιο αξιόπιστα και χρήσιμα συμπεράσματα για ένα θέμα, λόγω του αυστηρού τρόπου διεξαγωγής τους (Aromataris et al., 2014· Liberati et al., 2009· Pearson, 2004).

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται ανασκοπήσεις που σχετίζονται με τις τεχνολογίες ΕΠ και την εκπαίδευση γενικά και, ειδικότερα, με την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι έχουν διεξαχθεί ελάχιστες συστηματικές ανασκοπήσεις για την αξιοποίηση ΕΠ στο συγκεκριμένο τομέα εκπαίδευσης. Για λόγους καλύτερης κατανόησης των θεμάτων που διαπραγματεύονται οι ανασκοπήσεις, αρχικά αναλύονται συνοπτικά βασικές έννοιες που σχετίζονται με την ΕΠ και τις ανασκοπήσεις. Τέλος, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά μιας νέας ανασκόπησης που διεξάγεται σχετικά με την ΕΠ και την περιβαλλοντική εκπαίδευση.

### **Εικονική πραγματικότητα-βασικοί ορισμοί**

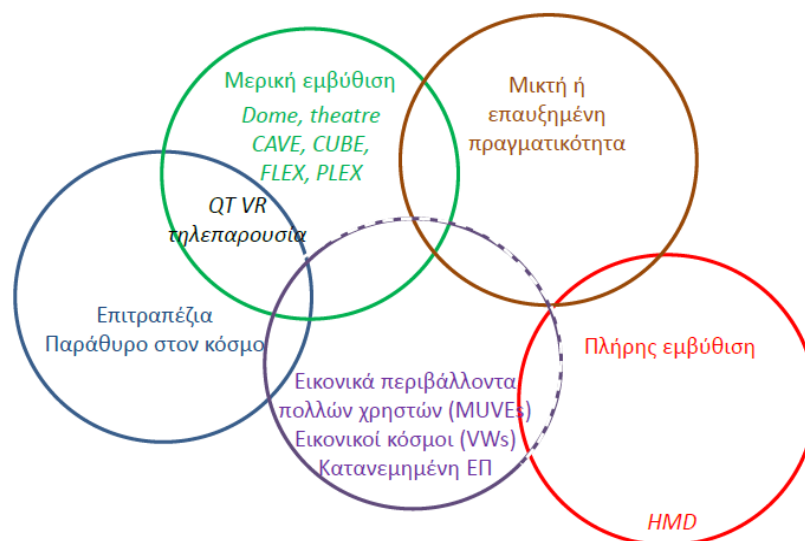
Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται αρκετοί ορισμοί για τον όρο "Εικονική Πραγματικότητα". Η φράση αποδίδεται στον Jaron Lanier (Lanier & Biocca, 1992), ο οποίος τη χρησιμοποίησε για να περιγράψει την εμπειρία που έχει κάποιος με τη χρήση της γυαλιών απεικόνισης, γαντιών και σχετικών τεχνολογιών. Ένας κοινά αποδεκτός ορισμός μπορεί να θεωρηθεί ο εξής: Η ΕΠ είναι ένα περιβάλλον προσομοίωσης τριών διαστάσεων, όπου οι χρήστες μπορούν να αισθάνονται σχεδόν πραγματικές εμπειρίες σε έναν τεχνητό κόσμο και να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με άλλα αντικείμενα. Οι χρήστες συμμετέχουν ως πλήρως ή μερικώς εμπυθισμένα μέλη και αλληλεπιδρούν με τεχνητά δημιουργημένα αντικείμενα σε ένα εικονικό περιβάλλον με τη χρήση ειδικών συστημάτων, όπως είναι οι απτικές συσκευές. Επιπλέον, η ανάπτυξη ορισμένων συσκευών έχει συντελέσει στη βελτίωση του περιεχομένου ΕΠ και, επομένως, σε καλύτερες εμπειρίες. Για παράδειγμα, η μυρωδιά, ο άνεμος, οι ήχοι, η θερμότητα, η αντίχενση κίνησης του σώματος είναι στοιχεία που δημιουργούν σημαντικές και αρκετά ενδιαφέρουσες εμπειρίες ΕΠ (Ardiny & Khanmirza, 2018).

## Κατηγορίες εικονικής πραγματικότητας

Σύμφωνα με τους McLellan (McLellan, 1996) και Levin (Levin, 2011), τα συστήματα ΕΠ διακρίνονται στις εξής κατηγορίες ανάλογα με τον εξοπλισμό και το λογισμικό που χρησιμοποιείται:

1. Πλήρως Εμβυθισμένη εικονική πραγματικότητα πρώτου προσώπου. Ο χρήστης είναι τοποθετημένος (εμβυθισμένος) και "υπάρχει" μόνο μέσα στον εικονικό κόσμο. Όλες του οι κινήσεις λαμβάνουν χώρα μέσα σ' αυτό και από αυτό αντλεί οπτικοακουστικά ερεθίσματα (Φωκίδης & Τσολακίδης, 2013). Χρησιμοποιούνται HMDs και απτικές συσκευές.
2. Επαυξημένη πραγματικότητα. Πρόκειται για την ανάμειξη της ΕΠ με την πραγματικότητα, αφού λαμβάνει χώρα ένθεση εικονικών αντικειμένων στον πραγματικό κόσμο και το αντίστροφο.
3. Επιτραπέζια ΕΠ. Το εικονικό περιβάλλον παρουσιάζεται σε έναν κοινό ηλεκτρονικό υπολογιστή με τη μορφή τρισδιάστατων γραφικών συνήθως υψηλής ανάλυσης. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της μορφής ΕΠ είναι το μικρό και προσιτό κόστος. Μειονεκτεί όμως, όσον αφορά την αλληλεπίδραση, αφού είναι περιορισμένη.
4. Ημι-εμβυθισμένη ή προβαλλόμενη εικονική πραγματικότητα. Ο εικονικός κόσμος σε αυτό το περιβάλλον ορίζεται ως ένα δωμάτιο που περιβάλλεται από τοίχους και οροφές (θέατρο με θόλο). Αξιοποιούνται τεχνολογίες φωτορεαλισμού και στερεοσκοπίας και υποστηρίζεται μεγάλος αριθμός συμμετεχόντων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα συστήματα CAVE, CUBE, FLEX και PLEX.
5. Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών (ΕΠΠΧ-MUVEs). Τα ΕΠΠΧ είναι εικονικοί κόσμοι, στους οποίους συμμετέχουν χρήστες ταυτόχρονα που αναπαρίστανται από avatars (δισδιάστατη ή τρισδιάστατη κινούμενη ή στατική γραφική αναπαράσταση του χρήστη) και μπορούν να αλληλεπιδράσουν με εικονικά αντικείμενα, να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, αλλά και με οντότητες που ελέγχονται από υπολογιστή και να εκτελέσουν συνεργατικές μαθησιακές δραστηριότητες. Η δυνατότητα αυτή αξιοποιείται στην εκπαιδευτική κοινότητα (Ketelhut et al., 2005).

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζονται σχηματικά οι διαφορετικές κατηγορίες ΕΠ. Παρατηρούμε ότι κάποιες εφαρμογές ΕΠ μπορεί να συνδυάζουν στοιχεία από διαφορετικές κατηγορίες.



Εικόνα 1:Κατηγορίες ΕΠ



## Ανασκοπήσεις

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για την έρευνα. Σύμφωνα με τον Hart (1998) ως βιβλιογραφική ανασκόπηση ορίζεται η επιλογή διαθέσιμων πηγών (δημοσιευμένων και μη) σχετικών με το θέμα που διερευνούμε που περιέχουν ιδέες, δεδομένα και αποδείξεις και έχουν αποδοθεί από συγκεκριμένη οπτική γωνία. Η ανασκόπηση περιλαμβάνει επίσης την αποτελεσματική αξιολόγηση των πηγών σε σχέση με την προτεινόμενη έρευνα. Τα οφέλη διεξαγωγής μιας ανασκόπησης μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Προσδιορισμός κενών και νέων τάσεων στην έρευνα ενός γνωστικού αντικείμενου.
- Εντοπίζονται οι κύριες μεθοδολογίες και τεχνικές που έχουν χρησιμοποιηθεί, αποφεύγοντας έτσι μη αποτελεσματικές προσεγγίσεις και αξιοποιώντας αυτές που οδήγησαν σε επίτευξη των ερευνητικών στόχων.
- Απόκτηση περισσότερων γνώσεων για το αντικείμενο που ενδιαφέρει.
- Καλύτερη κατανόηση των ερευνητικών προβλημάτων.

Υπάρχουν διάφορα είδη βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Συχνά χρησιμοποιούμενες είναι η περιγραφική ανασκόπηση και η συστηματική ανασκόπηση.

### *Περιγραφική ανασκόπηση*

Η περιγραφική ανασκόπηση συνοψίζει πολλές διαφορετικές μελέτες και μπορεί να προβαίνει σε εξαγωγή υποκειμενικών συμπερασμάτων για ένα συγκεκριμένο θέμα. Η χρήση της έχει δεχθεί έντονη κριτική από την ερευνητική κοινότητα, καθώς σε αρκετές περιπτώσεις οδήγησε σε λανθασμένα ή παραπλανητικά συμπεράσματα (Stroup & Thacker, 2005).

Ορισμένα μειονεκτήματα της αφηγηματικής ανασκόπησης περιλαμβάνουν:

- Υποκειμενικός τρόπος επιλογής των μελετών από τον ερευνητή.
- Ανομοιογένεια στην ποιότητα των μελετών.
- Ανομοιογένεια στη μέθοδο συλλογής των πρωτογενών δεδομένων. Είναι σπανίως προκαθορισμένη.
- Δεν υπάρχουν σε όλες τις μελέτες τα δεδομένα που απαιτούνται προκειμένου να συμπεριληφθούν στην ανασκόπηση.
- Η εσφαλμένη ερμηνεία των συμπερασμάτων.
- Στερούνται συστηματικότητας.
- Δεν ενσωματώνουν πάντα όλες τις σχετικές επικαιροποιημένες επιστημονικές έρευνες.

### *Συστηματική ανασκόπηση*

Η συστηματική ανασκόπηση μπορεί να οριστεί ως μια σύνθεση ερευνών που αφορά σαφώς διατυπωμένα ερωτήματα και χρησιμοποιεί συστηματικά και ρητά κριτήρια για τον εντοπισμό, την επιλογή, την κριτική αποτίμηση των σχετικών ερευνών και για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων των μελετών που περιλαμβάνονται στην ανασκόπηση. Στόχος είναι η εύρεση στοιχείων που σχετίζονται με συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα, αλλά και η αξιολόγηση και σύνθεση των αποτελεσμάτων της έρευνας αυτής, προκειμένου να επικαιροποιηθούν τόσο οι υπάρχουσες πρακτικές όσο και η μελλοντική έρευνα (Aromataris & Pearson, 2014· Liberati et al., 2009).

Στη συστηματική ανασκόπηση αξιοποιούνται μέθοδοι με στόχο τη μείωση της μεροληψίας, οδηγώντας έτσι σε πιο αξιόπιστα ευρήματα και την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων σε σχέση με την αφηγηματική ανασκόπηση (Higgins & Green, 2011). Μια κύρια διαφορά της μεθόδου από την αφηγηματική ανασκόπηση έγκειται στο γεγονός ότι προσπαθεί να "αποκαλύψει" όλα τα στοιχεία που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα και να εστιάσει στην έρευνα που αναφέρει δεδομένα και όχι θεωρίες ή υποθέσεις. Τα βασικά χαρακτηριστικά της συστηματικής ανασκόπησης είναι τα εξής:

- Καθορίζει και αναλύει ξεκάθαρα το ερευνητικό ερώτημα.
- Καθορισμός κριτηρίων επιλογής και απόρριψης μελετών.
- Αναζητεί συστηματικά τις κατάλληλες μελέτες, δημοσιευμένες και μη.
- Αναλύει κριτικά την ποιότητα των επιλεγμένων μελετών, γίνεται αξιολόγηση αυτών και αναφέρονται οι τυχόν εξαιρέσεις λόγω ποιότητας.
- Ανάλυση των δεδομένων που εξάγονται από τις επιλεγμένες μελέτες.
- Παρουσίαση και σύνθεση των ευρημάτων των επιλεγμένων μελετών.

Η μεθοδολογία μιας συστηματικής ανασκόπησης και αντίστοιχα τα βήματά της μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος.
- Διατύπωση σαφών κριτηρίων επιλογής.
- Αναζήτηση των μελετών και επιλογή αυτών που πληρούν τα κριτήρια.
- Αξιολόγηση της ποιότητας των επιλεγμένων μελετών.
- Εξαγωγή των δεδομένων από τις μελέτες και κριτική αξιολόγηση.
- Στατιστική ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων (μετα-ανάλυση).
- Παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Στον Πίνακα 1 συνοψίζονται οι διαφορές μεταξύ της συστηματικής και της αφηγηματικής ανασκόπησης.

**Πίνακας 1:** Συγκριτική παρουσίαση περιγραφικής και συστηματικής ανασκόπησης

Χαρακτηριστικά	Περιγραφική ανασκόπηση	Συστηματική ανασκόπηση
Ερώτημα	Ευρέως ενδιαφέροντος	Συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα
Πηγές και έρευνα	Δυνητικά μεροληπτικές-ανομοιογένεια	Συγκεκριμένες πηγές και σαφής ερευνητική στρατηγική
Επιλογή	Σπανίως προκαθορισμένη και δυνητικά μεροληπτική	Ενιαία εφαρμογή κριτηρίων για ένταξη ή αποκλεισμό άρθρων
Εκτίμηση	Ποικίλη	Κριτική και αυστηρή
Σύνθεση	Συνήθως ποιοτική-αφηγηματική	Ποσοτική και αφηγηματική. Συνήθως σύνοψη σε πίνακες
Συμπέρασμα	Σπανίως επαρκώς τεκμηριωμένο	Συνήθως τεκμηριωμένο

Από τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν φαίνεται ξεκάθαρα ότι η συστηματική ανασκόπηση σαφώς πλεονεκτεί έναντι της αφηγηματικής. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε βασικό κριτήριο για την επιλογή των ανασκοπήσεων που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

### **Εικονική πραγματικότητα και εκπαίδευση-Συστηματική ανασκόπηση**

Στη διεθνή βιβλιογραφία γίνονται αναφορές για αξιοποίηση της ΕΠ στην εκπαίδευση και στις τρεις βαθμίδες. Επισημαίνονται θετικά στοιχεία όσον αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα. Παρατηρούνται όμως και αρκετά προβλήματα. Από τις συστηματικές ανασκοπήσεις που εντοπίστηκαν επιλέχθηκε για παρουσίαση αυτή των Kavanagh et al. (2017) που κρίθηκε ως η πλέον χαρακτηριστική, καθώς περιλαμβάνει μεγάλο πλήθος εργασιών, ευρύ πεδίο αξιοποίησης της ΕΠ και στις τρεις βαθμίδες εκπαίδευσης και είναι πρόσφατη. Τα ερευνητικά ερωτήματα που έθεσε ήταν:

- Εφαρμογές και κίνητρα της ΕΠ στην Εκπαίδευση.
- Προβλήματα στην εφαρμογή των συστημάτων ΕΠ στην Εκπαίδευση

Οι περισσότερες έρευνες αξιοποίησης ΕΠ για εκπαιδευτικούς σκοπούς εντοπίστηκαν στον τομέα της υγείας (35%). Στη γενική εκπαίδευση επίσης εντοπίστηκε ένα σημαντικό ποσοστό (28%). Όσον αφορά την κατανομή των ερευνών στα επίπεδα εκπαίδευσης, οι περισσότερες εντοπίστηκαν στην τριτοβάθμια, λιγότερες στη δευτεροβάθμια και ακόμη λιγότερες στην πρωτοβάθμια.

Για το 1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα, οι περισσότερες έρευνες που εντοπίστηκαν αφορούσαν εφαρμογές προσομοίωσης (σύνολο 41). Αυτές περιλαμβάνουν εικονικές επισκέψεις μαθητών σε μέρη που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο ή αδύνατο να παρευρεθούν, όπως μουσεία και αρχαιολογικοί χώροι, ή σε τοποθεσίες διαφορετικές από τους τόπους κατοικίας τους (Gaitatzes et al., 2011). Επιπλέον, στην κατηγορία αυτή υπάγονται έρευνες που αναφέρονται σε συστήματα που προσομοιώνουν επικίνδυνες καταστάσεις (Perez-Valle & Sagasti 2012· Sharma & Otunba, 2012), όπως μια πυρκαγιά σε αεροπλάνο, προκειμένου το προσωπικό να εκπαιδευτεί στην αντιμετώπισή τους (Sharma & Otunba, 2012). Επιπλέον, αρκετές έρευνες (σύνολο 31) αφορούσαν συστήματα εκπαίδευσης, όπως για παράδειγμα εξομοιωτές πτήσης (Page 2000· Wei et al., 2013). Ακόμη, ένα μεγάλο πλήθος ερευνών αφορούσαν εκπαίδευση σε συστήματα πρόσβασης σε περιορισμένους πόρους, όπως επιστημονικό εξοπλισμό, εργαστήρια και βιομηχανικές εγκαταστάσεις (Hristov et al., 2013).

Τα κίνητρα αξιοποίησης της ΕΠ στην εκπαίδευση διακρίνονται σε παιδαγωγικά και σε εγγενή. Τα παιδαγωγικά αναφέρονται σε θεωρίες μάθησης, με την πλειοψηφία των ερευνών να σχετίζονται με τη θεωρία του κονστρουκτιβισμού (Anopas & Wongsawat, 2014· Dewey, 1985). Ακόμη, αναφέρονται σε εφαρμογές που προάγουν τη συνεργασία και στα παιγνιώδη στοιχεία ως αυξημένα κίνητρα για μάθηση (Afonseca et al., 2013). Τα εγγενή αναφέρονται στην πλειοψηφία των ερευνών (σύνολο 46) στην αυξημένη εμπύθιση, την αίσθηση του να "ανήκουν" στον εικονικό κόσμο (Cecil et al., 2013), την αυξημένη απόλαυση. Ακόμη, ένας σημαντικός αριθμός ερευνών αναφέρεται στη βαθύτερη μάθηση που επιτυγχάνεται, αφού οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εξερευνούν, να "βυθίζονται" στο εικονικό περιβάλλον και να εξάγουν τις δικές τους ερμηνείες από τις εμπειρίες τους στον εικονικό κόσμο (Chung 2012· Falah et al. 2014).

Σύνοψη αποτελεσμάτων ανασκόπησης από την αξιοποίηση της ΕΠ στην εκπαίδευση:

- Προαγωγή της μάθησης μέσω εξερεύνησης (κλάδος θεωρίας κονστрукτιβισμού).
- Βελτίωση εμπειρίας μάθησης.
- Παιγνιώδη στοιχεία.
- Εμβύθιση, η οποία συντελεί στην εστίαση της προσοχής μαθητών στο μαθησιακό αντικείμενο-στόχο.
- Επίτευξη μαθησιακών στόχων.
- Αυξημένη απόλαυση των μαθητών μέσα από τη μαθησιακή διαδικασία.
- Αυξημένα κίνητρα για μάθηση. Σύμφωνα με έρευνες μαθητές με καλύτερα κίνητρα μαθαίνουν καλύτερα (Sutcliffe, 2003).
- Προαγωγή της συνεργασίας σε ορισμένες περιπτώσεις (Huang et al., 2010).
- Προσωποποιημένη μάθηση. Μάθηση προσαρμοσμένη στις ανάγκες και ρυθμό των μαθητών (Angeloni et al., 2012· Chang et al., 2014).
- Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης συνηγορούν στο ότι η εμβύθιση, η εξερεύνηση και η ερμηνεία των εμπειριών στο εικονικό περιβάλλον οδηγούν σε βαθύτερη μάθηση.

Η ανασκόπηση εντόπισε και αρκετά αρνητικά στοιχεία από την αξιοποίηση της ΕΠ στην εκπαίδευση. Για παράδειγμα, αναφέρθηκαν προβλήματα που σχετίζονται με το κόστος ανάπτυξης και την ενσωμάτωση στην εκπαίδευση συστημάτων ΕΠ (σύνολο 15 ερευνών). Επιπλέον, ορισμένες έρευνες ανέφεραν προβλήματα που παρουσιάστηκαν με συσκευές εισόδου (αδυναμία αναγνώρισής τους, δύσχρηστες). Αξιοσημείωτο είναι ότι οι περισσότερες έρευνες (σύνολο 17) ανέδειξαν προβλήματα ευχρηστίας του λογισμικού, κάτι που λειτούργησε ανασταλτικά στην αξιοποίηση της ΕΠ. Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας επιτυχίας και απήχησης ενός λογισμικού είναι η ευχρηστία και θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στη σχεδίαση και ανάπτυξη κάθε συστήματος. Στην ίδια κατηγορία περιλαμβάνονται έρευνες που επισημαίνουν χαμηλό επίπεδο ρεαλισμού (Huang et al., 2010), που αποτελεί επίσης ανασταλτικό παράγοντα στη μαθησιακή διαδικασία. Ακόμη, αρκετές έρευνες (σύνολο 11) επεσήμαναν τη μειωμένη σε διάρκεια ενασχόληση των μαθητών με το σύστημα (Hsiaoa et al., 2010· Hsieh et al., 2010).

## **Εικονική πραγματικότητα και περιβαλλοντική εκπαίδευση-συστηματικές ανασκοπήσεις**

Εντοπίστηκαν ελάχιστες ανασκοπήσεις που διαπραγματεύονται την αξιοποίηση της ΕΠ στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται δύο χαρακτηριστικές, καθώς περιλαμβάνουν δομημένα ερευνητικά ερωτήματα και σημαντικό αριθμό ερευνών.

### *Συστηματική ανασκόπηση 1*

Η ανασκόπηση των Fauville et al. (2020) εξέτασε την αξιοποίηση εμβυθισμένης ΕΠ στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και πιο συγκεκριμένα στην κλιματική αλλαγή. Τα άρθρα κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με τα τρία συστατικά εμπλοκής των εκπαιδευόμενων που είναι απαραίτητα για να προκληθεί αλλαγή στη στάση απέναντι στην κλιματική αλλαγή (Ockwell et al. 2009): κατανόηση, συναισθήματα, ενέργειες. Συνολικά, επιλέχθηκαν 13 άρθρα (έτη 2002-2018). Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση των ερευνών με βάση τις 4 διαστάσεις της περιβαλλοντικής παιδείας (Cook & Berrenberg, 1981· Hungerford & Volk, 1990, Stern, 2000):

1. Γνώση (επιστήμες, οικολογία, κατηγορίες επιρροών στα περιβαλλοντικά ζητήματα).

2. Απόψεις (στάσεις, ευαισθησία, ενέργειες προς το περιβάλλον).
3. Ικανότητες (ανάλυση, επίλυση περιβαλλοντικών ζητημάτων).
4. Περιβαλλοντικά υπεύθυνη συμπεριφορά (ατομική-ομαδική).

Τα συμπεράσματα της ανασκόπησης από τη αξιολόγηση της ΕΠ σε κάθε διάσταση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ήταν τα ακόλουθα:

#### Διάσταση γνώσης

- Η σχεδίαση του εικονικού κόσμου έχει μεγαλύτερη επιρροή στα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με το επίπεδο εμπύθισης.
- Η εμπύθιση είχε μεγαλύτερο αντίκτυπο στις στάσεις των συμμετεχόντων απέναντι στο περιβάλλον σε σχέση με άλλες τεχνικές (video και κείμενο).
- Η άμεση ανατροφοδότηση (οπτικοποίηση) των αρνητικών επιπτώσεων επηρέασε τις στάσεις.

#### Διάσταση συμπεριφοράς

- Οι εμπειρίες από την εμπύθιση επηρέασαν θετικότερα την περιβαλλοντική συμπεριφορά.
- Η "ζωντανή εμπειρία" προκαλεί μικρότερο γνωστικό φορτίο, το οποίο οδηγεί σε ευκολότερη επεξεργασία μηνυμάτων και επομένως ευνοεί την αλλαγή συμπεριφοράς (Bailey et al., 2015).

#### Διάσταση ικανοτήτων-δεξιοτήτων

- Δεν εντοπίστηκαν μελέτες.

### Συστηματική Ανασκόπηση 2

Το γενικό θέμα που εξέτασε η ανασκόπηση των Queiroz et al. (2018) ήταν το πώς επηρεάζουν τα εμπυθισμένα εικονικά περιβάλλοντα (ΕΕΠ) την κατανόηση, τα συναισθήματα και τη συμπεριφορά (ενέργειες) σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Η κατανόηση, τα συναισθήματα και οι ενέργειες αποτελούν τρεις σημαντικούς παράγοντες εμπλοκής (δέσμευσης) των ατόμων για βελτίωση στάσης στην κλιματική αλλαγή (Ockwell et al., 2009).

Από τα άρθρα που εντοπίστηκαν επελέγησαν τελικά και μελετήθηκαν πλήρως 55. Τα αποτελέσματα ανά θεματική περιοχή ταξινομήθηκαν σε 3 ευρείες κατηγορίες: EdCom, Plan και Analytics) που επεξηγούνται παρακάτω. Για κάθε έρευνα αναφέρεται η θεματική περιοχή, καθώς και οι παράγοντες με τους οποίους σχετίζεται: Κατανόηση (U-Understanding), Συναισθήματα (E-Emotion) και Ενέργειες (A-Action). Η κατανομή των ερευνών παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.

**Πίνακας 2:** Η κατανομή των ερευνών

Θέμα / Αποτελέσματα (πλήθος ερευνών)	EdCom			Plan			Analytics		
	U	E	A	U	E	A	U	E	A
Ζώα	2								
Ανθρακικό αποτύπωμα (carbon footprint)	1						1		
Έννοιες σχετικές με την κλιματική αλλαγή	6	1		1					

Κατανάλωση ενέργειας			2				2		
Μνημεία κληρονομιάς	2								
Πολεοδομικός σχεδιασμός και χρήση γης			1	3	1	6	2		1
Οπτικοποίηση τοπίου	3		1	4		3	3		
Πολλαπλά περιβαλλοντικά σενάρια	2						7	1	
Εκτίμηση / διαχείριση κινδύνου		1	1	1			4		2
Άνοδος στάθμης της θάλασσας		1		1		1	1		

Η ετικέτα EdCom αναφέρεται στην εκπαίδευση, την επικοινωνία και την ευαισθητοποίηση. Η ετικέτα Plan αναφέρεται στον περιβαλλοντικό και αστικό σχεδιασμό, καθώς και στη λήψη αποφάσεων. Η ετικέτα Analytics αναφέρεται στη λήψη αποφάσεων, την ανάλυση, την μοντελοποίηση και την οπτικοποίηση των δεδομένων.

Οι περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται περισσότερο στη γνώση και λιγότερο στα συναισθήματα και τις ενέργειες. Επίσης, όσον αφορά έρευνες σχετικές με την εκπαίδευση, ένας σημαντικός αριθμός αφορά τη θεματική περιοχή της κλιματικής αλλαγής. Οι περισσότερες μελέτες που σχετίζονται με την εκπαίδευση απευθύνονται στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια βαθμίδα, ενώ αυτές που αφορούν την κατηγορία της ανάλυσης και του βιομηχανικού σχεδιασμού απευθύνονται περισσότερο σε ερευνητές. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η απλή οθόνη χρησιμοποιήθηκε περισσότερο από τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας και ακόμη περισσότερο από τις διατάξεις HMDs.

#### Συμπεράσματα:

- Θετική επιρροή των εμπυθισμένων ΕΠ (ΕΕΠ) και στις 3 διαστάσεις (Γνώση, Συναισθήματα και Ενέργειες).
- Ορισμένες μελέτες περιελάμβαναν περισσότερες από μια από τις διαστάσεις, όμως καμία και τις 3 ταυτόχρονα.
- Λίγες μελέτες για την αξιοποίηση των ΕΕΠ στην ευαισθητοποίηση για την κλιματική αλλαγή.
- Σχετικά μικρός αριθμός εργασιών για ΕΕΠ στη γενική εκπαίδευση.
- Η εμπλοκή των συμμετεχόντων και τα αυξημένα κίνητρα αποτέλεσαν σημαντικούς παράγοντες επίτευξης των μαθησιακών στόχων.
- Η ποιότητα των γραφικών στα ΕΕΠ κρίνεται υψηλής σημασίας.

#### Συζήτηση, Συμπεράσματα

Στην εργασία δόθηκαν βασικοί ορισμοί σχετικοί με την ΕΠ και τις κατηγορίες στις οποίες διακρίνεται με κριτήριο την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Παρατηρήσαμε ότι υπάρχουν αρκετές μορφές που απαιτούν διαφορετικό εξοπλισμό και παρέχουν διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας.

Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά των ανασκοπήσεων και πιο συγκριμένα της αφηγηματικής και της συστηματικής ανασκόπησης. Με βάση τα στοιχεία που

δόθηκαν κρίναμε ότι η συστηματική ανασκόπηση οδηγεί σε αρκετά πιο αξιόπιστα συμπεράσματα σε σχέση με την αφηγηματική. Για το συγκεκριμένο λόγο επελέγησαν συστηματικές ανασκοπήσεις για παρουσίαση.

Παρουσιάστηκαν αντιπροσωπευτικές ανασκοπήσεις που συνδυάζουν:

- ΕΠ και Εκπαίδευση. Επισημάνθηκαν αρκετά θετικά στοιχεία από την αξιοποίηση της ΕΠ στην εκπαίδευση, όπως η βελτίωση της εμπειρίας μάθησης μέσω της εξερεύνησης και της εμπύθισης και γενικά της αυξημένης απόλαυσης των μαθητών μέσα από τη μαθησιακή διαδικασία, καθώς και τα αυξημένα κίνητρα για μάθηση. Επισημάνθηκαν όμως και σημαντικά προβλήματα. Σε αυτά περιλαμβάνονται το κόστος του εξοπλισμού και η ανάγκη για αρχική εκπαίδευση των συμμετεχόντων, ασυμβατότητες συσκευών εισόδου, ανεπαρκής ρεαλισμός, χαμηλό επίπεδο ευχρηστίας της εφαρμογής ΕΠ, καθώς και η αδυναμία δέσμευσης των χρηστών στον εικονικό κόσμο για χρονικά διαστήματα μεγαλύτερης διάρκειας.
- ΕΠ και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν διακρίνονται στις τρεις διαστάσεις της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (γνώση, θέσεις-στάσεις, συμπεριφορά, ικανότητες-δεξιότητες). Στη διάσταση γνώσης, η σχεδίαση του εικονικού κόσμου είχε θετική επιρροή στα μαθησιακά αποτελέσματα. Στη διάσταση θέσεων-στάσεων η εμπύθιση είχε καταλυτικό ρόλο στην αλλαγή στάσεων απέναντι στο περιβάλλον λόγω της οπτικοποίησης των αρνητικών επιπτώσεων. Παρόμοια, η εμπύθιση συνετέλεσε θετικά στην περιβαλλοντική συμπεριφορά, αφού η "ζωντανή εμπειρία" οδηγεί σε ευκολότερη επεξεργασία μηνυμάτων και κατά συνέπεια στην αλλαγή συμπεριφοράς (ατομική ή ομαδική) απέναντι στο περιβάλλον. Εντοπίστηκαν λιγιστές έρευνες για την αξιοποίηση των εμπυθισμένης ΕΠ στην ευαισθητοποίηση για την κλιματική αλλαγή, καθώς και σχετικά μικρός αριθμός εργασιών στη γενική εκπαίδευση.

Από τα παραπάνω, διαπιστώνεται ότι υπάρχει μικρός αριθμός συστηματικών ανασκοπήσεων που αφορούν την αξιοποίηση της ΕΠ στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Οι ανασκοπήσεις που εντοπίστηκαν αφορούν αποκλειστικά εμπυθισμένα εικονικά περιβάλλοντα και όχι άλλες μορφές ΕΠ, όπως αυτές παρουσιάστηκαν σε προηγούμενη ενότητα. Ειδικότερα, δεν εντοπίστηκαν έρευνες που να αφορούν μια δημοφιλή κατηγορία εικονικών κόσμων, τα εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών (Multi-User Virtual Environments (EΠΠΧ, MUVEs)). Η δυνατότητα συνύπαρξης πολλών χρηστών αξιοποιείται στην εκπαιδευτική κοινότητα με σημαντικά εκπαιδευτικά οφέλη (Ketelhut et al., 2005). Το ίδιο ισχύει και για την περιβαλλοντική εκπαίδευση, διότι τα εικονικά περιβάλλοντα, εκτός του ότι βοηθούν τους μαθητές να αποκτήσουν γνώση, έχουν θετικό αντίκτυπο στις στάσεις, τις αξίες και τις δεξιότητες που θεωρούνται σημαντικές σε αυτή.

Ακόμη, οι ανασκοπήσεις εστίασαν στον συνδυασμό ΕΠ και περιβαλλοντικής παιδείας γενικότερα στην εκπαίδευση και όχι ειδικότερα στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Επιπλέον, αρκετές έρευνες των ανασκοπήσεων που παρουσιάστηκαν δεν αναφέρουν με σαφήνεια το κοινό στο οποίο απευθύνονται.

Οι ανασκοπήσεις που παρουσιάστηκαν εστιάζουν σε έναν ή δυο παράγοντες εμπλοκής των ατόμων σε μια περιβαλλοντική δραστηριότητα (κατανόηση, συναισθήματα, ενέργειες), όμως δεν εντοπίστηκε καμία έρευνα που να εξετάζει και τους τρεις παράγοντες. Επιπλέον,

εντοπίστηκε μικρός αριθμός ερευνών που είχαν ως στόχο μελέτης τη συμβολή της ΕΠ στα συναισθήματα. Αυτό γεννά το ερώτημα αν η ΕΠ μπορεί να αξιοποιηθεί σε εφαρμογές που προάγουν ταυτόχρονα όλες τις διαστάσεις, προκειμένου να μελετηθεί ο βαθμός επίδρασης της ΕΠ στην αλλαγή στάσης και την ευαισθητοποίηση απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Σύμφωνα με τους Cook και Berrenberg (1981), για να θεωρείται κανείς περιβαλλοντικά εγγράμματος, θα πρέπει να κατέχει και τις τέσσερις διαστάσεις της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (γνώση, θέσεις, ικανότητες, περιβαλλοντικά υπεύθυνη συμπεριφορά). Με βάση τα ευρήματα των ανασκοπήσεων, οι διαστάσεις μελετήθηκαν σε περιορισμένο βαθμό, ενώ σε μια από αυτές (ικανότητες-δεξιότητες) δεν εντοπίστηκε καμία έρευνα.

Ένα ακόμη κενό των προηγούμενων ανασκοπήσεων είναι ο μικρός αριθμός ερευνών που εστιάζουν στη γλωρίδα και την πανίδα. Οι ανασκοπήσεις επικεντρώθηκαν περισσότερο σε μελέτες που σχετίζονταν με την κλιματική αλλαγή και λιγότερο με τη συμβολή στη βελτίωση των γνώσεων σχετικά με τα έμβια όντα ενός οικοσυστήματος, που αποτελούν τους κύριους παράγοντες λειτουργίας και εξέλιξης σε αυτό.

Με βάση όλα τα παραπάνω, φαίνεται ότι είναι επιτακτική η ανάγκη για τη διεξαγωγή μιας νέας ανασκόπησης, που θα έχει ως στόχο να διευρύνει τα αποτελέσματα των υπαρχόντων ανασκοπήσεων και να καλύψει τα κενά που εντοπίστηκαν.

## Βιβλιογραφία

- Φωκίδης, Ε., Τσολακίδης Κ. (2013). "Η Εικονική Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση", στο Αλιβίζος Σ., Βρατσάλης Κ. (επιμ.), *"Παιδαγωγική Αξιοποίηση των Νέων Μέσων στην Εκπαιδευτική Διαδικασία"*, Εκδόσεις Ίων, ISBN 978-960-508-077-8, σελ. 185-203.
- Afonseca, C., & Badia, S. B. i. (2013). Supporting collective learning experiences in special education. *Proceedings of the IEEE 2nd International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* (pp. 1–7). Los Alamitos: IEEE Press.
- Angeloni, I., Bisio, F., De Gloria, A., Mori, D., Capurro, C., & Magnani, L. (2012). A Virtual Museum for Flemish artworks. A digital reconstruction of Genoese collections. *Proceedings of the 18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia* (pp. 607–610). Los Alamitos: IEEE Press.
- Anopas, D., & Wongsawat, Y. (2014). Virtual reality game for memory skills enhancement based on QEEG. *Proceedings of the 7th 2014 Biomedical Engineering International Conference* (pp. 1–5). Los Alamitos: IEEE Press.
- Ardiny, H. & Khanmirza, E. (2018). "The Role of AR and VR Technologies in Education Developments: Opportunities and Challenges," *2018 6th RSI International Conference on Robotics and Mechatronics (ICRoM)*, Tehran, Iran, 2018, pp. 482-487, doi: 10.1109/ICRoM.2018.8657615.
- Aromataris, E., & Pearson, A. (2014). The systematic review: an overview. *AJN the American Journal of Nursing*, 114(3), 53-8. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000444496.24228.2c>
- Bailey, J. O., Bailenson, J. N., Flora, J., Armel, K. C., Voelker, D., & Reeves, B. (2015). The impact of vivid messages on reducing energy consumption related to hot water use. *Environment and Behavior*, 47(5), 570e592.
- Boas, Y.A. (2012). Overview of Virtual Reality Technologies.



- Cecil, J., Ramanathan, P., & Mwavita, M. (2013). Virtual Learning Environments in engineering and STEM education. *Proceedings of the 2013 IEEE Frontiers in Education Conference* (pp. 502–507). Los Alamitos: IEEE Press.
- Chang, Y.-J., Wang, C.-C., Luo, Y.-S., & Tsai, Y.-C. (2014). Kinect-based rehabilitation for young adults with cerebral palsy participating in physical education programs in special education school settings. *Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications* (pp. 792–795).
- Chung, L.-Y. (2012). Virtual Reality in college English curriculum: Case study of integrating second life in freshman English course. *Proceedings of the 26th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops* (pp. 250–253). Los Alamitos: IEEE Press.
- Cook, S., & Berrenberg, J. L. (1981). Approaches to encouraging conservation behavior: A review and conceptual framework. *Journal of Social Issues*, 37(2), 73-107
- Crosier, J.K., Cobb, S., & Wilson, J.R. (2002). "Key lessons for the design and integration of virtual environments in secondary science, " *Computers & Education*", vol. 38, no.1-3, pp. 77–94.
- Dale, E. (1969). *Audiovisual methods in teaching*. New York Dryden Press: Dryden Press.
- Davis, N. (2008). How may teacher learning be promoted for educational renewal with IT. Στο J. Voogt, & G. Knezek (Eds.), *International handbook of information technology in primary and secondary education* (σσ. 507-519). New York: Springer.
- Dewey, J. (1985). *Democracy and education, 1916*. II: Southern Illinois University Press Carbondale.
- Falah, J., Khan, S., Alfalah, T., Alfalah, S. F. M., Chan, W., Harrison, D. K., & Charissis, V. (2014). Virtual Reality medical training system for anatomy education. *Proceedings of the 2014 Science and Information Conference* (pp. 752–758).
- Fauville, G., Bailenson, J. N., & Queiroz, A. C. M. (2020). *Virtual reality as a promising tool to promote climate change awareness*. *Technology and Health*, 91-108.
- Hart, C. (1998). *Doing a literature review: Releasing the social science research imagination*. London: Sage Publications.
- Higgins, J. P., & Green, S. (Eds.) (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (Vol. 4). John Wiley & Sons.
- Hristov, G., Zahariev, P., Bencheva, N., & Ivanov, I. (2013). Designing the next generation of virtual learning environments — Virtual laboratory with remote access to real telecommunication devices. In G. Papadourakis (Ed.), *Proceedings of the 24th International Conference on European Association for Education in Electrical and Information Engineering* (pp. 139–144). Chania, Greece: IEEE.
- Hsiaoa, I., Lia, I., & Lanb, Y. (2010). *Development of a virtual campus on Second Life: A case study of NCU Wonderland*.
- Hsieh, P., Wub, Y., & Mac, F. (2010). A study of visitor's learning needs and visit satisfaction in real and secondlife museums. In T. Hirashima, A. F. Mohd AYUB, I. Kwok, S. Wong, S.C. Kong & F. Yu (Eds.), *Workshop Proceedings of the 18th International Conference on Computers in Education* (pp. 248-255). Malaysia: Faculty of Educational Studies, Universiti Putra Malaysia.
- Hungerford, H., & Volk, T. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8-22.

- Kamarainen, A., Metcalf, S., Dede, C., & Grotzer, T. (2010). *Ecomuve - promoting ecosystems science learning via multi-user virtual environments*. Paper presented at the 95<sup>th</sup> Ecological Society of America Annual Meeting, Pittsburgh, PA. <https://doi.org/10.4018/jgcms.2011010107>
- Kaufmann, H., Schmalstieg, D., & Wagner, M., (2000). "Construct3d: a virtual reality application for mathematics and geometry education," *Education and information technologies*, vol. 5, no. 4, pp. 263–276.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). Making it real: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality (Waltham Cross)*, 10(3-4), 163–174. doi:10.1007/s10055-006-0036-4.
- Ketelhut, D. J., Nelson, B. C., Clarke, J. E., & Dede, C. (2010). A multi-user virtual environment for building and assessing higher order inquiry skills in science. *British Journal of Education Technology*, 41(1), 56-68. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01036.x>
- Ketelhut, D. J., Clarke, J., Dede, C., Nelson, B., & Bowman, C. (2005). *Inquiry teaching for depth and coverage via multi-user virtual environments*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching, Dallas.
- Kirschner, P., Wubbels, T., & Brekelmans, M. (2008). Benchmarks for teacher education programs in the pedagogical use of ICT. In J. Voogt, & G. Knezek (Eds.), *International handbook of information technology in primary and secondary education* (pp. 435-447). New York: Springer.
- Lanier, J., & Biocca, F. (1992). An insider's view of the future of virtual reality. *Journal of Communication*. 42, (4, Autumn), 150-172.
- Levin, M. F. (2011). Can virtual reality offer enriched environments for rehabilitation? *Expert Review of Neurotherapeutics*, 11(2), 153-155.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual Technologies Trends in Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 469-486. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a>
- McLellan, H. (1996): Virtual realities. In: Jonassen, D. (ed.) *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*, pp. 457–487. Kluwer-Nijhoff Publishing, Boston.
- Ockwell, D., Whitmarsh, L., & O'Neill, S. (2009). Reorienting climate change communication for effective mitigation: Forcing people to be green or fostering grassroots engagement? *Science Communication*, 30(3), 305-327.
- Page, R. (2000). Brief history of flight simulation. *Proceedings of the SimTecT 2000* (pp. 1–11). <http://doi.org/10.1.1.132.5428>.
- Pearson, A. (2004). Balancing the evidence: incorporating the synthesis of qualitative data into systematic reviews. *JBIR Reports*, 2, 45-64. <https://doi.org/10.1111/j.1479-6988.2004.00008.x>
- Perez-Valle, A., & Sagasti, D. (2012). A novel approach for tourism and education through virtual Vitoria-Gasteiz in the 16th century. *Proceedings of the 18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia* (pp. 615–618). Milan, Italy: IEEE.

- Queiroz, A. C. M., Kamarainen, A. M., Preston, N. D., & Leme, M. I. S. (2018). Immersive virtual environments and climate change engagement. In *Proceedings of the immersive learning research network* (pp. 153-164).
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. & Wohlgenannt, I. (2019). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda, *Computers & Education*, Volume 147, 2020, 103778, ISSN 0360-1315, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>.
- Sayed, N., Zayed, H., & Sharawy, M. (2011). "Arsc: Augmented reality student card an augmented reality solution for the education field," *Computers & Education*, vol. 56, no. 4, pp. 1045–1061.
- Sharma, S., & Otunba, S. (2012). Collaborative virtual environment to study aircraft evacuation for training and education. *Proceedings of the 2012 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)* (pp. 569–574). Denver, CO, USA: IEEE. <http://doi.org/10.1109/CTS.2012.6261107>.
- Stern, P. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56(3), 407.
- Sutcliffe, A. (2003). *Multimedia and virtual Reality: Designing multisensory user interfaces*. England: Psychology Press.
- Wei, W., Dongsheng, L., & Chun, L. (2013). Fixed-wing aircraft interactive flight simulation and training system based on XNA. In X. Zhang, Z. Zhou, Q. Wang & X. Luo (Eds.), *Proceedings of the 2013 International Conference on Virtual Reality and Visualization* (pp. 191-198). Xian, Shaanxi, China: IEEE.