



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ



ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ
ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΕΩΣ 1981

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

Πρακτικά
Επετειακού Συνεδρίου:

40 χρόνια από
την ίδρυση της
Παιδαγωγικής
Εταιρείας
Ελλάδος
(1981-2021)



Επιμέλεια:

**Κωνσταντίνος Δ. Μαλαφάντης
Θωμάς Κ. Μπαμπάλης**

ιδιάδραση

ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Γεώργιος Ι. Κουτρομάνος
Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας παρατηρείται ολοένα και περισσότερο η αυξανόμενη χρήση νέων αναδυόμενων τεχνολογιών σε διάφορους τομείς, μεταξύ των οποίων και στην εκπαίδευση. Ήδη οδεύουμε προς την Metaverse εποχή, όπου η Εκτεταμένη Πραγματικότητα (Extended Reality) θα αξιοποιείται συνεχώς στην καθημερινότητα, θα θεωρείται προέκταση της πραγματικής ζωής και τρόπος ενίσχυσης κοινωνικών, ψυχαγωγικών και πολιτιστικών εμπειριών. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα, ως μέρος αυτής της νέας πραγματικότητας, αποτελεί μια από τις αναδυόμενες τεχνολογίες η οποία αναμένεται τα επόμενα χρόνια να επιφέρει σημαντικές αλλαγές στον χώρο της εκπαίδευσης. Η παρούσα εργασία εστιάζει σε αυτή την τεχνολογία, οριοθετεί τη θέση της στο «συνεχές της πραγματικότητας – εικονικότητας», παρουσιάζει τις δυνατότητες, τις εφαρμογές και το παιδαγωγικό της πλαίσιο, συνοψίζει την υπάρχουσα ερευνητική δραστηριότητα ως προς την επίδρασή της στη μάθηση και αναδεικνύει τα ερευνητικά κενά για μελλοντικές έρευνες.

ABSTRACT

The growing use of new emerging technologies in various sectors, including education, is being observed more and more nowadays. We are already heading toward the Metaverse era, where Extended Reality will be continuously utilized in daily life, considered an extension of actual life and a way to support social, entertainment, and cultural experiences. As part of this new reality, Augmented Reality serves as one of the emerging technologies expected to bring about significant changes in the field of education in the coming years. This paper focuses on this technology, delineates its position in the reality-virtuality continuum, presents its affordances, applications, and educational framework, summarizes the current research activity with regard to learning, and identifies gaps in the research with an eye toward future studies.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, τα εξελιγμένα χαρακτηριστικά και οι αναβαθμισμένες δυνατότητες των έξυπνων συσκευών κινητής τεχνολογίας και των φορετών τεχνολογιών (wearable technologies), σε συνδυασμό με την πρόοδο στις τηλεπικοινωνίες, έχουν συμβάλει στην αυξανόμενη χρήση νέων αναδυόμενων τεχνολογιών σε διάφορους τομείς, μεταξύ των οποίων και στην εκπαίδευση. Παραδείγματα τέτοιων τεχνολογιών αποτελούν η Εικονική (Virtual Reality), η Επαυξημένη (Augmented Reality) και η Μικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality) (Flavián et al., 2019· Xi et al., 2022). Από τις αναδυόμενες τεχνολογίες, η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον από την ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα, εξαιτίας της διαθεσιμότητας πολλών εφαρμογών για τη διδασκαλία και τη μάθηση μέσω φορητών συσκευών χαμηλού κόστους, καθώς και της δυνατότητας ανάπτυξης επαυξημένων τεχνουργημάτων από την ίδια την εκπαιδευτική κοινότητα μέσω εύχρηστων εργαλείων και προγραμμάτων (π.χ., Atwood-Blaine & Huffman, 2017· Mota, Ruiz-Rube, Dodero, & Arnedillo-Sánchez, 2018).

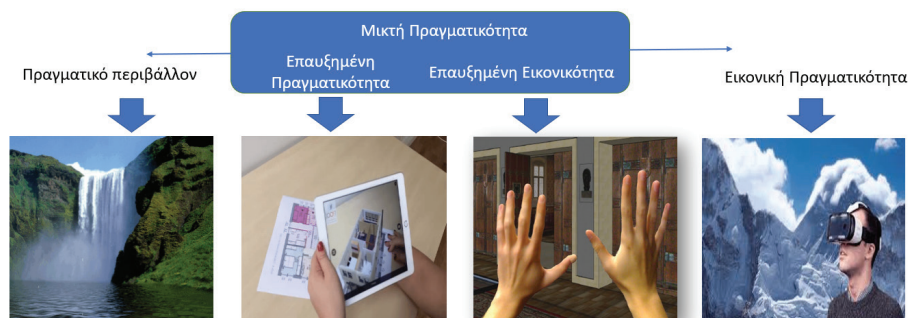
Η προστιθέμενη αξία της ΕΠ σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες, έγκειται στη σύζευξη των δυνατοτήτων της με το πραγματικό περιβάλλον και ειδικότερα στη συνύπαρξη εικονικών και πραγματικών αντικειμένων στον ίδιο χώρο, με αποτέλεσμα την πρόσβαση των μαθητών/τριών σε υλικό και δραστηριότητες που συμβάλλουν στην ενίσχυση και την καλύτερη κατανόηση τόσο έντυπου περιεχομένου όσο και τοποθεσιών με ιδιαίτερη πολιτισμική, ιστορική και εκπαιδευτική αξία (Κουτρομάνος, 2019· Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009· Garzón, Pavón, & Baldiris, 2019). Τα ερευνητικά δεδομένα που απορρέουν από την πρόσφατη βιβλιογραφία σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα παρέχουν επαρκείς αποδείξεις ότι η χρήση της ΕΠ, μεταξύ άλλων, μπορεί να διαμορφώσει θετικές στάσεις απέναντι στη μάθηση, να ενθαρρύνει την εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία, αλλά και να ενισχύσει τα μαθησιακά αποτελέσματα (βλ. Πίνακα 1).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει τις δυνατότητες, τις εφαρμογές και το παιδαγωγικό πλαίσιο της ΕΠ στην Εκπαίδευση, να συνοψίσει την υπάρχουσα ερευνητική δραστηριότητα ως προς την επίδρασή της στη μάθηση, καθώς και να αναδείξει τις μελλοντικές της προοπτικές και δυνατότητες στη διδασκαλία και τη μάθηση.

ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΙΚΟΝΙΚΟΤΗΤΑ

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) αποτελεί μέρος ενός συνόλου από «πραγματικότητες» οι οποίες αναδύθηκαν τα τελευταία χρόνια. Η πραγματικότητα ορίζεται συνήθως ως «η ποιότητα ή η κατάσταση του να είναι κάτι πραγματικό», ενώ

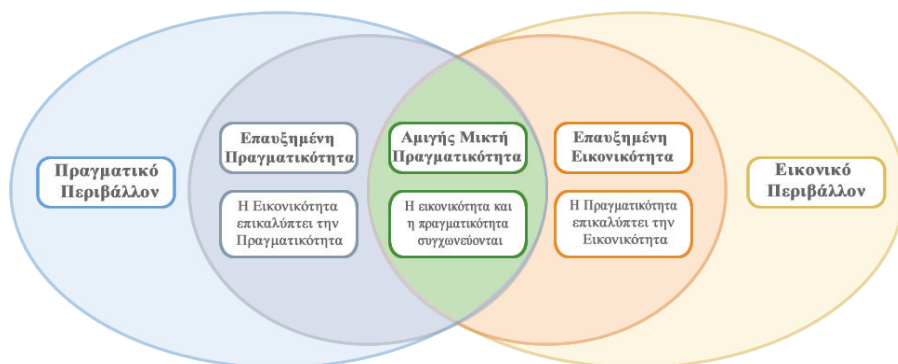
το πραγματικό ορίζεται ως κάτι που «συμβαίνει ή υπάρχει στην πραγματικότητα» και «έχει αντικειμενική ανεξάρτητη ύπαρξη» (Steffen et al., 2019). Όσον αφορά την Εικονική Πραγματικότητα υπάρχουν πολλοί ορισμοί. Σύμφωνα με τους Herz και Rauschnabel (2019), είναι ένα ψηφιακό μέσο εμπύθισης που δημιουργεί ένα τρισδιάστατο, εικονικό και διαδραστικό περιβάλλον πολυμέσων το οποίο ο χρήστης επεξεργάζεται ή αντιλαμβάνεται όπως ακριβώς αντιλαμβάνεται και τον πραγματικό κόσμο. Ουσιαστικά, η Εικονική Πραγματικότητα εμπυθίζει έναν χρήστη σε ένα εικονικό περιβάλλον, «αποκλείοντάς» τον, από το φυσικό του περιβάλλον. Αν και δεν αποτελεί καινούργια τεχνολογία στον χώρο της εκπαίδευσης, ωστόσο, οι πρόσφατες εξελίξεις στις τεχνολογίες εμπύθισης – όσον αφορά την οπτικοποίηση και τις αλληλεπιδράσεις – την έχουν κάνει όλο και πιο ελκυστική στην ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα. Από την άλλη, η ΕΠ επιτρέπει την εισαγωγή εικονικών (virtual) αντικειμένων στο οπτικό πεδίο του χρήστη σε πραγματικό χρόνο, και, κατ' επέκταση, τη συνύπαρξη πραγματικών περιβαλλόντων και ψηφιακών πληροφοριών (Ibáñez et al., 2015). Αναφορικά με τον όρο Μικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality-ΜΠ), οι Wedel et al. (2020) την ορίζουν ως την πραγματικότητα που συγχωνεύει την Εικονική με την ΕΠ, ενώ οι Hoyer et al. (2020) την αντιλαμβάνονται ως μία επέκταση της ΕΠ, στην οποία ο χρήστης αλληλεπιδρά απευθείας με εικονικά αντικείμενα που βρίσκονται ενσωματωμένα στον φυσικό κόσμο.



Σχήμα 1. Το συνεχές της Πραγματικότητας-Εικονικότητας (Reality-Virtuality Continuum) (Milgram & Kishino, 1994).

Οι Milgram και Kishino (1994) κατηγοριοποίησαν τις διαφορετικές πραγματικότητες δημιουργώντας ένα πλαίσιο αναφοράς που ονομάστηκε «Το συνεχές της Πραγματικότητας-Εικονικότητας» (Reality-Virtuality Continuum) (βλ. Σχήμα 1). Η κατηγοριοποίηση αυτή περιλαμβάνει στα άκρα του πλαισίου, το Πραγματικό (Real Environment) και το Εικονικό Περιβάλλον (Virtual Environment) και στο κέντρο τη ΜΠ, η οποία με τη σειρά της περιλαμβάνει την

ΕΠ και την Επαυξημένη Εικονικότητα (Augmented Virtuality). Η Επαυξημένη Εικονικότητα είναι η επικάλυψη του εικονικού περιβάλλοντος με πραγματικά αντικείμενα (real-world elements).



Σχήμα 2. Το προτεινόμενο συνεχές πραγματικότητας-εικονικότητας
(*Proposed reality-virtuality continuum*) (Flavián et al., 2019).

Ωστόσο, η εξέλιξη της τεχνολογίας δημιούργησε νέες συσκευές, όπως τα έξυπνα γυαλιά (π.χ., Microsoft Hololens καθώς και Google Magic Leap), και άρα νέους τρόπους εμπειρίας των διαφορετικών πραγματικοτήτων. Δημιουργήθηκε λοιπόν η ανάγκη για μία νέα ταξινόμια των πραγματικοτήτων. Οι Flavián et al. (2019) αναθεώρησαν και επέκτειναν την ταξινόμια των Milgram και Kishino (1994) προτείνοντας ένα νέο συνεχές Πραγματικότητας-Εικονικότητας όπου ουσιαστικό ρόλο έχει η Αμιγής Μικτή Πραγματικότητα (Pure Mixed Reality) (βλ. Σχήμα 2). Αυτή θεωρείται ως μια ανεξάρτητη διάσταση που εμπίπτει μεταξύ της ΕΠ και της Επαυξημένης Εικονικότητας και χαρακτηρίζεται από τη συνολική ανάμειξη των εικονικών ολογραμμάτων με τον πραγματικό κόσμο.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

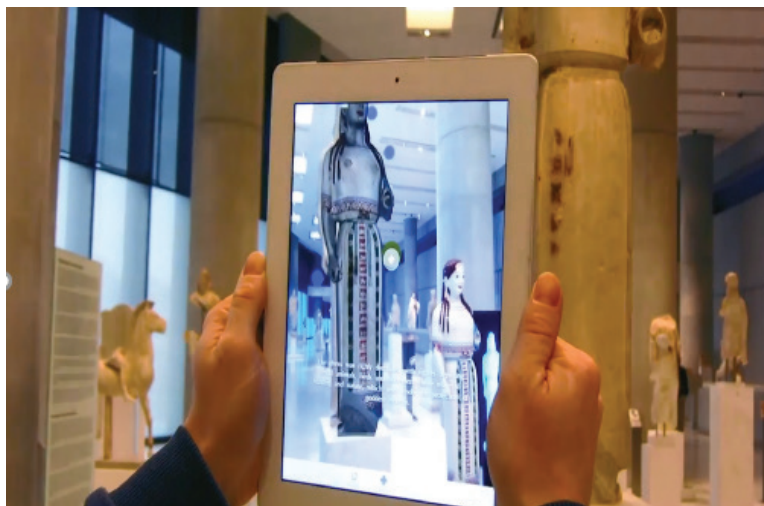
Έρευνες και μελέτες

Έρευνες και μελέτες γύρω από την αξιοποίηση της ΕΠ έχουν αναδείξει έναν σημαντικό αριθμό δυνατοτήτων οι οποίες είναι συνήθως κοινές σε όλες τις τεχνολογίες εμβύθισης και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις τεχνολογικές και τις μαθησιακές

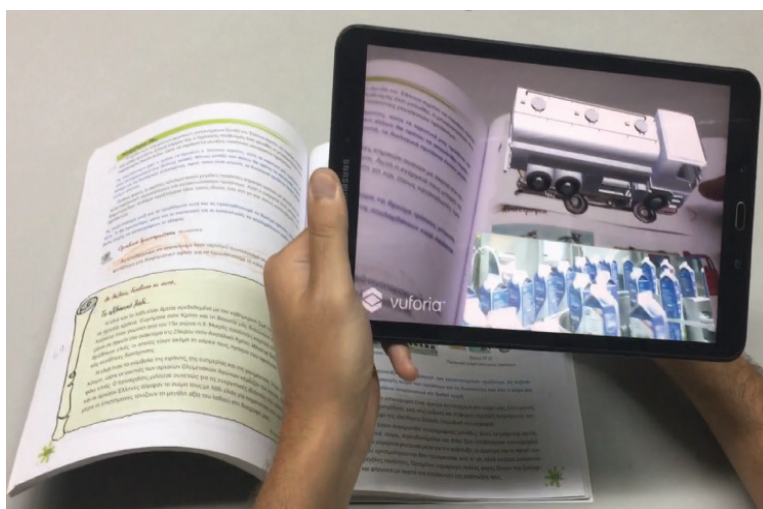
δυνατότητες. Στις τεχνολογικές δυνατότητες εμπεριέχονται, μεταξύ άλλων, η σύζευξη εικονικών και πραγματικών αντικειμένων στον ίδιο χώρο (Dunleavy et al., 2009), η αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, η παρουσία (presence), η εμβύθιση (immersion) (Salar et al., 2020), η αυτονομία και η θέαση πρώτου προσώπου. Μια άλλη σημαντική δυνατότητα είναι η οπτικοποίηση και συγκεκριμενοποίηση αφηρημένων εννοιών και φαινομένων (Arici et al., 2019). Συνήθως, οι τεχνολογικές δυνατότητες οδηγούν στις μαθησιακές δυνατότητες που μεταξύ άλλων είναι η ελεύθερη πλοήγηση, η δημιουργία, η συνεργασία και η επικοινωνία. Επιπρόσθετα, οι τεχνολογικές δυνατότητες δημιουργούν δυνατότητες για την ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων (Dunleavy et al., 2009). Επιπλέον, η ελκυστικότητα του εικονικού και ψηφιακού περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την αλληλεπίδραση και την πολλαπλή αναπαράσταση της πληροφορίας αποτελούν δυνατότητες που συμβάλλουν στην αύξηση των κινήτρων και της εμπλοκής των μαθητών/τριών και στην πιο ευχάριστη και κατανοητή μαθησιακή διαδικασία (Akçayır & Akçayır, 2017· Arici et al., 2019· Chiang et al., 2014). Ακόμη, προηγούμενη μελέτη (Cheng & Tsai, 2013) βρήκε, μεταξύ άλλων, ως δυνατότητες της ΕΠ την εννοιολογική αλλαγή και κατανόηση, τη χωρική ικανότητα και τη διερευνητική μάθηση.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Στην ερευνητική βιβλιογραφία οι εφαρμογές ΕΠ χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία εστιάζει σε εφαρμογές που βασίζονται στην εικόνα (image-based augmented reality). Αυτές αξιοποιούν την κάμερα/φωτογραφική μηχανή μιας συσκευής κινητής τεχνολογίας με σκοπό να αναγνωρίσουν αντικείμενα που έχουν φυσική υπόσταση, ώστε να επαυξήσουν το περιεχόμενο με εικονικά (δηλ. ψηφιακά επαυξημένα) στοιχεία (Liou et al., 2017). Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει εφαρμογές που χρησιμοποιούν δείκτες (markers) όπως Κωδικούς Άμεσης Απόκρισης (QR-codes) (Ruan & Jeong, 2012) για τη θέαση της επαύξησης και εφαρμογές χωρίς δείκτες (markerless) όπου οποιοδήποτε τμήμα του πραγματικού περιβάλλοντος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως «στόχος» ώστε να προβληθεί στον χώρο το επαυξημένο περιεχόμενο (π.χ., βλ. Εικόνα 1). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας είναι τα βιβλία ΕΠ (βλ. Εικόνα 2), οι χάρτες, οι καρτέλες και οποιαδήποτε εικόνα και έντυπο, τα οποία μπορούν να επαυξηθούν με τρισδιάστατα εικονικά αντικείμενα, βίντεο, ήχο, κίνηση, εικόνες, κείμενο καθώς και ιστοσελίδες με επιπρόσθετο υλικό και δραστηριότητες εφαρμογών Ιστού 2.0 (Κουτρομάνος, 2019). Εφαρμογές που στηρίζονται στην εικόνα είναι κατάλληλες για αύξηση των κινήτρων, οπτικοποίηση και αναπαράσταση φαινομένων και αφηρημένων εννοιών, καλλιέργεια δεξιοτήτων συντονισμού, για πρακτική και εξάσκηση, για αυτοξιολόγηση.



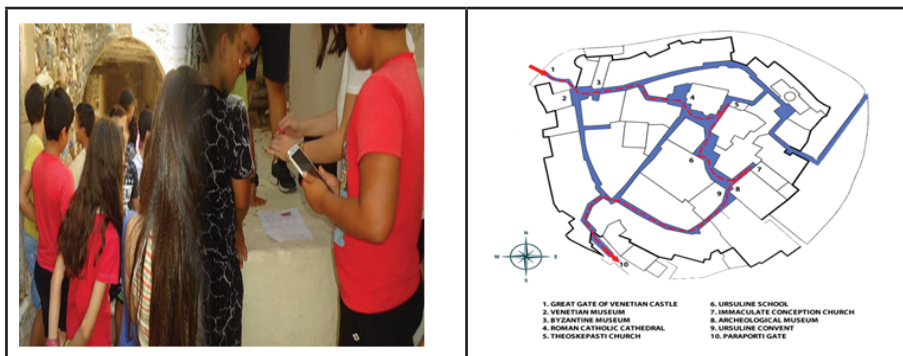
Εικόνα 1. Ενδεικτικό παράδειγμα από την επαύξηση αγάλματος (Κόρη) (άνευ δεικτών - markerless) στο Μουσείο Ακρόπολης.



Εικόνα 2. Ενδεικτικό στιγμιότυπο από την επαύξηση του σχολικού εγχειριδίου «Γεωγραφία, Μαθαίνω την Ελλάδα» της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου, με τρισδιάστατο αντικείμενο και βίντεο.

Η δεύτερη κατηγορία εφαρμογών ΕΠ βασίζεται στην τοποθεσία (location-based augmented reality), η οποία χρησιμοποιεί δεδομένα από ασύρματο δι-

αδίκτυο ή/και από το Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης (GPS), ώστε να προσδιορίσει την τοποθεσία που θα επαυξηθεί με εικονικό περιεχόμενο (Saxena & Verma, 2022) (βλ. Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Ενδεικτικό στιγμιότυπο από τη χρήση της εφαρμογής τοποθεσίας “Clavis Aurea” στο Κάστρο της Νάξου κατά τη διάρκεια αξιοποίησής της από μαθητές/τριες του νησιού (Koutromanos et al., 2020).

Στο πλαίσιο αυτής της κατηγορίας έχουν αναπτυχθεί από την ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα αρκετές εκπαιδευτικές εφαρμογές και παιχνίδια που αφορούν στην επαύξηση τοποθεσιών (π.χ., αρχαιολογικοί χώροι, δρόμοι, πλατείες) με ιδιαίτερη πολιτισμική και ιστορική αξία (βλ. Σχήμα 3) καθώς και εφαρμογές στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αγωγής. Στην ίδια κατηγορία εντάσσονται και τα παιχνίδια ΕΠ που στηρίζονται στην τοποθεσία (βλ. Κουτρομάνος, 2017· Koutromanos, Sofos & Avramidou, 2015) με χαρακτηριστικό παράδειγμα το παιχνίδι Pokemon Go (Qin, 2021). Οι εφαρμογές, αυτές μεταξύ άλλων, μπορούν να αξιοποιηθούν για την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων, αναπαράσταση και θέαση αντικειμένων και κτηρίων που δεν υπάρχουν, γεγονότων (π.χ., αναπαράσταση μιας ιστορικής μάχης) και βελτίωση της φυσικής κατάστασης των μαθητών/τριών.

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οι διάφορες εφαρμογές της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορούν να στηριχθούν θεωρητικά σε συγκεκριμένες θεωρίες μάθησης όπως είναι η εμπλαισιωμένη ή εγκαθιδρυμένη μάθηση (situated learning) και ο εποικοδομισμός (Koutromanos et al., 2015· Saltan & Arslan, 2016). Αυτό συμβαίνει γιατί τα χαρακτηριστικά των διδακτικών παρεμβάσεων με τη χρήση ΕΠ περιλαμβάνουν βασικές εκπαιδευτικές αρχές τόσο της εμπλαισιωμένης μάθησης όσο και του εποικοδομισμού. Πιο

συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της εμπλαισιωμένης μάθησης η χρήση της ΕΠ μπορεί να διευκολύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών/τριών και τη δημιουργία «κοινοτήτων πρακτικής», που είναι βασικές συνιστώσες της συγκεκριμένης θεωρίας μάθησης. Αντίστοιχα, στο πλαίσιο του εποικοδομισμού, η ενσωμάτωση της ΕΠ στη διδακτική πρακτική μπορεί να ενισχύσει την ενεργητική συμμετοχή μαθητών/τριών στην οικοδόμηση της γνώσης, την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον, την πολλαπλή αναπαράσταση της γνώσης και την ενσωμάτωση ρεαλιστικών περιβαλλόντων, βασικών δηλαδή χαρακτηριστικών του εποικοδομισμού. Επιπλέον, μερικές από τις παιδαγωγικές πρακτικές που συνδυάζονται συχνότερα με εφαρμογές της ΕΠ είναι η συνεργατική μάθηση (Gomes et al., 2016· Han et al., 2015), η διερευνητική μάθηση (Bressler & Bodzin, 2013· Chang et al., 2013· Han et al., 2015) και η μάθηση που βασίζεται στο παιχνίδι (game-based learning) (Bressler & Bodzin, 2013· Crandall et al., 2015· Lu & Liu, 2015).

Ωστόσο, σύμφωνα με την πρόσφατη βιβλιογραφική ανασκόπηση των Quintero et al. (2019), οι οποίοι μελέτησαν 50 έρευνες για τη χρήση της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία, απουσιάζει η αναφορά στο αξιοποιηθέν παιδαγωγικό πλαίσιο σχεδιασμού των διδακτικών παρεμβάσεων με τη χρήση της ΕΠ σε ποσοστό 78%. Αυτό σημαίνει πως χρειάζεται να ενισχυθεί η θεωρητική πλαισίωση και ο παιδαγωγικός σχεδιασμός των ερευνών από τις κατάλληλες θεωρίες μάθησης και τεχνικές διδασκαλίας.



Σχήμα 4. Προτεινόμενο πλαίσιο αξόνων σχεδιασμού εφαρμογών ΕΠ (Κουτρομάνος, 2019).

Ένα προτεινόμενο ενδεικτικό πλαίσιο αξόνων σχεδιασμού εφαρμογών ΕΠ και ειδικότερα αυτές που στηρίζονται στην εικόνα είναι αυτό που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4 (Κουτρομάνος, 2019). Οι άξονες με μπλε χρώμα αφορούν τον παιδαγωγικό σχεδιασμό, με το κίτρινο χρώμα γενικά χαρακτηριστικά, με το πράσινο θέματα ευχρηστίας και με το κόκκινο χρώμα, τεχνολογικά θέματα. Όσον αφορά τον παιδαγωγικό σχεδιασμό, μια εφαρμογή ΕΠ πρέπει πρώτα από όλα να εστιάζει στην προστιθέμενη αξία της επαύξησης σε σχέση με το ήδη υπάρχον διδακτικό υλικό και κυρίως σε σύγκριση με άλλες ψηφιακές τεχνολογίες. Επίσης, πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις θεωρίες μάθησης και ειδικά αυτές που εμπλέκουν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών/τριών στην ανακάλυψη και τη οικοδόμηση της γνώσης. Επιπρόσθετα, μια εφαρμογή δεν πρέπει να εστιάζει μόνο στην «παθητική» θέαση της επαύξησης, αλλά το περιεχόμενό της να είναι έτσι δομημένο που να παρέχει πολλαπλές δυνατότητες αναπαράστασης μέσω ποικιλίας επαυξημένων αντικειμένων, δυνατότητες για αλληλεπίδραση και ανατροφοδότηση, επαύξηση με συμμετοχικές και συνεργατικές δραστηριότητες, διαμοιρασμό του περιεχομένου σε άλλες συσκευές και μέσα κοινωνικής δικτύωσης για επικοινωνία και διάχυση του περιεχομένου αλλά και για διάλογο και ανταλλαγή ιδεών. Φυσικά και οι άλλοι άξονες του προτεινόμενου μοντέλου μπορούν να έχουν θετική ή αρνητική επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα της ΕΠ. Για παράδειγμα, ο μεγάλος αριθμός επαυξημένων αντικειμένων σε μια εφαρμογή, σε συνδυασμό με τη μη κατάλληλη διάταξή τους επιφέρει γνωστική υπερφόρτωση, μείωση ενδιαφέροντος και αλληλεπίδρασης, εφόσον τα εικονικά αντικείμενα «συγκρούονται» με τα πραγματικά και καταλαμβάνουν τον ίδιο χώρο.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΜΑΘΗΣΗ

Η ΕΠ έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα γνωστικών αντικειμένων στο πλαίσιο των θετικών και φυσικών επιστημών (π.χ., Μαθηματικά, Γεωμετρία, Χημεία, Φυσική, Αστρονομία, Βιολογία), των ανθρωπιστικών (π.χ., εκμάθηση γλώσσας) και κοινωνικών επιστημών (π.χ., Ψυχολογία), των εφαρμοσμένων επιστημών (π.χ., προγραμματισμός) αλλά και των Τεχνών. Από τη μελέτη της ερευνητικής δραστηριότητας αναφορικά με τη χρήση της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία προκύπτει ότι η ΕΠ επιδρά θετικά στη διδασκαλία και τη μάθηση. Η επίδραση αυτή μπορεί να αφορά στην απόδοση, στα κίνητρα και τις στάσεις/αντιλήψεις μαθητών/τριών. Στον Πίνακα 1 καταγράφονται οι επιδράσεις αυτές όπως περιγράφονται σε 14 επιλεγμένες βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις από το 2014 έως το 2022.

Ειδικότερα, σύμφωνα με τις έρευνες, η επίδραση στην απόδοση μπορεί να περιλαμβάνει τη διατήρηση της προσοχής, την καλύτερη κατανόηση της γνώσης, τις υψηλότερες ακαδημαϊκές επιδόσεις, τη δημιουργία και εφαρμογή γνώσεων από τους/τις μαθητές/τριες, τη διατήρηση της γνώσης για μεγάλο χρονικό διάστημα, την καλλιέργεια της αυτονομίας, της αυτορρύθμισης, της αυτοαξιολόγησης, της δημιουργικότητας, της κριτικής σκέψης, δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος, γνωστικών ικανοτήτων, τη διευκόλυνση της επικοινωνίας, την ενίσχυση της αλληλεπίδρασης και της συνεργασίας μεταξύ μαθητών/τριών. Μία ακόμη επίδραση της ΕΠ στη διδασκαλία και τη μάθηση αναφέρεται στα κίνητρα μαθητών/τριών. Αυτού του είδους η επίδραση αφορά στην κινητοποίηση των μαθητών/τριών, στην αυξημένη εμπλοκή και συμμετοχή τους, στην ευχαρίστηση, στη μεγάλη ικανοποίηση και στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης. Τέλος, οι έρευνες καταγράφουν επίδραση στις στάσεις/αντιλήψεις των μαθητών/τριών η οποία αναλύεται περαιτέρω ως αυξημένο ενδιαφέρον, θετικά συναισθήματα, θετικές στάσεις απέναντι στη μάθηση, θετική πρόθεση και ως την ανάπτυξη επιστημονικών «πιστεύω».

Πίνακας 1: Η επίδραση της ΕΠ σύμφωνα με βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις.

A/A	Συγγραφείς	Αριθμός ερευνών που μελετήθηκαν	Επίδραση στην απόδοση	Επίδραση στα κίνητρα	Επίδραση στις στάσεις/ αντιλήψεις
1	Akçayır & Akçayır (2017)	68	✓	✓	✓
2	Arichi et al. (2019)	62	✓	✓	✓
3	Cai et al. (2022)	21	✓	✓	-
4	Chen et al. (2017)	55	✓	✓	✓
5	Garzón & Acevedo (2019)	64	✓	-	-
6	Garzón et al. (2019)	61	✓	✓	-
7	Ibáñez & Delgado-Kloos (2018)	28	✓	✓	✓
8	Koutromanos et al. (2015)	7	✓	✓	-
9	Mazzuco et al. (2022)	49	✓	✓	✓

10	Quintero et al. (2019)	50	✓	✓	✓
11	Radu (2014)	26	✓	✓	-
12	Saltan & Arslan (2016)	23	✓	✓	✓
13	Sirakaya & Sirakaya (2020)	42	✓	✓	✓
14	Theodoropoulos & Lepouras (2021)	31	✓	✓	-

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΜΑΘΗΣΗ

Από τις αρχές του 2010 έως σήμερα έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες και μελέτες σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ενσωμάτωση της ΕΠ στη διδασκαλία και τη μάθηση, οι οποίοι στην πλειοψηφία τους έχουν άμεση σχέση με την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση (βλ. Dengel et al., 2021). Ουσιαστικό ρόλο σε αυτή την ενσωμάτωση έχει ο/η εκπαιδευτικός που εφαρμόζει στην πράξη κάθε νέα καινοτομία και τεχνολογία. Ειδικότερα, ο/η εκπαιδευτικός χρειάζεται να γνωρίζει το πότε (π.χ., σε ποια χρονική περίοδο της διδασκαλίας), το πως (π.χ., με ποιες διδακτικές στρατηγικές), το γιατί (π.χ., σε ποιο διδακτικό πρόβλημα απαντά η χρήση της) και με ποιες εφαρμογές (π.χ., εφαρμογές που στηρίζονται στην τοποθεσία, στην εικόνα) μπορεί η ΕΠ να επιφέρει προστιθέμενη αξία στη διδασκαλία και τη μάθηση σε σύγκριση με άλλες ψηφιακές τεχνολογίες. Για να επιτευχθούν όλα αυτά, χρειάζεται σε επίπεδο προπτυχιακών σπουδών, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί να προετοιμάζονται κατάλληλα στην ενσωμάτωση αναδυόμενων τεχνολογιών μάθησης, αλλά και οι εν-ενεργεία εκπαιδευτικοί να έχουν τη δυνατότητα συνεχούς και συστηματικής επιμόρφωσης στην παιδαγωγική αξιοποίησή τους.

Η εκπαίδευση και η επιμόρφωση αυτή χρειάζεται να εστιάσει στη διαμόρφωση θετικών στάσεων και προθέσεων των εκπαιδευτικών απέναντι στην αξιοποίηση της ΕΠ στην εκπαίδευση. Αυτή η διαμόρφωση, σύμφωνα με τις υπάρχουσες έρευνες στον χώρο των Μοντέλων Αποδοχής της Επαυξημένης Πραγματικότητας (βλ. Koutromanos & Mikropoulos, 2021), μπορεί να επιτευχθεί όταν οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι εύκολη στη χρήση, αλλά κυρίως ότι θα βοηθήσει τόσο τους/τις μαθητές/τριές τους όσο και τους/τις ίδιους/ίδιες στη διδασκαλία τους και ότι η χρήση αυτή θα έχει περισσότερα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλες ψηφιακές τεχνολογίες. Ακόμη, χρειάζονται στα σχολεία

τους και στις τάξεις τους να υπάρχουν εκείνες οι συνθήκες που μπορούν να τους διευκολύνουν στην ενσωμάτωση της ΕΠ. Αυτό προϋποθέτει ότι η σχολική μονάδα θα παρέχει διαδίκτυο, σύγχρονες συσκευές κινητής τεχνολογίας, αλλά και οποιαδήποτε υποστήριξη από συναδέλφους και διευθυντή/ντρια. Τέλος, άλλοι παράγοντες είναι η αυτο-αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών ως προς τη χρήση των συσκευών κινητής τεχνολογίας (Koutromanos & Mikropoulos, 2021), καθώς και η γνώση για το πλαίσιο της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (TPACK) της ΕΠ (Jang, Ko, Shin, & Han, 2021).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Συμπερασματικά, η έρευνα γύρω από την επαυξημένη πραγματικότητα και τις εφαρμογές της στην καθημερινότητα φαίνεται να έχει εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό. Από τεχνολογική σκοπιά, παράγοντες που μπορεί να δρουν, στο παρελθόν, αρνητικά ως προς τη χρήση της στην εκπαίδευση έχουν σήμερα ξεπεραστεί. Για παράδειγμα, η δημιουργία επαυξησεων σήμερα από την εκπαιδευτική κοινότητα, γίνεται με εύχρηστο τρόπο, χρησιμοποιώντας γραφικό περιβάλλον χωρίς προαπαιτούμενες γνώσεις προγραμματισμού. Ο εντοπισμός και η αναπαραγωγή επαυξημένου περιεχομένου πραγματοποιείται κυρίως μέσω έξυπνων κινητών τηλεφώνων που σύμφωνα με την Statista (2022) το 83,82% του πληθυσμού παγκοσμίως διαθέτει και χρησιμοποιεί στην καθημερινότητά του.

Όσον αφορά την εκπαίδευση, τα ανωτέρω στοιχεία συμβάλλουν θετικά στην αξιοποίηση του επαυξημένου περιεχομένου στη μαθησιακή διαδικασία. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμη πεδία ερευνητικού ενδιαφέροντος τα οποία χρειάζεται να εξεταστούν. Για την καλύτερη αξιοποίησή της ΕΠ σε τυπικά και άτυπα περιβάλλοντα μάθησης, η μελλοντική έρευνα, θα μπορούσε, με τη διεξαγωγή περισσότερου διαχρονικών μελετών, να εστιάσει στα ακόλουθα:

- Στο είδος επιμόρφωσης που χρειάζονται οι εκπαιδευτικοί ώστε να ενσωματώσουν αποτελεσματικά την ΕΠ στη διδασκαλία και τη μάθηση.
- Στον παιδαγωγικό σχεδιασμό και την ανάπτυξη εφαρμογών ΕΠ από τους ίδιους τους/τις μαθητές/τριες και τους/τις εκπαιδευτικούς.
- Στη διαμόρφωση κριτηρίων αξιολόγησης των έτοιμων εφαρμογών ΕΠ που παρέχονται στο εμπόριο.
- Σε ποια μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος μπορεί να συνεισφέρει περισσότερο η ΕΠ σε σχέση με τη σημερινή/παραδοσιακή διδασκαλία και με ποιο τρόπο μπορεί να ενταχθεί αποτελεσματικά.
- Στη διερεύνηση των νέων γραμματισμών που αναδύονται μέσω της χρήσης της ΕΠ τόσο σε διαφορετικά περιβάλλοντα (τυπικά και άτυπα) όσο και σε διαφορετικά είδη εφαρμογών (π.χ., image-based, location based).

Τέλος, να τονιστεί ότι στις μέρες μας οδεύουμε προς την Metaverse εποχή, όπου η Εκτεταμένη Πραγματικότητα (XR) θα αυξάνεται συνεχώς και θα θεωρείται προέκταση της πραγματικής ζωής και τρόπος ενίσχυσης κοινωνικών, ψυχαγωγικών και πολιτιστικών εμπειριών (Xi et al., 2022). Η ΕΠ, ως μέρος αυτής της νέας εποχής, αποτελεί πρόκληση για την ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα για το εάν θα αξιοποιηθεί παιδαγωγικά και θα αποτελέσει μια τεχνολογία με προστιθέμενη αξία ή εάν αυτή η τεχνολογία θα αποτελέσει μια εφήμερη τάση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Κουτρομάνος, Γ. (2019). Βιβλία Επαυξημένης Πραγματικότητας για συσκευές κινητής τεχνολογίας: Κριτήρια επιλογής τους για διδακτικούς σκοπούς. Στο Α. Σοφός (Επιμ.), *Εκπαίδευση με Χρήση Νέων Τεχνολογιών, Παιδαγωγική αξιοποίηση ψηφιακών μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία* (σσ. 187–208). Αθήνα: Γρηγόρη.
- Κουτρομάνος, Γ. (2017). Παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας σε συσκευές κινητής τεχνολογίας σε τυπικά και άτυπα περιβάλλοντα μάθησης: Υπάρχουσα κατάσταση, δυνατότητες και προκλήσεις για την εκπαίδευση. Στο Α. Σοφός, Ε. Αυγερινός, Π. Καραμούζης, Α. Χριστοδουλίδου & Μ. Δάρρα (Επιμ.), *Εκπαίδευση με Χρήση Νέων Τεχνολογιών, Παιδαγωγική αξιοποίηση ψηφιακών μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία* (σσ. 75–125). Αθήνα: Γρηγόρη.

Ξενόγλωσση

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>.
- Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers & Education*, 142, e103647. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>.
- Atwood-Blaine, D., & Huffman, D. (2017). Mobile gaming and student interactions in a science center: the future of gaming in science education. *International journal of science and mathematics education*, 15(1), 45–65.
- Bressler, D. M., & Bodzin, A. M. (2013). A mixed methods assessment of students'

- flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505–517. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1111/jcal.12008>
- Cai, Y., Pan, Z., & Liu, M. (2022). Augmented reality technology in language learning: A meta-analysis. *Journal of Assisted Learning*, 1–17. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1111/jcal.12661>.
- Chang, H. Y., Wu, H. K., & Hsu, Y. S. (2013). Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), E95–E99. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01379.x>.
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. *Innovations in Smart Learning. Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 13–18). Springer, Singapore. Ανακτήθηκε από https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1_2.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *J Sci Educ Technol*, 22, 449–462, Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>.
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. J. (2014). Students' online interactive patterns in augmented reality-based inquiry activities. *Computers & Education*, 78, 97–108. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.05.006>.
- Crandall, P. G., Engler, R. K., Beck, D. E., Killian, S. A., O'Bryan, C. A., Jarvis, N., & Clausen, E. (2015). Development of an Augmented Reality Game to Teach Abstract Concepts in Food Chemistry. *Journal of Food Science Education*, 14(1), 18–23. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1111/1541-4329.12048>.
- Dengel, A., Buchner, J., Mulders, M., & Pirker, J. (2021). Beyond the horizon: Integrating immersive learning environments in the everyday classroom. In *2021 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)* (pp. 1–5). IEEE.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *J Sci Educ Technol*, 18, 7–22. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>.
- Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S., & Orús C. (2019). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*, 100, 547–560. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.050>.
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>.
- Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis

- of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 23(4), 447–459. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>.
- Gomes, J. D., Figueiredo, M. J., Amante, L. D., & Gomes, C. M. (2016). Augmented Reality in Informal Learning Environments: A Music History Exhibition. *International Journal of Creative Interfaces and Computer Graphics (IJCICG)*, 7(2), 39–55. Ανακτήθηκε από <http://doi.org/10.4018/IJCICG.2016070104>.
- Han, J., Jo, M., Hyun, E., & So, H. J. (2015). Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play. *Educational Technology Research and Development*, 63(3), 455–474. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9374-9>.
- Herz, M., & Rauschnabel, P. A. (2019). Understanding the diffusion of virtual reality glasses: The role of media, fashion and technology. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, 228–242. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.09.008>.
- Hoyer, W. D., Kroschke, M., Schmitt, B., Kraume, K., & Shankar, V. (2020). Transforming the customer experience through new technologies. *Journal of Interactive Marketing*, 51, 57–71. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2020.04.001>.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>.
- Ibáñez, M., Di-Serio, Á., Villarán-Molina, D., & Delgado-Kloos, C. (2015). Augmented Reality-Based Simulators as Discovery Learning Tools: An Empirical Study. *IEEE Transactions on Education*, 58(3), 208–213. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1109/TE.2014.2379712>.
- Jang, J., Ko, Y., Shin, W. S., & Han, I. (2021). Augmented Reality and Virtual Reality for Learning: An Examination Using an Extended Technology Acceptance Model. *IEEE Access*, 9, 6798–6809. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3048708>.
- Koutromanos, G., & Mikropoulos, T. A. (2021). Mobile Augmented Reality Applications in Teaching: A Proposed Technology Acceptance Model. *Proceedings of 2021 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)*, USA, 1–8. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.23919/iLRN52045.2021.9459343>.
- Koutromanos, G., Pittara, T., & Tripoulas, C. (2020). “Clavis Aurea”: An augmented Reality Game for the Teaching of Local History. *EJERS, European Journal of Engineering Research and Science*, Special Issue: CIE. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.24018/ejeng.2020.0.CIE.2310>.
- Koutromanos, G., Sofos, A., & Avraamidou, L. (2015). The use of augmented reality games in education: a review of the literature. *Educational Media*

- International*, 52(4), 253–271. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1080/09523987.2015.1125988>.
- Liou, H. H., Yang, S. J., Chen, S. Y., & Tarng, W. (2017). The influences of the 2D image-based augmented reality and virtual reality on student learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(3), 110–121. Ανακτήθηκε από <http://www.jstor.org/stable/26196123>.
- Lu, S. J., & Liu, Y. C. (2015). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525–541. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.911247>.
- Mazzuco, A., Krassmann, A. L., Reategui, E., & Gomes, R. S. (2022). A systematic review of augmented reality in chemistry education. *Review of Education*, 10, e3325. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1002/rev3.3325>.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329. Ανακτήθηκε από https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf.
- Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., Dodero, J. M., & Arnedillo-Sánchez, I. (2018). Augmented reality mobile app development for all. *Computers & Electrical Engineering*, 65, 250–60.
- Qin, Y. (2021). Attractiveness of game elements, presence, and enjoyment of mobile augmented reality games: The case of Pokémon Go. *Telematics and Informatics*, 62, e101620. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101620>.
- Quintero, J., Baldiris, S., Rubira, R., Cerón, J., & Velez, G. (2019). Augmented reality in educational inclusion. A systematic review on the last decade. *Frontiers in psychology*, 10, e1835. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01835>.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and ubiquitous computing*, 18(6), 1533–1543. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>.
- Ruan, K., & Jeong, H. (2012). An augmented reality system using QR code as marker in Android smartphone. *2012 Spring Congress on Engineering and Technology*. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1109/scet.2012.6342109>.
- Salar, R., Arici, F., Caliklar, S., & Yilmaz, R. M. (2020). A Model for Augmented Reality Immersion Experiences of University Students Studying in Science Education. *J Sci Educ Technol*, 29, 257–271. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09810-x>.
- Saltan, F., & Arslan, Ö. (2016). The use of augmented reality in formal education: A scoping review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*

- Education*, 13(2), 503–520. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00628a>.
- Saxena, D., & Verma, J. K. (2022). Recreating Reality: Classification of Computer-Assisted Environments. In J. K. Verma & S. Paul (Eds.), *Advances in Augmented Reality and Virtual Reality. Studies in Computational Intelligence: Vol. 998*. (pp. 3–9). Singapore: Springer. Ανακτήθηκε από https://doi.org/10.1007/978-981-16-7220-0_1.
- Sirakaya, M., & Alsancak Sirakaya, D. (2020). Augmented reality in STEM education: A systematic review. *Interactive Learning Environments*, 1–14. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1722713>.
- Statista (2022, February 23). *Number of mobile phone users worldwide*. Statista. Ανακτήθηκε May 1, 2022, από <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>.
- Steffen, J. H., Gaskin, J. E., Meservy, T. O., Jenkins, J. L., & Wolman, I. (2019). Framework of affordances for virtual reality and augmented reality. *Journal of Management Information Systems*, 36(3), 683–729. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1080/07421222.2019.1628877>.
- Theodoropoulos, A., & Lepouras, G. (2021). Augmented Reality and programming education: A systematic review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 30, e100335. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100335>.
- Wedel, M., Bigné, E., & Zhang, J. (2020). Virtual and augmented reality: Advancing research in consumer marketing. *International Journal of Research in Marketing*, 37, 443–465. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2020.04.004>.
- Xi, N., Chen, J., Gama, F., Riar, M., & Hamari, J. (2022). The challenges of entering the metaverse: An experiment on the effect of extended reality on workload. *Information Systems Frontiers*, 1–22. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10244-x>.

Γεώργιος Ι. Κουτρομάνος
 Επικ. Καθηγητής ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
 Τηλ.: 2103688505
 E-mail: koutro@primedu.uoa.gr