



**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση:
Συγκριτική μελέτη**

Όλγα Ι. Βολιώτη

**Επιβλέποντες: Κλειώ Σγουροπούλου (Καθηγήτρια)
Ακριβή Κρούσκα (PhD)**

**ΑΘΗΝΑ
Σεπτέμβριος 2021**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση: Συγκριτική μελέτη

Όλγα Ι. Βολιώτη

A.M.: 19004

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ: Κλειώ Σγουροπούλου (Καθηγήτρια)
Ακριβή Κρούσκα (PhD)

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Κλειώ Σγουροπούλου (Καθηγήτρια)
Ακριβή Κρούσκα (PhD)
Τσελέντη Παναγιώτα (Δρ./Ε.ΔΙ.Π)

Σεπτέμβριος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΡΑΞΗ

Τίτλος εργασίας:

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση: Συγκριτική μελέτη

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/A	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΚΛΕΙΩ ΣΓΟΥΡΟΠΟΥΛΟΥ	Καθηγήτρια	
2	ΑΚΡΙΒΗ ΚΡΟΥΣΚΑ	PhD	
3	ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΤΣΕΛΕΝΤΗ	Δρ./Ε.Δι.Π.	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Βολιώτη Όλγα του Ιωάννη με αριθμό μητρώου 19004 φοιτήτρια του Προγράμματος «Μεταπτυχιακών Σπουδών Ψηφιακός μετασχηματισμός και εκπαιδευτική πράξη»

του Τμήματος Πληροφορικής, της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



ΒΟΛΙΩΤΗ ΟΛΓΑ

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η μελέτη αποτελεί μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα (ΕΠ) που χρησιμοποιείται σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Αναζητήθηκαν στοιχεία σχετικά με παράγοντες όπως το έτος δημοσίευσης, η ηλικία των μαθητών, το μάθημα και η μεθοδολογία έρευνας. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να παρουσιάσει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τις προκλήσεις που απορρέουν από τη χρήση της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στον ιστότοπο του Scopus, όπου αναζητήθηκαν αγγλικά άρθρα της τελευταίας δεκαετίας. Μετά την επιλογή, αναλύθηκαν συνολικά 20 ερευνητικά άρθρα. Τα ευρήματα κατέδειξαν αύξηση του αριθμού των μελετών σχετικά με την ΕΠ κατά τα τελευταία τρία χρόνια. Τα πιο συχνά αναφερόμενα πλεονεκτήματα της ΕΠ είναι ότι προάγει τη συμμετοχή στο μάθημα, παρέχει κίνητρα και οδηγεί σε βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα. Ορισμένες σημαντικές προκλήσεις που προκύπτουν από τη χρήση της ΕΠ αφορούν λειτουργικά θέματα, τη μικρή έκταση των ερευνών και την έλλειψη εκπαιδευτικού υλικού ΕΠ. Τα πλεονεκτήματα και οι προκλήσεις στο σύνολό τους περιγράφονται λεπτομερώς στην εργασία. Επιπλέον, εντοπίζονται τα υπάρχοντα κενά και οι ανάγκες στην έρευνα της ΕΠ και προσφέρονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα καθώς υπάρχει χώρος για μεγάλη βελτίωση.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαίδευση

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Επαυξημένη Πραγματικότητα, εκπαίδευση, συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, εκπαιδευτική τεχνολογία, ηλεκτρονική μάθηση, επαυξημένη μάθηση, ψηφιακά παιχνίδια.

ABSTRACT

This study presents a systematic literature review on augmented reality (AR) used in educational settings. Researcher has compared and found results about factors such as publication year, learner age, subject, research method. This paper aims to present valuable information on the advantages and challenges of using AR in educational settings. The search of scientific articles was conducted in the Scopus database, with criteria being English articles of the last decade. After the selection, a total of 20 research articles were analyzed. The findings revealed an increase in the number of AR studies during the last three years. The most reported advantage of AR is that it promotes participation, provides motivation and results in enhanced learning achievement. Some noted challenges imposed by AR are usability issues, small range research and lack of AR educational material. We found several other challenges and numerous advantages of AR usage, which are discussed in detail. In addition, current gaps in AR research and needs in the field are identified, and suggestions are offered for future research as there is space for a lot of improvement.

SUBJECT AREA: Augmented Reality in education

KEYWORDS: Augmented Reality, education, systematic literature review, educational technology, e-learning, augmented learning, digital games.

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της.

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, Κλειώ Σγουροπούλου, και τη διδάσκουσα, Ακριβή Κρούσκα, για την εμπιστοσύνη που έδειξαν στις δυνατότητές μου εξ' αρχής, αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα. Ακόμη, τις ευχαριστώ για την επιστημονική τους καθοδήγηση, τις υποδείξεις τους, την παρότρυνση και τη συνεχή τους υποστήριξη μέχρι το τέλος σε αυτό το δύσκολο εγχείρημα. Επιπλέον, ευχαριστώ την κα Τσελέντη Παναγιώτα ως μέλος της τριμελούς επιτροπής εξέτασης της εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου και τον σύντροφό μου για τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1. Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	10
1.2. Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	10
2. ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	11
2.1. Ψηφιακές τεχνολογίες στην εκπαίδευση	11
2.2. Ηλεκτρονική Μάθηση	13
2.3. Μεικτή μάθηση (Blended learning)	15
2.4. Εκπαιδευτικά Παιχνίδια (Serious Games – ARG Alternate Reality Game).....	15
3. ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	17
3.1. Εισαγωγή στην Επαυξημένη πραγματικότητα	17
3.2. Αξιοποίηση Επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία	18
3.3. Προστιθέμενη αξία της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση.....	19
3.4. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Ερευνών σχετικά με την Επαυξημένη Πραγματικότητα.....	21
3.5. Πλατφόρμες δημιουργίας Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	22
3.6. Είδη εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	24
3.7. Παραδείγματα εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Ελλάδα και το εξωτερικό ...	26
3.8. Αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Ειδική Αγωγή	30
4. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ .	31
4.1. Ερευνητικά ερωτήματα	31
4.2. Μεθοδολογία έρευνας.....	31
4.3. Ανάλυση εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	38
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	43
5.1. Πεδία εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση.....	43
5.2. Οφέλη Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση.....	44
5.3. Περιορισμοί Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση.....	47
5.4. Μέθοδοι αξιολόγησης εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση	48
5.5. Ενσωμάτωση ευφύων τεχνικών/τεχνικών προσαρμοστικότητας στις εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση	50
6. ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	55
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	55
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	59

Κατάλογος εικόνων, σχημάτων και πινάκων

- Εικόνα 1: Η συνέχεια πραγματικότητας – εικονικότητας
- Εικόνα 2: Η πλατφόρμα Metaverse
- Εικόνα 3: Ο «έξυπνος κύβος»
- Εικόνα 4: Εφαρμογή Φυσικής για τον ηλεκτρομαγνητισμό
- Εικόνα 5: Μικροεφαρμογές Γεωγραφίας ΣΤ' τάξης
- Εικόνα 6: Ο «Μαγικός Κύβος»
- Εικόνα 7: Φάσεις συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης
- Εικόνα 8: Διάγραμμα ροής ελέγχου επιστημονικών άρθρων

- Σχήμα 1: Πλήθος δημοσιεύσεων ανά έτος
- Σχήμα 2: Πλήθος μελετών που δημοσιεύθηκαν ανά ήπειρο
- Σχήμα 3: Πλήθος μελετών που δημοσιεύθηκαν ανά χώρα
- Σχήμα 4: Πλήθος χορηγούμενων ερευνών ανά ήπειρο
- Σχήμα 5: Πλήθος χορηγούμενων ερευνών ανά χώρα
- Σχήμα 6: Φύλο συμμετεχόντων στις έρευνες
- Σχήμα 7: Εκπαιδευτική βαθμίδα συμμετεχόντων
- Σχήμα 8: Γνωστικό αντικείμενο έρευνας
- Σχήμα 9: Εκπαιδευτικό επίπεδο συμμετεχόντων
- Σχήμα 10: Μέγεθος δείγματος ερευνών
- Σχήμα 11: Ερευνητική μέθοδος
- Σχήμα 12: Εργαλείων συλλογής δεδομένων

- Πίνακας 1: Κριτήρια Αξιολόγησης
- Πίνακας 2: Πλεονεκτήματα της ΕΠ στην εκπαίδευση
- Πίνακας 3: Περιορισμοί της ΕΠ στην εκπαίδευση
- Πίνακας 4: Μέγεθος δείγματος ερευνών
- Πίνακας 5: Συχνότητα ερευνητικής μεθόδου
- Πίνακας 6: Εργαλεία συλλογής δεδομένων
- Πίνακας 7: Εφαρμογές ΕΠ στην εκπαίδευση

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να επιτελέσει μια συγκριτική βιβλιογραφική ανασκόπηση για να μελετήσει το θέμα της επαυξημένης πραγματικότητας όπως αυτή έχει εφαρμοστεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η εν λόγω τεχνολογία αποτελεί μια νέα τάση που άρχισε να υιοθετείται στην εκπαίδευση την τελευταία δεκαετία και φαίνεται να εξελίσσεται με γοργούς ρυθμούς. Πρωταρχικό πλεονέκτημα της είναι ότι προσφέρει στους εκπαιδευτικούς, αλλά κυρίως στους μαθητές, τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν με τον πραγματικό κόσμο αφού αυτός έχει εμπλουτιστεί με ψηφιακό υλικό, έτσι ώστε να αποκομίσουν μια συνολικά ανώτερη και πιο βιωματική εμπειρία. Τα οφέλη της επαυξημένης πραγματικότητας καταδεικνύονται από πολλαπλές έρευνες οι οποίες θα αναλυθούν στην εργασία, που στόχο έχει να τα συνοψίσει και να τα αναδείξει συγκεντρωτικά. Η δομή της παρούσας εργασίας περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο που ακολουθεί. Για την ολοκλήρωσή της αξιοποιήθηκε το πρωτόκολλο για τις συστηματικές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις.

1.2. Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία περιλαμβάνει δύο βασικά μέρη, το θεωρητικό και το ερευνητικό. Το θεωρητικό αποτελείται από 3 κεφάλαια συμπεριλαμβανομένης και της εισαγωγής, ενώ το ερευνητικό αποτελείται από 2 κεφάλαια και ακολουθούν οι Προεκτάσεις και οι Περιορισμοί, τα Συμπεράσματα και η Βιβλιογραφία.

Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται ο σκοπός και η δομή της εργασίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η πορεία της Ψηφιακής Εκπαίδευσης μέσα από μια βιβλιογραφική αναδρομή, αναλύονται τα διάφορα είδη της, περιγράφονται οι ορισμοί της και ακολουθούν οι τρόποι αξιοποίησής της στην εκπαίδευση. Το τρίτο κεφάλαιο αφιερώνεται στην ανάπτυξη της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας, στην ενσωμάτωση της στην εκπαίδευση, στον τρόπο εφαρμογής της και στην προστιθέμενη αξία που αυτή προσφέρει στη μαθησιακή διαδικασία. Επίσης, αναλύονται τα είδη της, τα πλεονεκτήματα που προσφέρει και οι περιορισμοί που καταγράφονται στις έρευνες. Ακόμη, περιγράφονται αναλυτικά μερικά παραδείγματα εφαρμογών ΕΠ και η υλοποίησή τους στην εκπαίδευση καθώς επίσης αναλύονται και μερικές από τις πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται συχνότερα για τον σχεδιασμό υλικού ΕΠ για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Τέλος, γίνεται μια αναφορά στην αξιοποίηση της τεχνολογίας αυτής προς όφελος της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης.

Ακολουθεί το τέταρτο κεφάλαιο, με το ερευνητικό μέρος, στο οποίο γίνεται η συγκριτική ανάλυση των εφαρμογών της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση, οι οποίες αναδεικνύονται από τις έρευνες που συμπεριλήφθηκαν στην εργασία. Συγκεκριμένα, διατυπώνονται με σαφήνεια τα ερευνητικά ερωτήματα, περιγράφεται λεπτομερώς η ερευνητική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας και αναλύονται οι εφαρμογές της τεχνολογίας της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία όπως προτείνονται στις έρευνες της συγκριτικής ανασκόπησης. Η κατευθυντήρια γραμμή που ακολουθήθηκε αποτελείται από τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση αφορούσε τη διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων. Στη συνέχεια, ακολούθησε η αναζήτηση επιστημονικών άρθρων με λέξεις-κλειδιά σχετικά με το θέμα της ΕΠ στην εκπαίδευση και τέθηκαν φίλτρα για να περιοριστούν τα

αποτελέσματα. Έπειτα, εφαρμόστηκαν τα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού ώστε να συλλεχθεί το σώμα των άρθρων προς σύγκριση και τέλος μελετήθηκαν τα εναπομείναντα άρθρα με σκοπό να επιλεγούν τα 20 άρθρα που είχε προβλεφθεί να αποτελέσουν το δείγμα της έρευνας. Η δεύτερη φάση περιλάμβανε την ενδελεχή μελέτη και ανάλυση των άρθρων που διατηρήθηκαν. Αρχικά, έγινε συσχέτιση των άρθρων που συλλέχθηκαν με τα ερευνητικά ερωτήματα και στην πορεία συλλέχθηκαν από κάθε μελέτη οι απαραίτητες πληροφορίες και τα δεδομένα καταγράφηκαν και αναλύθηκαν.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, περιγράφονται οι ενέργειες της τρίτης φάσης, με την οποία ολοκληρώθηκε η διαδικασία της συστηματικής ανασκόπησης. Αναλύονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από τη συγκριτική μελέτη. Απαντώνται λεπτομερώς τα ερευνητικά ερωτήματα, που είχαν τεθεί στην αρχή, με περιγραφική αξιολόγηση των δεδομένων και τα αποτελέσματα που προκύπτουν απεικονίζονται με σαφήνεια σε πίνακες και διαγράμματα για την καλύτερη οπτικοποίηση των πληροφοριών.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε πιθανές προεκτάσεις που προτείνεται να ληφθούν υπόψιν σε μελλοντικές έρευνες που θα μελετούν το θέμα της ΕΠ. Οι προεκτάσεις αυτές βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση με τους περιορισμούς που αναγνωρίζεται ότι υπήρχαν σε αυτή την έρευνα αλλά και με προτάσεις που προέκυψαν από την ανάλυση των ερευνών που αναλύθηκαν στο πλαίσιο της συγκριτικής μελέτης και της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας.

Στο έβδομο κεφάλαιο συνοψίζονται τα ευρήματα της συγκριτικής μελέτης και της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας, παρουσιάζονται συνοπτικά τα σημαντικότερα συμπεράσματα και ολοκληρώνεται η έρευνα. Στο τέλος, συγκεντρώνονται σε αλφαβητική σειρά οι βιβλιογραφικές αναφορές στις οποίες στηρίχθηκε η εργασία για να είναι αξιόπιστη.

2. ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

2.1. Ψηφιακές τεχνολογίες στην εκπαίδευση

Οι εξελίξεις στον τομέα της ψηφιακής τεχνολογίας στον 21ο αιώνα, έχουν διαμορφώσει την καθημερινότητα των ανθρώπων με τέτοιο τρόπο ώστε το μεγαλύτερο μέρος των ανθρώπινων δραστηριοτήτων να περιλαμβάνει τη χρήση κάποιου μηχανήματος ή ψηφιακού εργαλείου (Krouska, Troussas & Virvou, 2017). Η εξέλιξη αυτή επηρεάζει όλους τους τομείς της ζωής του ανθρώπινου είδους όπως η εργασία, οι κατασκευές, η υγεία και η εκπαίδευση. Όσον αφορά στην εκπαίδευση, οι ψηφιακές τεχνολογίες προσφέρουν πολύ σημαντικά εργαλεία για την κοινωνική και γνωστική ανάπτυξη των μαθητών (Gimbert & Cristol, 2004). Συνεχώς, δημιουργούνται νέα περιβάλλοντα ηλεκτρονικής μάθησης τα οποία έχουν στόχο να βοηθήσουν τους μαθητές να βελτιστοποιήσουν τη μαθησιακή διαδικασία και να προωθήσουν τις γνώσεις τους (Giannakas, Troussas, Krouska, Sgouropoulou & Voyiatzis, 2021).

«Η αλλαγή στην εκπαίδευση είναι εύκολο να προταθεί, δύσκολο να εφαρμοστεί και εξαιρετικά δύσκολο να διατηρηθεί» (Hargreaves & Fink, 2006). Σύμφωνα με τον Collins (1996), η εκπαίδευση έχει ευθύνη να προσφέρει σε όλους τους μαθητές τις απαραίτητες συνθήκες για τη βελτίωση της μάθησης και της προώθησης των γνώσεων και των δεξιοτήτων τους με στόχο να τους προετοιμάσει για τη μελλοντική τους ζωή. Όλες οι πτυχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας και τα άτομα που συμμετέχουν σε αυτήν καθώς επίσης και οι δραστηριότητες που ανατίθενται στους μαθητές πρέπει να είναι αυθεντικά

και να συνδέουν τη μαθησιακή εμπειρία με την πραγματική ζωή. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται να δημιουργηθούν στο σχολείο συνθήκες ανοιχτού τύπου μάθησης με καινοτόμες προσεγγίσεις (Troussas, Krouska, Virvou & Sougela 2018).

Σύμφωνα με τον Vygotsky και την κοινωνικοπολιτική του θεωρία, η οποία συνδέεται με τον κονστρουκτιβισμό, η ανάπτυξη της νόησης είναι διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης στην οποία κυρίαρχο ρόλο παίζει η γλώσσα. Το άτομο στη διαδικασία αυτή πρέπει να έχει ενεργό ρόλο, ώστε να διαμορφώνει με τις πράξεις του τη γνωστική του πραγματικότητα. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται καθ' όλη τη διαδικασία ο διάλογος μεταξύ των συνεκπαιδευόμενων στο πλαίσιο της ολομέλειας της τάξης ή των μικρότερων ομάδων. Μέσω της αλληλεπίδρασης των μαθητών, ο καθένας ξεχωριστά, αλλά και μέσα στην ομάδα, κατασκευάζει τις γνωστικές του δομές. Επίσης, κεντρική ιδέα της θεωρίας του Vygotsky είναι η «ΖΕΑ- Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης» (Zone of Proximal Development) που αποτελεί την ανεξερεύνητη περιοχή του εσωτερικού δυναμικού του μαθητή, ο οποίος βρίσκεται σε μία εν δυνάμει λανθάνουσα κατάσταση εξέλιξης. Δηλαδή, κάθε άτομο έχει ένα πυρήνα γνώσεων που τον χρησιμοποιεί για την κατανόηση των όσων συμβαίνουν στο περιβάλλον του. Γύρω από αυτόν τον πυρήνα τοποθετείται η ΖΕΑ η οποία μπορεί να συντελέσει στην κατάκτηση της γνώσης μόνο όταν συνεπικουρείται από άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Συνεπώς, η θεωρία του συνδέεται άμεσα με τον κονστρουκτιβισμό, αφού μέσω της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον του, ο μαθητής δομεί κάθε νέα γνώση χρησιμοποιώντας ως βάση τις προϋπάρχουσες. Μέσα από αυτές τις θεωρίες, προέκυψε η ανάγκη μετασχηματισμού του εκπαιδευτικού συστήματος μέσω της ένταξης των ψηφιακών τεχνολογιών και εργαλείων στη σχολική τάξη, με έμφαση στην πρόσθετη παιδαγωγική αξία. Έτσι, γεννήθηκε η έννοια του σεναρίου διδασκαλίας με τη χρήση Ψηφιακών Τεχνολογιών (ΨΤ), κατ' αντιστοιχία του σχεδίου μαθήματος σε μια κλασικού τύπου διδασκαλία (Troussas, Krouska & Sgouroroulou, 2021).

Ο Papert (1960) ήταν ο πρώτος που εισήγαγε τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών στη μαθησιακή διαδικασία. Επεκτείνοντας τον όρο του Piaget, από “constructivism” σε “constructionism”, μίλησε πρώτος για το «μαστόρεμα» της γνώσης. Σύμφωνα με τη θεωρία του υπάρχουν δύο διαδικασίες οι οποίες αλληλοσυνδέονται:

- Η εσωτερική, κατά την οποία οι μαθητές κατασκευάζουν τη γνώση μέσα από τα βιώματά τους.
- Η εξωτερική, κατά την οποία οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα δημιουργώντας οι ίδιοι κατασκευές που στη συνέχεια τις μοιράζονται με τους άλλους.

Οι υπολογιστές πλέον καθιστούν εύκολο το τρέξιμο προγραμμάτων, παρέχουν μοντέλα δυναμικών αλληλεπιδράσεων και προσομοιώσεις φαινομένων, συμβάλλοντας στην αλλαγή των ανθρώπινων ιδεών για τις δυνατότητες επικοινωνίας και τη κατανόηση των νοημάτων (Ackermann, 2004).

Παγκοσμίως, η αξιοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας για τη διδασκαλία όλων των μαθημάτων σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης αποτελεί προτεραιότητα των εκπαιδευτικών συστημάτων και για αυτό τον σκοπό δαπανώνται μεγάλα ποσά. Πρακτικά όμως έχει παρατηρηθεί ότι ελάχιστες φορές γίνεται χρήση ψηφιακών εργαλείων από τους εκπαιδευτικούς και ακόμη λιγότερο από τους μαθητές (Κυνηγός, 2010).

Οι ΨΤ παρέχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία ευκαιρίες για πρόσβαση σε μεγάλο όγκο πληροφοριών και γνώσεων με τη χρήση πολλαπλών πηγών πληροφόρησης, λογισμικών και εκπαιδευτικού υλικού (Troussas, Krouska, Giannakas, Sgouroroulou &

Voyiatzis, 2020). Ταυτόχρονα, αυξάνουν και την κριτική σκέψη των εκπαιδευόμενων που καλούνται να ελέγξουν την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των πληροφοριών πριν τις αντλήσουν. Επιπρόσθετα, διευκολύνουν την κατανόηση πολύπλοκων διαδικασιών μέσω της μοντελοποίησης ή των προσομοιώσεων, χαρακτηριστικό που τις καθιστά εξαιρετικά σημαντικό διδακτικό εργαλείο καθώς σκοπός τους είναι να προσομοιώσουν με όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικό τρόπο αλλά και μεγαλύτερη ακρίβεια ουσιαστικές πτυχές μιας πραγματικότητας. (Κόμης κ.ά, 2004). Ακόμη, οι ΨΤ μπορούν να λειτουργήσουν ως διαμεσολαβητής της ενεργητικής μάθησης και των ανώτερων νοητικών δεξιοτήτων της σκέψης (higher-order thinking) (Alexander, 1999, Jonassen, 1999). Επίσης, οι ΨΤ υποστηρίζουν την ομαδοσυνεργατική μάθηση (Susman, 1998) και δίνουν τη δυνατότητα –με την προϋπόθεση καλού σχεδιασμού- για διαφοροποιημένο μαθησιακό περιεχόμενο που προσαρμόζεται στις ανάγκες και τον ρυθμό του κάθε μαθητή (Krouska, Troussas & Sgouroroulou, 2019).

Στη σημερινή εποχή, οι τεχνολογικές εξελίξεις και η εξάπλωση των φορητών συσκευών -έξυπνα κινητά τηλέφωνα και ταμπλέτες- αλλά και η επέκταση του διαδικτύου έχουν μετασηματίσει σε βάθος την εκπαιδευτική διαδικασία καθώς βοηθούν τον χρήστη να μελετά και να αναζητάει πληροφορία όπου κι αν βρίσκεται, να αλληλεπιδρά αλλά και να μαθαίνει ό,τι θέλει κι όποτε το θέλει (Troussas, Krouska & Sgouroroulou, 2020). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ανακλύπουν έννοιες όπως «ηλεκτρονική μάθηση» (e-learning), «κινητή μάθηση» (m-learning) (Troussas, Krouska, Sgouroroulou & Voyiatzis, 2020), «πανταχού παρούσα ή χωρίς όρια μάθηση» (Wong & Looi, 2011) και «για εδώ και τώρα κινητή μάθηση» (Martin & Ertzberger, 2013). Ως εκ τούτου, ανά τον κόσμο, η πρόοδος των εκπαιδευτικών συστημάτων συνδέεται άρρηκτα με την ένταξη της τεχνολογίας σε αυτά.

Δυστυχώς, όμως, αν και βρισκόμαστε στον 21ο αιώνα, που θεωρείται η εποχή της πληροφόρησης, υπάρχει ακόμα πληροφοριακός αναλφαριθμισμός. Πολλοί εκπαιδευτικοί, κυρίως μεγαλύτερης ηλικίας, έχουν άγνοια των βασικών δεξιοτήτων χρήσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή. ή δείχνουν απροθυμία να συμμετέχουν σε επιμορφωτικά προγράμματα. Προϋπόθεση λοιπόν αποτελεί η μαζική και ουσιαστική επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, καθώς όταν δεν συνεισφέρουν οι εκπαιδευτικοί στις διαδικασίες των αλλαγών, τότε πολλές προσπάθειες αποτυχαίνουν (Perez, 2004).

2.2. Ηλεκτρονική Μάθηση

Ηλεκτρονική μάθηση ονομάζεται κάθε διδακτική διαδικασία που αξιοποιεί για την υλοποίησή της τη χρήση ηλεκτρονικών συσκευών, σταθερών ή φορητών υπολογιστών ή τάμπλετ και μπορεί ο εκπαιδευόμενος να βρίσκεται σε άλλο χώρο από την εκπαιδευτικό και τους υπόλοιπους συνεκπαιδευόμενούς του (Troussas, Krouska, Alepis & Virvou, 2021).

Ως όρος αναδύθηκε το 1980 και σύμφωνα με τους da Silva και de Souza (2016) έχει ως κύριο χαρακτηριστικό την αλληλεπίδραση των εκπαιδευόμενων με το ψηφιακό υλικό και τις εφαρμογές που παρέχουν οι εκπαιδευτές μέσω του δικτύου. Η ηλεκτρονική μάθηση (e-learning) εμφανίζεται με δύο μορφές: τη σύγχρονη και την ασύγχρονη. Βεβαίως, πολλές φορές οι δύο μορφές συνδυάζονται και προκύπτουν μεικτά προγράμματα (Troussas, Krouska, Virvou & Sougela 2018). Έτσι, αναλόγως το είδος της ηλεκτρονικής μάθησης, οι εκπαιδευόμενοι εκτός από τον τόπο όπου θα εργάζονται, μπορούν να ορίζουν και τον χρόνο στον οποίο θα ασχολούνται με το μαθησιακό υλικό. Αυτό καθιστά την ηλεκτρονική μάθηση πολύ ευέλικτη και προτιμάται ευρέως στην

τριτοβάθμια εκπαίδευση, σε προγράμματα επαγγελματικής κατάρτισης και σεμινάρια (Krouska, Troussas & Virvou, 2018).

Ένας άλλος όρος που αναδύεται πλέον, με στόχο να ξεπεράσει δυσκολίες που έχουν να κάνουν με τον τόπο και τον χρόνο που συμβαίνει η μάθηση, είναι αυτός της κινητής μάθησης (m-learning), η οποία λαμβάνει χώρα σε διαφορετικά περιβάλλοντα με τη χρήση προσωπικών ηλεκτρονικών συσκευών. Αν συνδυάσουμε το κοινό σημείο των θεωριών μάθησης των Piaget και Vygotsky που έγκειται στην ανάγκη εφαρμογής διδακτικών μεθόδων οι οποίες να στηρίζονται στην πρακτική εξάσκηση και σε εμπράγματα εμπειρίες από πλευράς του μαθητή, με τις δυνατότητες που μας προσφέρουν οι διαρκώς εξελισσόμενες ψηφιακές τεχνολογίες τότε μπορούν να ξεπεραστούν πολλά εμπόδια –χρονικά, χωρικά- που δυσχεραίνουν τη βιωματική εκπαιδευτική διαδικασία (Troussas, Krouska & Virvou, 2020).

Ταυτόχρονα, οι διαρκείς τεχνολογικές εξελίξεις δημιουργούν την ανάγκη για διαρκή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και την κατάλληλη ανανέωση του εκπαιδευτικού συστήματος με στόχο τη διάδοση και αποτελεσματική εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας με τη χρήση των εφαρμογών των Ψηφιακών Τεχνολογιών (ΨΤ). Μόνο έτσι ένα εκπαιδευτικό σύστημα μπορεί να ακολουθεί τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις και να συμπορεύεται με τις απαιτήσεις της εποχής. (Kynigios & Theodossopoulou, 2001).

Βεβαίως, σύμφωνα με τις σχετικές έρευνες και την εμπειρία, ο Κυνηγός (2010) υπογραμμίζει πως οι ΨΤ προσφέρουν πρόσθετη παιδαγωγική αξία εφόσον χρησιμοποιούνται ως εργαλεία με στόχο τη διερεύνηση, τον πειραματισμό, την έκφραση και τη δημιουργία εκ μέρους των μαθητών, με τη χρήση αναπαραστάσεων για τη βαθιά κατανόηση εννοιών, και το μαστόρεμα με μοντέλα που αναδεικνύουν τις πιο καίριες πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας.

Προς επίρρωση των ανωτέρω, σύμφωνα με τη Laurillard (2012), η διδασκαλία ορίζεται ως επιστήμη σχεδιασμού που απαιτεί δημιουργικότητα και φαντασία και βασίζεται στις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων της μάθησης των μαθητών και χρησιμοποιεί την υλοποίηση των σχεδίων της για να συνεχίσει να βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα. Ως εκ τούτου, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών της χώρας μας πάνω σε θέματα Ψηφιακού Μετασχηματισμού και Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, ώστε να είναι σε θέση να αξιοποιούν στο έπακρο τις δυνατότητες των ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων σχεδιάζοντας σενάρια διδασκαλίας με πρόσθετη παιδαγωγική αξία για τους μαθητές τους.

Συνοψίζοντας, η ηλεκτρονική μάθηση προσφέρει πλατιά γνώση προερχόμενη από πολλές πηγές, παρέχει τη δυνατότητα για γρήγορη αναζήτηση πληροφοριών, προωθεί την αυτόνομη μάθηση και βοηθά τους μαθητές να βρίσκουν εσωτερικά κίνητρα για συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία με καλύτερες επιδόσεις (Dziuban et al., 2004).

Όσον αφορά στην ένταξη των ηλεκτρονικών συσκευών στην εκπαίδευση, η βιβλιογραφία που αφορά τις εκπαιδευτικές χρήσεις των κινητών συσκευών αυξάνεται σταθερά και αφορά όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και όλα τα γνωστικά αντικείμενα (Krouska, Troussas & Sgouroupolou, 2021). Συγκεκριμένα, για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, οι Henderson και Yeow (2012), κατέληξαν στο συμπέρασμα πως οι κινητές συσκευές μπορούν να λειτουργήσουν ως πολύ χρήσιμα εκπαιδευτικά εργαλεία αν αξιοποιηθούν με τα κατάλληλα εργαλεία, με καλοσχεδιασμένες εφαρμογές και σε οργανωμένο σχολικό πλαίσιο τάξης. Επίσης, οι έρευνες δείχνουν πως οι μαθητές είναι πρόθυμοι αλλά και ικανοί να τις χειριστούν.

Φυσικά, γίνεται εύκολα κατανοητό πως οι συσκευές ή οι εφαρμογές ΨΤ, από μόνες τους δεν έχουν παρά περιορισμένα οφέλη στην εκπαιδευτική διαδικασία (Troussas, Krouska, Giannakas, Sgourouliou & Voyiatzis, 2021). Προκειμένου μια εφαρμογή ή η ένταξη των φορητών ηλεκτρονικών συσκευών να έχει πραγματικό παιδαγωγικό όφελος, πρέπει οι εφαρμογές που εκτελούνται σε αυτές να είναι σχεδιαστικά άριστες, ο εκπαιδευτικός να τις γνωρίζει και να έχει σχεδιάσει ένα πλάνο μαθήματος που θα τις αξιοποιεί και φυσικά να ενορχηστρώσει κατάλληλα την τάξη του (Shelton, 2002). Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο αυτής της μελέτης γίνεται αναφορά σε εφαρμογές που αξιοποιούν την τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας.

2.3. Μεικτή μάθηση (Blended learning)

Το μοντέλο της μεικτής μάθησης ενσωματώνει δύο ή περισσότερους μηχανισμούς και μεθοδολογίες μάθησης, με βάση τους μαθησιακούς στόχους προκειμένου να βελτιωθεί η μαθησιακή απόδοση (Finn & Bucciari 2004). Πιο συγκεκριμένα, συνδυάζει τη δια ζώσης διδασκαλία με την εξ αποστάσεως μάθηση (ή αλλιώς τη μάθηση μέσω διαδικτύου), είτε σύγχρονη είτε ασύγχρονη, μειώνοντας ενίοτε τον χρόνο παρουσίας στη φυσική τάξη (Dziuban, et al., 2004). Ο συνδυασμός των δύο μεθόδων γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η μια να στηρίζει λειτουργικά την άλλη (Derntl Motsching-Pitrik, 2004; Ginns & Ellis, 2007).

Το μοντέλο της μεικτής μάθησης αρχικά αναπτύχθηκε και υιοθετήθηκε στην εκπαίδευση ενηλίκων λόγω των γρήγορων ρυθμών ζωής των σύγχρονων ενηλίκων που ήθελαν να καταρτιστούν ή να λάβουν επιπλέον εκπαίδευση, καθώς μπορεί να προσαρμόζεται στις ανάγκες του κάθε χρήστη. Όμως, πλέον αξιοποιείται και στη σχολική εκπαίδευση, ειδικά μετά τις αναπροσαρμογές που έφερε στην εκπαίδευση η εμφάνιση της πανδημίας του Covid-19 (Krouska et al. 2021). Η μεικτή μάθηση δίνει τη δυνατότητα σε εκπαιδευτικούς και εκπαιδευόμενους να επωφεληθούν από τα προτερήματα και των δύο μεθόδων, παραδοσιακής και εξ αποστάσεως, κατά βούληση. Αδιαμφισβήτητα, η δια ζώσης διδασκαλία είναι αναγκαία για την ολόπλευρη ανάπτυξη των παιδιών. Ταυτόχρονα, όμως τα οφέλη της ηλεκτρονικής μάθησης –όπως αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο– είναι πολλά και αξίζει να αξιοποιηθούν στη σχολική εκπαίδευση μέσα σε ένα πλαίσιο μεικτής μάθησης (Krouska, Troussas, Virvou, & Fragkakis, 2018).

2.4. Εκπαιδευτικά Παιχνίδια (Serious Games – ARG Alternate Reality Game)

Σύμφωνα με τους Watson και Salter (2016), οι οποίοι μελέτησαν το θέμα των σοβαρών εκπαιδευτικών παιχνιδιών, η εκπαίδευση έχει χάσει την έννοια της διασκέδασης. Οι ίδιοι προτείνουν τα εκπαιδευτικά παιχνίδια ως έναν τρόπο για να εισαχθεί ξανά η έννοια του παιχνιδιού στην εκπαίδευση. Πληθώρα ερευνητών έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι στα παιδιά αρέσει να μαθαίνουν παίζοντας, να εργάζονται σε ομάδες με κοινό στόχο, να λύνουν γρίφους, καθώς και να δημιουργούν τα δικούς τους γρίφους (Troussas, Krouska & Sgourouliou, 2020). Σύμφωνα με τον Klopfer (2008), όταν η μαθησιακή διαδικασία έχει τη μορφή παιχνιδιού, οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα το αντικείμενο προς μελέτη καθώς επίσης αναπτύσσουν ομαδικό πνεύμα και δεξιότητες συνεργασίας σε επίπεδο ομάδας.

Τα «σοβαρά» παιχνίδια είναι διασκεδαστικά παιχνίδια σχεδιασμένα για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Αποσκοπούν στον μετασχηματισμό της εκπαίδευσης από στείρα διαδικασία μεταφοράς γνώσεων για την κατάρτιση των μαθητών σε μια ενδιαφέρουσα παιγνιώδη διαδικασία που θα προσφέρει εσωτερικά κίνητρα στους μαθητές να συμμετάσχουν, να πειραματιστούν και εν τέλει να μάθουν (Troussas, Krouska & Vίνου, 2019). Η προσθήκη του προσδιοριστικού επιθέτου «σοβαρά» χρησιμοποιήθηκε ώστε να καθίσταται σαφές ότι αυτά τα παιχνίδια έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε όχι μόνο να προσφέρουν διασκέδαση, αλλά κυρίως να έχουν εκπαιδευτική αξία. Τα «σοβαρά» παιχνίδια συνήθως αποτελούν προσομοιώσεις γεγονότων της πραγματικότητας ή διαδικασιών που έχουν σχεδιαστεί με σκοπό την επίλυση ενός προβλήματος. Παρά το γεγονός ότι τα «σοβαρά» παιχνίδια μπορεί να φαίνονται και να είναι διασκεδαστικά, δεν παύουν να έχουν εκπαιδευτικό χαρακτήρα (Troussas et al., 2020).

Μια πιθανή εξήγηση στο γιατί το εκπαιδευτικό σύστημα βρίσκεται σε κρίση και ταυτόχρονα ένα καθημερινό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί είναι η απροθυμία των μαθητών να συμμετάσχουν στη μαθησιακή διαδικασία και η απαξίωση τους προς τον θεσμό του σχολείου. Αυτό συμβαίνει καθότι εκτός σχολείου τα παιδιά επιλέγουν με τι θα ασχοληθούν και κατ' επέκταση τι θα μάθουν, ενώ στο πλαίσιο τους σχολείου μαθαίνουν καταναγκαστικά ό,τι ορίζει το πρόγραμμα σπουδών και η συμμετοχή τους στο μάθημα περιλαμβάνει τον φόβο της αποτυχίας και των κακών βαθμών (Gee, 2004). Αυτός ο φόβος, στον οποίο στηρίζεται η μάθηση στο σχολείο, μπορεί σε μικρό βαθμό να λειτουργήσει ως κίνητρο για μάθηση, αλλά επί το πλείστον συνιστά ανασταλτικό παράγοντα για τα παιδιά (Gee, 2004; Gee & Lenvin, 2009). Ίσως μια λύση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να προσφέρει η ένταξη των παιχνιδιών στην εκπαίδευση. Σύμφωνα με τον Corti (2006), η μάθηση μέσω παιχνιδιών έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και να αναπτύξει πολλές δεξιότητες στους μαθητές όπως τη λήψη πρωτοβουλιών, την ενεργό συμμετοχή στη μάθηση, την παροχή κινήτρου.

3. ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

3.1. Εισαγωγή στην Επαυξημένη πραγματικότητα

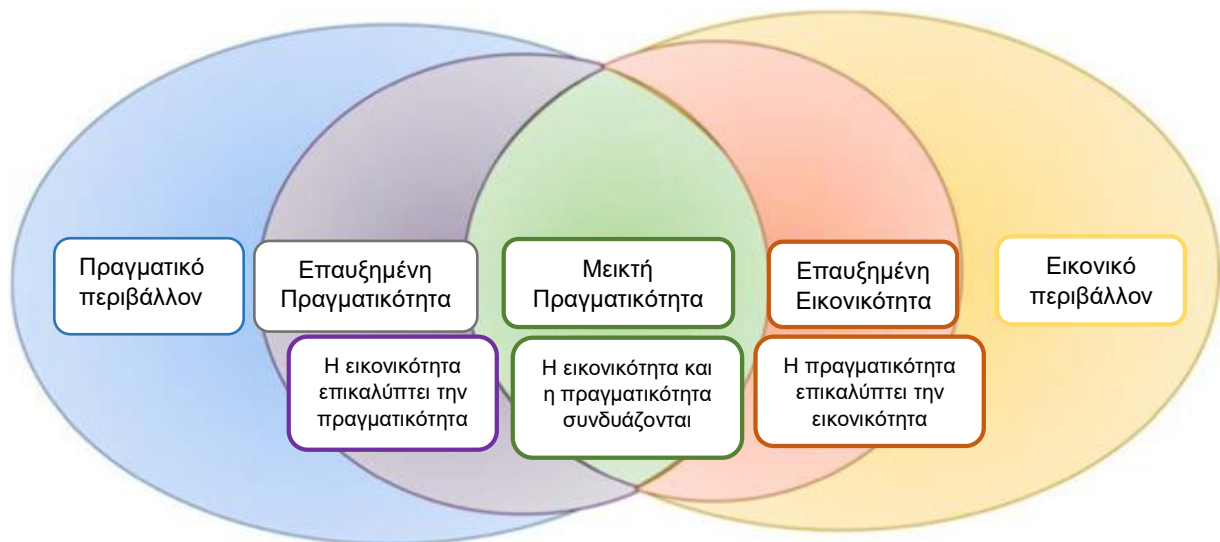
Μία από τις τάσεις των τελευταίων χρόνων που προσφέρει εμπράγματα και βιωματική γνώση είναι η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) ή αλλιώς Augmented Reality (AR) (Johnson et al., 2010). Φυσικά, η τεχνολογία αυτή έχει ήδη υιοθετηθεί και αξιοποιηθεί σε πολλούς άλλους τομείς πριν από την εκπαίδευση (Parakostas, Troussas, Krouska & Sgouroupolou, 2021).

Ο όρος της Επαυξημένης πραγματικότητας πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '90 από τους Thomas Caudell και David Mizell (Raja & Calvo, 2017), ωστόσο, υπάρχουν αναφορές σε αντίστοιχο σύστημα των Sutherland και Sproull (1968) που αφορούσε τη δημιουργία ενός συστήματος τρισδιάστατης εικονικής απεικόνισης αντικειμένου προβαλλόμενο πάνω στο πραγματικό περιβάλλον μέσω ειδικής κατασκευής που φορούσε ο χρήστης στο κεφάλι.

Η ΕΠ το 2007 έλαβε αναγνώριση ως αναδυόμενη τεχνολογία (Emerging Technology) κι από τότε η χρήση της έχει επεκταθεί σε πολλούς τομείς (Jonietz E., 2007). Κατά τον Azuma (1997) ως ΕΠ ορίζεται κάθε σύστημα που συνδυάζει την πραγματικότητα με εικονικές πληροφορίες, είναι διαδραστικό και τρισδιάστατο. Πιο συγκεκριμένα, ο ίδιος αναφέρει για την ΕΠ ότι αποτελεί ένα βήμα πέρα από την εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality - VR). Η τελευταία βυθίζει τον χρήστη μέσα σε ένα εξ ολοκλήρου τεχνητό περιβάλλον χωρίς να του δίνει τη δυνατότητα να έχει επίγνωση του πραγματικού κόσμου γύρω του. Σε αντίθεση, η ΕΠ προσφέρει στον χρήστη τη δυνατότητα να συνδυάζει τον πραγματικό κόσμο με εικονικά αντικείμενα που προβάλλονται ως μέρος αυτού. Συνεπώς, η ΕΠ εμπλουτίζει την πραγματικότητα, αντί να την αντικαθιστά (Parakostas et al., 2021).

Πιο αναλυτικά, η ΕΠ συνιστά μια διαδραστική εμπειρία για τον χρήστη, σε πραγματικό χρόνο, η οποία περιλαμβάνει την άμεση ή έμμεση προβολή του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης εμπλουτισμένο με πολυμεσικά στοιχεία -τρειςδιάστατη εικόνα, βίντεο, ήχους- τα οποία προσλαμβάνει ο χρήστης με πολλαπλές αισθητηριακές μεθόδους, όπως οπτικές, ακουστικές, απτικές, σωματοαισθητικές και οσφρητικές (Parakostas et al., 2021). Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα ψηφιακά αντικείμενα φαίνεται να αφομοιώνονται με τα πραγματικά. Ως εκ τούτου, η νέα αυτή τεχνολογία όχι μόνο δεν υποβαθμίζει αλλά, αντιθέτως, ενισχύει και επαυξάνει την εμπειρία του χρήστη (Azuma et al., 2011).

Οι εφαρμογές ΕΠ δεν περιορίζονται –όπως προαναφέρθηκε- στην προσθήκη ψηφιακών στοιχείων ή πληροφοριών στο πραγματικό περιβάλλον, με σκοπό την οπτική επαύξηση. Μπορούν επίσης να αποκρύπτουν αντικείμενα του πραγματικού περιβάλλοντος, με την επικάλυψη αυτών, από ένα εικονικό αντικείμενο. Η αφαίρεση πραγματικών αντικειμένων ορίζεται από ορισμένους ερευνητές και ως μειωμένη πραγματικότητα (diminished reality), ωστόσο, στην ουσία αυτή η περίπτωση αποτελεί υποσύνολο της ΕΠ.



Εικόνα 1. Η συνέχεια πραγματικότητας – εικονικότητας

3.2. Αξιοποίηση Επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία

Οι δυνατότητες που προσφέρει στη μάθηση η ένταξη εφαρμογών AR μελετώνται την τελευταία δεκαετία και πλέον χαίρουν αναγνώρισης από την επιστημονική και εκπαιδευτική κοινότητα. Ο εμπλουτισμός του πραγματικού κόσμου με εικονικές πληροφορίες δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να οπτικοποιήσουν σύνθετες χωρικές σχέσεις και να αντιληφθούν αφηρημένες έννοιες (Arvanitis et al., 2007). Κατά τον ίδιο, (Arvanitis, 2012), στο άρθρο του για τη συνεισφορά της ΕΠ στη διδασκαλία ξένης γλώσσας, είναι πιθανό από κονστρουκτιβιστική άποψη, να δημιουργηθούν οι συνθήκες ώστε οι μαθητές να έχουν τον έλεγχο της μάθησής τους, γεγονός που οδηγεί σε αυθεντική μάθηση και ταιριάζει σε περισσότερα μαθησιακά στυλ.

Κατά τους Feiner et al (1993), η ΕΠ προσφέρει τη δυνατότητα για ενίσχυση της πραγματικότητας με την ένταξη σε αυτή ενός εικονικού κόσμου, ο οποίος μπορεί να περιλαμβάνει πολύτιμες πληροφορίες, όπως περιγραφές σημαντικών χαρακτηριστικών για τα υπό μελέτη αντικείμενα ή οδηγίες για τη διενέργεια διαφόρων πρακτικών διαδικασιών. Παραδείγματος χάριν, οι Johnson et al. (2010), Kesim & Ozarslan (2012), κάνουν αναφορά στη δυνατότητα μετασχηματισμού των απλών βιβλίων σε βιβλία ΕΠ, με τη χρήση ειδικού λογισμικού στον υπολογιστή ή με εφαρμογή για κινητά. Χρησιμοποιώντας την κάμερα του υπολογιστή, σαρώνεται το QRcode που βρίσκεται πάνω στο βιβλίο και παρουσιάζονται οι τρισδιάστατες πληροφορίες. Το Μαγικό Βιβλίο, όπως ονομάζεται, είναι ένα βιβλίο ΕΠ το οποίο προσφέρει τη δυνατότητα όταν οι χρήστες κοιτάζουν τις σελίδες του πραγματικού βιβλίου μέσα από ένα έξυπνο κινητό ή τάμπλετ, να βλέπουν τις εικονικές πληροφορίες τοποθετημένες πάνω στις πραγματικές σελίδες. Έτσι, ό,τι υπάρχει στο βιβλίο εμπλουτίζεται με το επαυξημένο υλικό και η μαθησιακή εμπειρία αλλάζει εντελώς (Cabero & Barroso, 2015).

Συνεχώς, εμφανίζονται νέες πλατφόρμες δημιουργίας εφαρμογών που επιτρέπουν την ανάμειξη του ψηφιακού με τον πραγματικό κόσμο, γνωστές με τον όρο "Επαυξημένη Πραγματικότητα" (van Krevelen & Roelma, 2010). Μάλιστα, η ανάπτυξη εφαρμογών δημιουργίας περιβαλλόντων ΕΠ προχωρούν με πολύ γρήγορους ρυθμούς και αναμένεται να αφιερωθεί περισσότερη έρευνα πάνω σε αυτό το αντικείμενο (Akçayir et

al, 2017). Οι εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) σε συνδυασμό με τη χρήση tablets φαίνεται να προσφέρουν αρκετά στη μαθησιακή διαδικασία, αυξάνοντας την εμπλοκή των μαθητών (Bidin & Ziden, 2013) και επιδρώντας στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητάς τους (Mang & Wardley, 2013).

Η ΕΠ παρέχει αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα στην εκπαιδευτική διαδικασία για τους εκπαιδευόμενους με τα πιο σημαντικά από αυτά να συνοψίζονται στα εξής: ενίσχυση του ενδιαφέροντος και της θέλησης για συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία (Medina Herrera et al., 2019), δημιουργία ευχάριστου κλίματος και προϋποθέσεων για διασκεδαστική μάθηση (Gutiérrez et al., 2015), αύξηση του χρόνου διατήρησης της συγκέντρωσης, βελτίωση της χωρικής αντίληψης (Roca-González et al., 2017), βαθύτερη και ευκολότερη κατανόηση των υπό διδασκαλία αντικειμένων (Ali et al., 2018a), αξιοσημείωτη βελτίωση της επίδοσης (Gün & Atasoy, 2017) και τελευταίο, αλλά εξίσου σημαντικό το γεγονός ότι παρέχει κίνητρο για μάθηση (Medina Herrera et al., 2019).

Πρόσφατα, ωστόσο, οι εφαρμογές ΕΠ επεκτάθηκαν πέρα από τη μονόδρομη παροχή πληροφοριών σε βιωματικές δραστηριότητες που προσφέρουν στους μαθητές διάφορες μορφές αλληλεπίδρασης όπως απτή και πρακτική διερεύνηση (Puig et al. 2020).

3.3. Προστιθέμενη αξία της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση

Τα παιδαγωγικά οφέλη που προσφέρει η ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν τεκμηριωθεί από πολλούς ερευνητές (Billingshurst & Duenser, 2012· Johnson, Smith, Levine, & Haywood, 2010· Tarnig & Ou, 2012). Η ΕΠ έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την αμεσότητα της μαθησιακής διαδικασίας και την ενεργή συμμετοχή στη μάθηση μέσω της αλληλεπίδρασης των μαθητών μεταξύ τους καθώς και με τα εικονικά αντικείμενα και τον πραγματικό κόσμο γύρω τους. (Wu et al. 2013). Επίσης, τα αυξημένα κίνητρα για μάθηση λόγω της χρήσης εφαρμογών με δυνατότητες ΕΠ έχουν επίσης αναφερθεί από πληθώρα ερευνητών (Chang Chang, Hou, Sung, Chao, & Lee, 2014).

Σύμφωνα με τους Klopfer & Squire (2008), τα χαρακτηριστικά των κινητών συσκευών που ενισχύουν την προστιθέμενη αξία της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία συνοψίζονται στα εξής: φορητότητα, αλληλεπίδραση, συνδεσιμότητα και εξατομίκευση. Αναλυτικά, η φορητότητα σημαίνει ότι οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδρούν με το επαυξημένο υλικό στη συσκευή τους οπουδήποτε, αρκεί να έχουν σύνδεση στο διαδίκτυο, ακόμη κι αν κινούνται στον χώρο. Με τον όρο αλληλεπίδραση, επισημαίνεται η δυνατότητα που δίνεται στους μαθητές να ανταλλάσσουν πληροφορίες, να εργάζονται ομαδικά και να συζητούν πρόσωπο με πρόσωπο είτε από κοντά, είτε αν βρίσκονται σε διαφορετικούς χώρους. Η συνδεσιμότητα έγκειται στο ότι οι μαθητές μπορούν να δημιουργούν δίκτυα με τους συμμαθητές τους ή και με μαθητές από άλλες τάξεις που συμμετέχουν στην ίδια εφαρμογή, να συνδέουν τις συσκευές τους και να διαμοιράζονται υλικό, να ανταλλάσσουν απόψεις και να θέτουν ερωτήσεις και απαντήσεις. Τέλος, η έννοια της εξατομίκευσης αναφέρεται σε εφαρμογές που παρουσιάζουν στοιχεία εξατομικευμένης χρήσης για κάθε χρήστη ξεχωριστά, όπως η επιλογή βαθμού δυσκολίας, η επιλογή τρόπου εμφάνισης των πληροφοριών (Troussas, Krouska, Sgouropoulou & Voyiatzis, 2020).

Σύμφωνα με τους Bressler & Bodzin (2013), όταν η μάθηση περιλαμβάνει συνεργασία, τότε μετατρέπεται σε πηγή διασκέδασης για τους μαθητές. Παράλληλα, η

εργασία σε ομάδες για την επίλυση γρίφων και ειδικά με τη χρήση εφαρμογών ΕΠ δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές και να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους πάνω στα γνωστικά αντικείμενα που εμπεριέχονται στις εφαρμογές και παράλληλα να εξασκηθούν στην ομαδική εργασία, ακόμα κι αν οι ομάδες είναι ετερογενείς (Krouska & Virvou, 2019). Αυτό είναι πολύ σημαντικό και πρέπει να τονιστεί ως εύρημα καθότι οι δεξιότητες του 21ου αιώνα δεν περιλαμβάνουν μόνο γνωστικούς στόχους, όπως η κριτική σκέψη, αλλά και μη γνωστικούς, όπως η συνεργασία σε επίπεδο ομάδας (Shute, 2010).

Επίσης, η ενσωμάτωση εφαρμογών ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία, σύμφωνα με τους Georgiou & Kyza (2018), προσφέρουν στους μαθητές διδακτικές εμπειρίες που τους καθηλώνουν και οι έρευνες δείχνουν ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της πρόκλησης έντονου ενδιαφέροντος στους μαθητές και τα μαθησιακά αποτελέσματα. Τα ευρήματα των Bacca et al. (2014) για την επαυξημένη πραγματικότητα, έρχονται να υποστηρίξουν τα παραπάνω. Οι ίδιοι υποστηρίζουν ότι με τα μέσα που διαθέτει η τεχνολογία της ΕΠ μπορεί να συμβάλλει στην ενίσχυση της φαντασίας των μαθητών και στη συγκέντρωση της προσοχής τους, σε ένα προβλέψιμο, ασφαλές και διασκεδαστικό περιβάλλον.

Σύμφωνα με τους Bezemer & Jewitt (2010), φαίνεται πως η χρήση πολυμεσικών τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένης της ΕΠ, για την ενίσχυση της μαθησιακής διαδικασίας προκύπτει από την ανάγκη των μαθητών να αποδομούν και να αναδομούν μόνοι τους τις έννοιες, βασιζόμενοι σε εμπειρίες που αποκτούν βιωματικά οι ίδιοι μέσα σε ένα ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο μάθησης.

Επιπρόσθετα, η ΕΠ έχει τη δυνατότητα να εμπλουτίσει τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες με πλούσιες και ρεαλιστικές τρισδιάστατες εικόνες που ενεργοποιούν τις αισθήσεις. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να βιώσουν μια φυσική μετάβαση μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού κόσμου και συνεισφέρει στην άμεση επεξεργασία των εν λόγω δραστηριοτήτων (Ρούσσου, 2001) ώστε να νοηματοδοτήσει και τελικά να βελτιώσει τη μαθησιακή εμπειρία για τους μαθητές. Έτσι, οι μαθητές μαθαίνουν «παίζοντας» και δεν αντιλαμβάνονται τα όρια μεταξύ παιχνιδιού και μάθησης.

Σύμφωνα με τους Klopfer & Squire (2008), οι μαθητές μέσω της αλληλεπίδρασης με εφαρμογές ΕΠ μπορούν να βιώσουν φαινόμενα που δύσκολα μπορούν να αναπαρασταθούν στην πραγματικότητα με στόχο να τα μελετήσουν. Όλα τα παραπάνω, καθιστούν τις εφαρμογές ΕΠ ένα πολύτιμο εκπαιδευτικό εργαλείο (Martin, Diaz, Sancristobal, Gil, Castro, & Peire, 2011).

Επιπλέον, οι εφαρμογές ΕΠ έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν από πολλούς χρήστες ταυτόχρονα. Υπ' αυτή την έννοια ευνοούνται οι αλληλεπιδράσεις όχι μόνο με τα ψηφιακά αντικείμενα, αλλά και με άλλα άτομα μέσα στο πλαίσιο της ομάδας και ενισχύονται οι ομαδοσυνεργατικές δεξιότητες των παιδιών (Broll, Lindt, Herbst, Ohlenburg, Braun, & Wetzel, 2008· Krouska, Troussas & Virvou, 2019). Μάλιστα, οι Lin, Wong και Shao (2012), μελέτησαν τις διαφορές μεταξύ των μαθητών που εργάστηκαν ατομικά και όσων εργάστηκαν ομαδικά. Διέκριναν εξίσου σημαντικά οφέλη και στις δύο περιπτώσεις, είτε δηλαδή αναλογούσε μία συσκευή ανά μαθητή, είτε μία συσκευή ανά δύο μαθητές. Βέβαια, παρατήρησαν ότι στη δεύτερη περίπτωση υπήρχε ένα επιπλέον πλεονέκτημα, αυτό της ενίσχυσης της ομαδικής εργασίας και της ανταλλαγής απόψεων. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Karsenti και Fievez (2013) στην έρευνα τους. Όμως πέρα από τη συνεργασία, αναδείχθηκε πως η μάθηση μέσω εφαρμογών ΕΠ σε τάμπλετ συνεισφέρει και στα κίνητρα των μαθητών για συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία και στη δημιουργικότητά τους. Ένας περιορισμός που

αναδείχθηκε μέσα από την ίδια έρευνα και έχει αξία να αναφερθεί, είναι η δυσκολία που συνάντησαν οι μαθητές κατά την πληκτρολόγηση κειμένων στα τάμπλετ.

3.4. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Ερευνών σχετικά με την Επαυξημένη Πραγματικότητα

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση άρθρων και άλλων συστηματικών ανασκοπήσεων που μελετούν το θέμα της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση προσφέρει τη δυνατότητα συγκεντρωτικής παρουσίασης και σύγκρισης των επιμέρους αποτελεσμάτων. Μια τέτοια προσπάθεια συγκριτικής συστηματικής ανασκόπησης όπως αυτή που επιχειρείται στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας επιτρέπει μια βαθύτερη εστίαση στη χρήση μιας νέας σχετικά τεχνολογίας και την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων για το θέμα.

Οι έρευνες του Radu (2012 & 2014) είχαν ως στόχο τη σύγκριση της επίδοσης των μαθητών σε περιβάλλοντα με ή χωρίς τη χρήση εφαρμογών ΕΠ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχε θετική επίδραση της ΕΠ κυρίως στην κατανόηση χωρικών εννοιών, στην απομνημόνευση και στις γλωσσικές συσχετίσεις. Παράλληλα, αναφέρει περιορισμούς ως προς τη δυσκολία εφαρμογής στη σχολική τάξη, αρνητική επίδραση στη συγκέντρωση ορισμένων μαθητών καθώς και για δυσκολίες χειρισμού των συσκευών από πολλούς χρήστες ταυτόχρονα και μάλιστα από χρήστες οι οποίοι δεν ήταν εξοικειωμένοι με τη χρήση τέτοιων εφαρμογών.

Οι Bacca et al. (2014) έκαναν βιβλιογραφική ανασκόπηση 32 εμπειρικών ερευνών με θέμα την αξιοποίηση, τα οφέλη και τους περιορισμούς της ΕΠ στην εκπαίδευση. Η συγκριτική έρευνα που έκαναν έδειξε ότι η χρήση της ΕΠ εστιάζει κυρίως στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Αυτό το γεγονός είναι σύνηθες, καθότι παρατηρείται γενικά η τάση στις νέες τεχνολογίες να δοκιμάζονται κυρίως στα θετικά μαθήματα, ίσως επειδή περιέχουν πολλές αφηρημένες έννοιες. Οι περιορισμοί που παρατήρησαν στη χρήση της ΕΠ ήταν ελάχιστοι και τα πλεονεκτήματα επικεντρώνονταν στην κινητοποίηση των μαθητών και στην αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας με τη μορφή της βελτίωσης των επιδόσεων.

Σύμφωνα με τους Santos et al., (2014), οι οποίοι έκανα έρευνα σε δείγμα 87 ερευνών μετά από αναζήτηση στη βάση IEEEExplore, βρέθηκε μεγάλη απόκλιση στην επίδραση της ΕΠ στο μαθησιακό αποτέλεσμα των μαθητών. Η σχέση κυμαινόταν από ελάχιστα αρνητική έως πολύ θετική, με αποτέλεσμα τα ευρήματα να μην είναι ικανά να στηρίξουν ένα βάσιμο συμπέρασμα σε σχέση με το ερευνητικό ερώτημα, αν και σε ποιο βαθμό επηρεάζει η ΕΠ την επίδοση των μαθητών. Παρ' όλα αυτά, αναφορικά με την ποιοτική ανάλυση των εφαρμογών που περιγράφονταν στα υπό μελέτη άρθρα, βρέθηκαν τρία σχεδιαστικά πλεονεκτήματα της ΕΠ, τα οποία συνοψίζονται στα εξής: η οπτικοποίηση των εννοιών, η απτική οπτικοποίηση και η εισαγωγή ψηφιακών πληροφοριών σε φυσικά περιβάλλοντα.

Την επίδραση της ΕΠ στην εκπαίδευση μελέτησαν και οι Chen et al. (2016). Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η ενσωμάτωση εφαρμογών ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία ενισχύει το ενδιαφέρον των μαθητών προς το μάθημα. Σε αυτό το συμπέρασμα κατέληξαν μετά από βιβλιογραφική ανασκόπηση 55 ερευνών από τη βάση SSCI, με εύρος χρονολογίας δημοσίευσης από το 2011 ως το 2016.

Η μετα-ανάλυση των Garzón & Acevedo (2019) (N = 4705) ανέλυσε 64 ποσοτικές ερευνητικές εργασίες για την ΕΠ που δημοσιεύτηκαν μεταξύ 2010 και 2018 σε μεγάλα

περιοδικά. Ο κύριος σκοπός της μελέτης ήταν να μελετηθεί η επίδραση της ΕΠ στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ΕΠ έχει μέτρια επίδραση στην επίδοση των μαθητών.

3.5. Πλατφόρμες δημιουργίας Επαυξημένης Πραγματικότητας

Όσο η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας κερδίζει έδαφος και η ζήτηση για τέτοιες εφαρμογές αυξάνεται, τόσο αναπτύσσονται ολοένα και περισσότερες πλατφόρμες και λογισμικά δημιουργίας επαυξημένου υλικού.

Vuforia

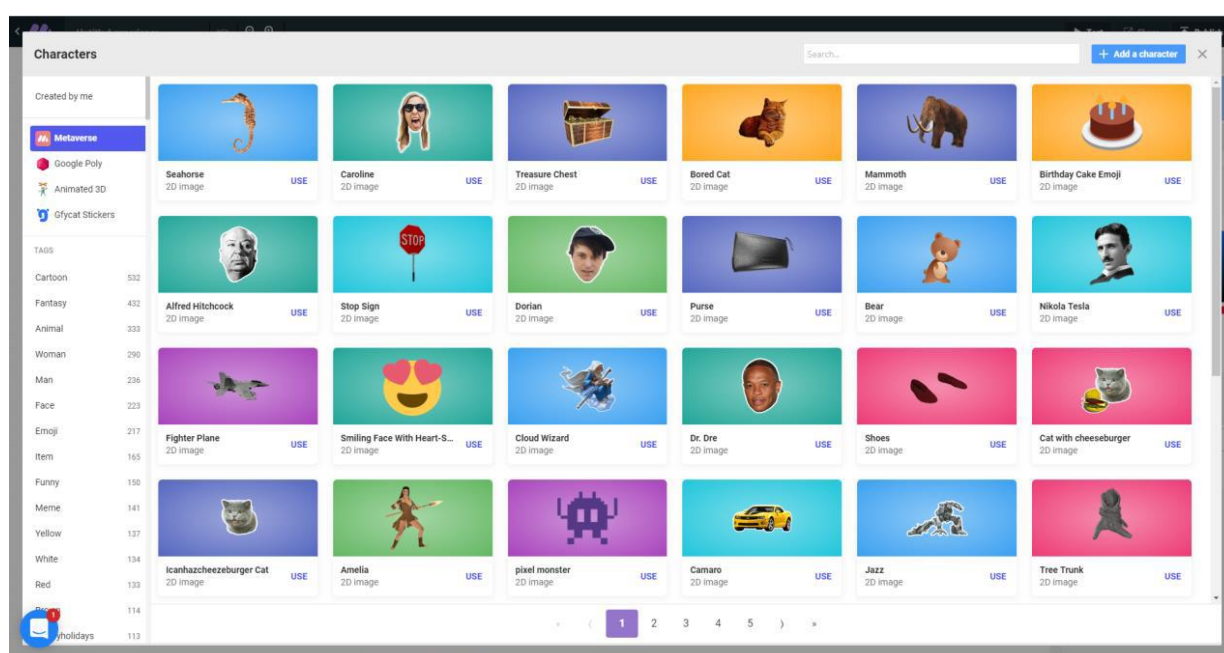
Μια πολύ δημοφιλής πλατφόρμα που δίνει τη δυνατότητα εύκολης δημιουργίας υλικού επαυξημένης πραγματικότητας χωρίς γνώσεις προγραμματισμού είναι η SDK Vuforia. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό και από το δείγμα καθώς η χρήση της στα άρθρα που μελετήθηκαν για τις ανάγκες αυτής της εργασίας είναι εκτεταμένη. Μέσω αυτής της βιβλιοθήκης μπορεί κανείς να εντοπίσει ό,τι χρειάζεται για να «χτίσει» το επαυξημένο υλικό του, όπως εικόνες, αντικείμενα και επιφάνειες για φόντο με τεχνικές υπολογιστικής όρασης. Με τη βοήθεια της Vuforia, μπορεί ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον να μετατραπεί σε επαυξημένο υλικό και να προβληθεί πάνω στην εικόνα του πραγματικού περιβάλλοντος που βλέπει ο χρήστης μέσα από την κάμερα της συσκευής του. Πληροφορίες για τη θέση και την κατεύθυνση προς την οποία κινείται ο χρήστης λαμβάνει η συσκευή μέσω της κάμερας και στη συνέχεια τα εικονικά τρισδιάστατα αντικείμενα προβάλλονται πάνω στην οθόνη σαν να υπήρχαν κανονικά στον χώρο. Το επαυξημένο περιεχόμενο είναι διαδραστικό σε πραγματικό χρόνο, δηλαδή ο χρήστης μπορεί να το επεξεργαστεί, να του αλλάξει μέγεθος, θέση ή κατεύθυνση με ένα απλό άγγιγμα στην οθόνη, όπως αν το είχε πραγματικά μπροστά του για να το περιεργαστεί (Agustina & Sumarto & Trisno, 2019) .

Unity 3D

Μια άλλη πολύ συχνά χρησιμοποιούμενη πλατφόρμα είναι η Unity 3D. Πρόκειται για μια μηχανή δημιουργίας παιχνιδιών που παρέχει ποικιλία από λειτουργίες για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη τρισδιάστατων διαδραστικών εικονικών περιβαλλόντων. Η φιλοσοφία της Unity ορίζει ότι για την ανάπτυξη παιχνιδιών ή άλλων εφαρμογών πρέπει, κατά βάση, να χρησιμοποιείται ένα ολοκληρωμένο γραφικό περιβάλλον και να ελαχιστοποιείται η χρήση προγραμματισμού. Υποστηρίζει επίσης την ανάπτυξη εφαρμογών και σε συνδυασμό με άλλες πλατφόρμες δημιουργίας επαυξημένου υλικού, όπως η Vuforia που προαναφέρθηκε. Η οπτικοποίηση των τρισδιάστατων γραφικών στο Unity 3D είναι επίσης πολύ βελτιωμένη καθώς επίσης υποστηρίζει τρισδιάστατα μοντέλα διαφόρων τύπων ώστε να κάνει τον σχεδιασμό πιο εύκολο και προσιτό (Kim et al., 2014). Κατ' αυτόν τον τρόπο, η προβολή του τρισδιάστατου επαυξημένου υλικού μαζί με τα πραγματικά αντικείμενα του περιβάλλοντος αποκτά πιο ρεαλιστική εικόνα και είναι ακριβής. Επιπλέον, το Unity 3D βελτιώνει την επικοινωνία μεταξύ των αντικειμένων του παιχνιδιού και του προγραμματιστικού μέρους ώστε να βοηθά τον προγραμματιστή στη λογική εφαρμογή πιο γρήγορα και με περισσότερη ακρίβεια (Muhammad et al., 2021).

Metaverse

Η εφαρμογή Metaverse είναι μια πολύ εύχρηστη πλατφόρμα δημιουργίας σεναρίων ΕΠ. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από μαθητές πέρα από εκπαιδευτικούς. Η χρήση της είναι δωρεάν και δεν χρειάζεται ούτε αυτή εξειδικευμένες γνώσεις προγραμματισμού για να δημιουργηθεί υλικό ΕΠ. Είναι αρκετά διαδεδομένη και προσφέρει πολλές δυνατότητες σε όσους επιχειρούν να σχεδιάσουν επαυξημένο υλικό για να προσθέσουν διαδραστικό χαρακτήρα στο μάθημά τους και να βιώσουν οι μαθητές τους μια συναρπαστική εμπειρία στην τάξη. Ο κάθε δημιουργός οργανώνει τα στοιχεία που χρειάζεται σε ένα Storyboard' στο Metaverse Studio (όπως φαίνεται στην εικόνα 2) για να τα συνδέσει όπως θέλει μεταξύ τους. Μπορούν να συνδυαστούν πολλά στοιχεία και να χρησιμοποιηθούν διάφοροι χαρακτήρες (βλ. εικόνα 2). Για να ξεκινήσει η προβολή του υλικού στη συσκευή του τελικού χρήστη αρκεί αυτός να σκανάρει το κώδικα QR ή να πατήσει τον μοναδικό σύνδεσμο ο οποίος αποστέλλεται μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Έτσι, οι σελίδες οποιουδήποτε βιβλίου μπορούν να «ζωντανέψουν».



Εικόνα 2. Η πλατφόρμα Metaverse

BlippAR

Το BlippAR είναι μια εύχρηστη εφαρμογή που όμως δεν διατίθεται δωρεάν. Βέβαια, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα και οι μαθητές δικαιούνται μειωμένη τιμή. Το βασικό εργαλείο αυτής της πλατφόρμας, το Blippbuilder, προσφέρεται για χρήση ακόμα και από μαθητές, οι οποίοι μπορούν να δημιουργήσουν τις δικές τους εμπειρίες επαυξημένης πραγματικότητας για να ζωντανέψουν τα μαθήματά τους. Δεν απαιτεί ούτε αυτό το εργαλείο γνώσεις πληροφορικής ή προγραμματισμού.

Άλλο εργαλείο που προτείνεται για την ανάπτυξη εφαρμογών ΕΠ είναι το hyperspaces -πρώην ARSights- που χρειάζεται να συνδυαστεί με κάποιο λογισμικό για μοντελοποίηση τρισδιάστατων μοντέλων όπως τα Google earth, Google 3d Warehouse και Google SketchUp (Thornton et al., 2012).

Επίσης, εργαλεία δημιουργίας υλικού ΕΠ που προέκυψαν από ευρωπαϊκά πρότζεκτ που χρηματοδοτήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή είναι το LARGE (Learning

Augmented Reality Global Environment) και το ARAVET (Νταούλας, Γουδέλα & Ζώης, 2020).

3.6. Είδη εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα προσφέρει ευελιξία στον χρήστη και αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι υπάρχουν αρκετά είδη ΕΠ. Οι εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν όσες βασίζονται στην εικόνα για να ενεργοποιήσουν την προβολή του επαυξημένου υλικού (Image-Based AR) και στη δεύτερη όσες βασίζονται στη θέση (Location-Based). Οι εφαρμογές της πρώτης κατηγορίας ανιχνεύουν κάποια εικόνα ή κάποιο ραβδωτό κώδικα (QRcode) για να παρουσιάσουν τη σχετική πληροφορία, ενώ οι εφαρμογές της δεύτερης κατηγορίας εντοπίζουν την τοποθεσία του χρήστη, συνήθως μέσα από τη λήψη σημάτων από δορυφόρους (GPS) κι έτσι αναγνωρίζουν ποια πληροφορία πρέπει να προβάλλουν. Συνεπώς, όσες εφαρμογές απαιτούν τη χρήση GPS χρησιμοποιούνται σε ανοιχτά περιβάλλοντα ώστε να είναι ανιχνεύσιμο το σήμα του GPS.

Η ίδια κατηγοριοποίηση εμφανίζεται στη βιβλιογραφία και με άλλους όρους. Έτσι, εντοπίζουμε εφαρμογές που λειτουργούν με δείκτη (marker-based) οι οποίες χρησιμοποιούν προεπιλεγμένες εικόνες (markers ή trigger images) ή Κώδικες Γρήγορης Απόκρισης (QR codes) προκειμένου να ενεργοποιήσουν την εμφάνιση του ψηφιακού υλικού ΕΠ. Αυτό αποτελεί και το πιο συχνό είδος που χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση. Μια πιθανή εξήγηση για αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να είναι το γεγονός πως τα συστήματα εντοπισμού και σάρωσης των δεικτών είναι καλύτερα και πιο σταθερά από τα συστήματα χωρίς δείκτη (Bakka et al., 2014). Ένα δεύτερο είδος ΕΠ, στο οποίο παρατηρείται αύξηση στη χρήση, αποτελούν οι χωροευαίσθητες εφαρμογές Ε.Π. (location-based), οι οποίες εκμεταλλεύονται τη φυσική θέση του χρήστη μέσω GPS ή ασύρματου δικτύου, προκειμένου να προβάλλουν στη συσκευή που χρησιμοποιεί ο χρήστης το ψηφιακό υλικό Ε.Π. Παρ' όλα αυτά, σύμφωνα με τους El Sayed et al. (2011), η χρήση σταθερών δεικτών μειώνει τον χρόνο επεξεργασίας του δείκτη από το σύστημα της εκάστοτε συσκευής και βελτιστοποιεί την τελική εμπειρία του χρήστη.

Έρευνες έχουν δείξει ότι οι δύο αυτές προσεγγίσεις στην ΕΠ μπορεί να οδηγούν σε διαφορετικά οφέλη στην εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, οι εφαρμογές που βασίζονται σε δείκτη-εικόνα φαίνεται να παρουσιάζουν περισσότερα οφέλη όσον αφορά την ανάπτυξη χωρικών ικανοτήτων και πρακτικών δεξιοτήτων καθώς επίσης και την κατανόηση αφηρημένων εννοιών. Αντίθετα, οι εφαρμογές που βασίζονται στη θέση είναι περισσότερο κατάλληλες για δραστηριότητες διερευνητικής μάθησης (Cheng & Tsai, 2013).

Σύμφωνα με τους Bimber, Raskar και Inami (2005) η δημιουργία εφαρμογών Ε.Π. περιλαμβάνει τρεις βασικές λειτουργίες, την ανίχνευση και εγγραφή, την αναπαράσταση και την απόδοση σε πραγματικό χρόνο. Οι λειτουργίες αυτές περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

- Ανίχνευση και εγγραφή (Tracking and registration)

Όπως έχει ήδη περιγραφεί, στόχος της Ε.Π. είναι η προβολή στη συσκευή του χρήστη μιας εικόνας που θα προέρχεται από τη συνένωση του πραγματικού περιβάλλοντα χώρου του χρήστη με επιπλέον ψηφιακά στοιχεία. Συνεπώς, ένα ζήτημα μείζονος σημασίας που ταυτόχρονα αποτελεί αντικείμενο πολλών μελετών είναι η ακριβής

ανίχνευση της θέσης του χρήστη και των αντικειμένων του περιβάλλοντος που παρατηρεί, καθώς και η καταγραφή και η ακριβής τοποθέτηση της πληροφορίας που παράγεται από το σύστημα στα προκαθορισμένα σημεία. Αυτό έχει μεγάλη σημασία έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα να έχει νόημα και να επιτελεί τον σκοπό για τον οποίο δημιουργήθηκε. Το θέμα της ανίχνευσης και εγγραφής στα συστήματα Ε.Π αποτελεί μια πρόκληση που συνεχώς οι προγραμματιστές προσπαθούν να ξεπεράσουν με στόχο τη δημιουργία πειστικών εφαρμογών Ε.Π.

- Τεχνολογίες αναπαράστασης (Display technology)

Η τεχνολογία της ΕΠ προσφέρει στον δημιουργό τέτοιων εφαρμογών μεγάλη ελευθερία στην επιλογή των χαρακτηριστικών που θα έχει το τελικό αποτέλεσμα. Έτσι, σύμφωνα με τους Krevelen & Roelman (2010), ο δημιουργός μπορεί να επιλέξει μεταξύ τριών βασικών τρόπων αναπαράστασης του επαυξημένου υλικού, ώστε να χρησιμοποιήσει εκείνο που ταιριάζει καλύτερα στο αντικείμενο μελέτης της εφαρμογής και στο κοινό στο οποίο απευθύνεται.

- Προβολή στον χώρο (Spatial Projection).
- Αναπαράσταση μέσω βίντεο (Video See-Through).
- Οπτική αναπαράσταση (Optical See-Through).

Η προβολή στον χώρο περιλαμβάνει την προβολή του επαυξημένου υλικού πάνω σε αντικείμενα του περιβάλλοντα χώρου του χρήστη. Αυτός ο τρόπος παρουσιάζει τα περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τους άλλες δύο καθώς δεν υπάρχει περιορισμός από άποψη τεχνικών χαρακτηριστικών της συσκευής προβολής, όπως το μέγεθος της οθόνης, η επεξεργαστική ισχύς του μηχανήματος, ή η ενεργειακή κατανάλωση.

Στην αναπαράσταση μέσω βίντεο, ο χρήστης βλέπει το τελικό αποτέλεσμα στην οθόνη της συσκευής που χρησιμοποιεί. Το τελικό αποτέλεσμα προκύπτει από την ενσωμάτωση των ψηφιοποιημένων στοιχείων πάνω στην εικόνα που καταγράφει η κάμερα της συσκευής σε πραγματικό χρόνο.

Στην οπτική αναπαράσταση η Ε.Π. παρουσιάζεται πάνω σε ειδικές διαφανείς επιφάνειες στον χώρο ενώ η πραγματικότητα παραμένει ως έχει.

Πέρα από τον τρόπο αναπαράστασης του υλικού, ο δημιουργός μπορεί να επιλέξει και το είδος της συσκευής εξόδου. Οι συσκευές προβολής του ψηφιακά επαυξημένου περιβάλλοντα χώρου, μπορεί να είναι είτε συσκευές που φοράει ο χρήστης στο κεφάλι, τα λεγόμενα Head-Mounted Displays/Projectors, είτε συσκευές που ο χρήστης κρατά στο χέρι, που αναφέρονται στην βιβλιογραφία ως Handheld Displays/Projections, είτε μεγάλες συσκευές-οθόνες που τοποθετούνται στον χώρο και ονομάζονται Spatially Aligned Projectors/Monitors.

Συνδυάζοντας τον καταλληλότερο τρόπο αναπαράστασης και τη συσκευή προβολής που ταιριάζει στις ανάγκες κάθε εφαρμογής, η ΕΠ δίνει πληθώρα επιλογών στους δημιουργούς επαυξημένου υλικού για βέλτιστα αποτελέσματα που προσαρμόζονται ακριβώς στις συνθήκες στις οποίες πρόκειται να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή.

- Απόδοση σε πραγματικό χρόνο (Real-time rendering)

Η επιτυχία και η αξιοπιστία ενός συστήματος Ε.Π. εξαρτάται από τον χρόνο απόκρισης του συστήματος στις απαιτήσεις του χρήστη και την ακριβή αναπαράσταση της πραγματικής εικόνας σε συνδυασμό με τα ψηφιακά στοιχεία. Αν αυτοί οι δύο παράγοντες δεν λειτουργούν σωστά, τότε το τελικό προϊόν δε θα είναι λειτουργικό. Συγκεκριμένα, στην μέθοδο όπου η ΕΠ παρουσιάζεται με αναπαράσταση μέσω βίντεο,

η ταχύτητα προβολής της πραγματικότητας από την είσοδό της στο σύστημα μέχρι την έξοδό της στο χρήστη αποτελεί μια πρόκληση για την απόκριση σε πραγματικό χρόνο. Ευτυχώς, πλέον, η τεχνολογία της ΕΠ μελετάται με πολύ εντατικούς ρυθμούς κι έτσι έχουν γίνει πολύ σημαντικά βήματα βελτίωσης αυτών των λειτουργιών, με αποτέλεσμα τα συστήματα Ε.Π. να λειτουργούν απρόσκοπτα.

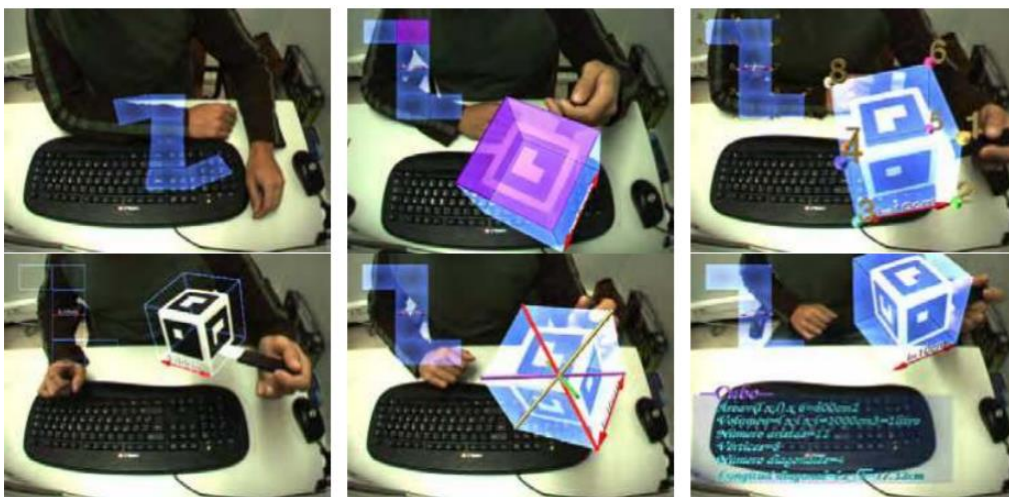
3.7. Παραδείγματα εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Ελλάδα και το εξωτερικό

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν μερικά ενδιαφέροντα παραδείγματα εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας που προέρχονται είτε από έρευνες που έχουν διεξαχθεί στην Ελλάδα, είτε στο εξωτερικό.

Μαθηματικά

Οι Chang, Morreale & Medicherla (2010), ανέπτυξαν μια εφαρμογή ΕΠ, το Construct3D, που έχει στόχο την εκμάθηση μαθηματικών και γεωμετρίας με τη χρήση τρισδιάστατων γεωμετρικών μοντέλων. Για να επιτευχθεί αυτό, δίνει τη δυνατότητα σε πολλούς χρήστες, όπως μια ολόκληρη τάξη, να μοιραστούν έναν εικονικό χώρο ώστε συνεργατικά να κατασκευάσουν γεωμετρικά σχήματα. Το Construct3D ανήκει στην κατηγορία *head mounted* εφαρμογών, δηλαδή οι χρήστες βλέπουν τα επαυξημένα αντικείμενα στην οθόνη μια συσκευής που φορούν στο κεφάλι. Τα αποτελέσματα από την πενταετή δοκιμή της στο εργαστήριο, στην οποία έχουν συμμετάσχει περισσότεροι από πεντακόσιοι χρήστες (μαθητές, καθηγητές και ειδικοί), είναι πολύ θετικά.

Τα Μαθηματικά πραγματεύεται και η εφαρμογή των Alcaniz, Contero, Perez-Lopez & Ortega (2010) η οποία ονομάζεται Cube (κύβος) και όπως γίνεται εύκολα κατανοητό από το όνομά της, έχει στόχο τη διδασκαλία του κύβου. Το Cube (εικόνα 3) λειτουργεί με έξι δείκτες (markers). Όπως παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα, πατώντας τα κουμπιά 'b', 't', 'g', 'a' και 'i' αντίστοιχα, φωτίζεται η κοντινότερη πλευρά, επισημαίνονται οι ακμές, οι διαγώνιοι, όλες οι πλευρές, το ανάπτυσμα και τέλος εμφανίζεται ένα πλαίσιο επαυξημένων πληροφοριών στον χώρο.



Εικόνα 3. Ο «έξυπνος κύβος» (Alcaniz et al., 2010)

Φυσική

Οι (Ibáñez, Di Serio, Villarán & Kloos 2014) σχεδίασαν μια εφαρμογή ΕΠ με θέμα τον ηλεκτρομαγνητισμό, ένα κεφάλαιο που περιέχει αφηρημένες έννοιες και δυσκολεύει τους μαθητές. Τα υλικά της φαίνονται παρακάτω (εικόνα 4).



Εικόνα 4. Εφαρμογή Φυσικής για τον ηλεκτρομαγνητισμό

Η εφαρμογή τους δοκιμάστηκε σε μαθητές λυκείου, στην Ισπανία, και τα αποτελέσματά από την υλοποίηση της έρευνας συγκρίθηκαν με τη διδασκαλία του ίδιου κεφαλαίου με μια εφαρμογή στο διαδίκτυο χωρίς ΕΠ. Στην έρευνα συμμετείχαν 64 μαθητές από τέσσερα λύκεια της χώρας. Τα στατιστικά αποτελέσματα έδειξαν πως οι μαθητές στην περίπτωση της εφαρμογής Ε.Π. είχαν σε μεγαλύτερο βαθμό θετική στάση απέναντι στην εκπαιδευτική διαδικασία, συμμετείχαν με μεγαλύτερη συγκέντρωση στην εργασία τους, και τελικά απέκτησαν βαθύτερη γνώση για το αντικείμενο μελέτης καθώς μέσα από την αλληλεπίδραση με την εφαρμογή Ε.Π. είχαν την ευκαιρία να σχηματίσουν το κύκλωμα βήμα προς βήμα.

Οι Τσιαβός και Σοφός (2019) σχεδίασαν, ανέπτυξαν και εφάρμοσαν στην Ε΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου, μία πρωτότυπη εκπαιδευτική εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας βασισμένη στο σχολικό βιβλίο της Φυσικής, στην ενότητα «Υλικά Σώματα». Για τη δημιουργία της χρησιμοποίησαν τη μηχανή της Unity και τη βιβλιοθήκη της Vuforia. Επιπλέον, για τον εμπλουτισμό του γνωστικού αντικειμένου ενσωματώθηκαν βίντεο από την ιστοσελίδα της Εκπαιδευτικής Τηλεόρασης και το Youtube και εικόνες από το Google.

Η εφαρμογή Physics Playground (Meyer, 2007) σχεδιάστηκε ώστε να ενισχύσει την απτή αλληλεπίδραση, αφού οι μαθητές χτίζουν και διεξάγουν τα πειράματα φυσικής μέσω της εφαρμογής. Παράλληλα, οι μαθητές είναι σε θέση να περπατούν γύρω από τα αντικείμενα και να βλέπουν τα πειράματα από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Επίσης, έχουν τη δυνατότητα να προσομοιώνουν πειράματα σε πραγματικό χρόνο καθώς η εφαρμογή τους επιτρέπει να μεταβάλλουν εύκολα και γρήγορα τις παραμέτρους του εκάστοτε πειράματος. Σύμφωνα με τους ερευνητές η εφαρμογή μπορεί με τα ίδια θετικά αποτελέσματα να χρησιμοποιηθεί τόσο σε μικρές ηλικίες όσο και στη Τριτοβάθμια Εκπαίδευση.

Γεωγραφία

Οι Φωκίδης και Φωνιαδάκη (2017) ανέπτυξαν ένα σύνολο μικροεφαρμογών για τη Γεωγραφία ΣΤ' τάξης και συγκεκριμένα για τη μελέτη του κεφαλαίου για την Αφρική. Για τη δημιουργία τους χρησιμοποίησαν το εργαλείο Blippar. Στόχος των ερευνητών ήταν να επαυξηθεί το βιβλίο με πολυμεσικά στοιχεία, μέσω των εφαρμογών, στα σχετικά κεφάλαια (εικόνα 5).



Εικόνα 5. Μικροεφαρμογές Γεωγραφίας ΣΤ' τάξης

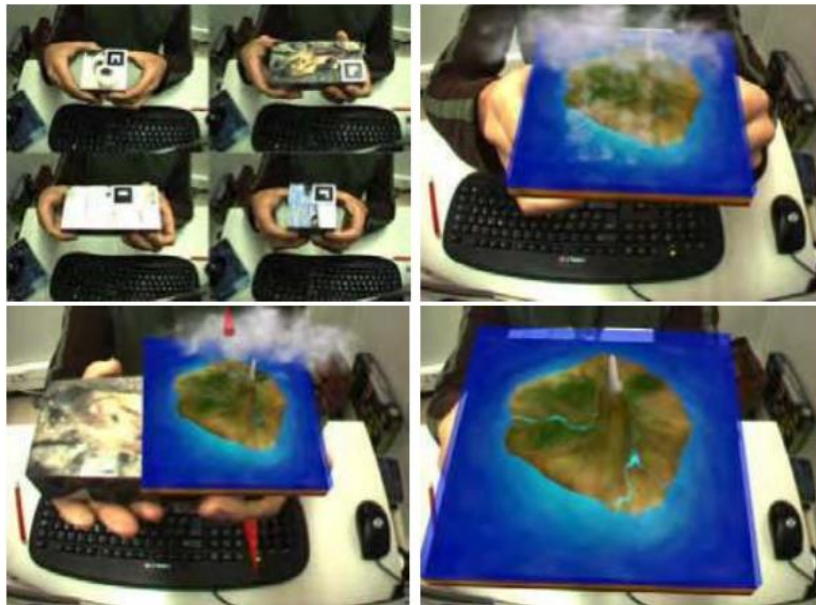
Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

Το ερευνητικό πρόγραμμα με τίτλο «Mad City Mystery» των Squire & Mingfong (2007), απευθύνεται σε παιδιά μέσης εκπαίδευσης. Πρόκειται για ένα παιχνίδι ΕΠ με θέμα το περιβάλλον. Οι χρήστες αναλαμβάνουν έναν από τους τρεις ρόλους (ιατρός, περιβαλλοντικός ειδικός και κυβερνητικός υπάλληλος), καθένας από τους οποίους έχει διαφορετικό σκοπό και πρόσβαση σε διαφορετικές πληροφορίες. Το παιχνίδι χωρικά τοποθετείται στη λίμνη Mendota, του Wisconsin των Η.Π.Α. Σκοπός του προγράμματος ήταν να δώσει την ευκαιρία στους μαθητές να δράσουν σαν επιστήμονες αφού παρατηρήσουν τις αλληλεπιδράσεις στο περιβάλλον τους και να τις συνδέσουν με γεωχημικές διεργασίες. Αυτό απαιτεί τη χρήση επιστημονικών όρων και την κατανόηση σύγχρονων ζητημάτων που αντιμετωπίζει το φυσικό περιβάλλον γύρω τους. Ειδικότερα, το εκπαιδευτικό αυτό παιχνίδι φέρνει τους μαθητές στη θέση να παρατηρούν τα φυσικά φαινόμενα στο περιβάλλον τους, να αναγνωρίζουν και να προβληματίζονται σχετικά με τις επιδράσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και τέλος να κατανοούν το πώς τα χημικά κινούνται μέσω του συστήματος ύδρευσης.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα εφαρμογή περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος ονομάζεται «Οι περιβαλλοντικοί ντέντεκτιβς» (Environmental Detectives). Αυτή η πλατφόρμα αναπτύχθηκε με απώτερο σκοπό τη δημιουργία ενός γενικού λογισμικού ανάπτυξης για τον σχεδιασμό διάφορων σχετικών εφαρμογών από τους Klopfer & Squire (2008). Η μεθοδολογία σχεδιασμού του στηρίζεται στη φιλοσοφία των παιχνιδιών με πολλούς

παίκτης, αξιοποιεί τις δυνατότητες της ΕΠ και ενσωματώνει προσομοιώσεις. Έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί σε κινητές συσκευές, έξυπνα τηλέφωνα και τάμπλετ. Η εφαρμογή, μέσω GPS, αναγνωρίζει τη θέση των χρηστών και τους παρέχει κατάλληλες πληροφορίες για να τους καθοδηγήσει ώστε να προχωρήσει το παιχνίδι.

Οι δημιουργοί του «Έξυπνου Κύβου» (Alcaniz et al., 2010) που προαναφέρθηκε, σχεδίασαν επίσης και τον «Μαγικό Κύβο» (εικόνα 6). Ο Μαγικός Κύβος είναι μια εφαρμογή που αναπαριστά τον κύκλο του νερού με πολύ κατανοητό τρόπο, εμφανίζοντας την κίνηση του νερού από τη θάλασσα στα σύννεφα και πάλι από την αρχή.



Εικόνα 6. Ο «Μαγικός Κύβος» (Alcaniz et al., 2010).

Το θέμα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης πραγματεύεται και η εφαρμογή «Red Wolf Carer», δημιούργημα της Folta (2010). Το Red Wolf Carer σχεδιάστηκε ως ένα σοβαρό εκπαιδευτικό παιχνίδι (SEG) με στοιχεία ΕΠ ώστε να έχει μεγαλύτερη απήχηση στους μαθητές και στόχος του ήταν να τους ευαισθητοποιήσει για το φυσικό περιβάλλον γύρω τους. Αυτός ήταν και ο λόγος που η υλοποίησή του έγινε σε εξωτερικό χώρο. Στη μελέτη, συμμετείχαν 81 μαθητές μέσης εκπαίδευσης, οι οποίοι δήλωσαν ότι η εμπειρία τους από τη συμμετοχή τους στο παιχνίδι τους φάνηκε θετική και απέκτησαν πολλές περιβαλλοντικές γνώσεις. Το παιχνίδι έχει ως θέμα το μυστήριο γύρω από την ξαφνική δηλητηρίαση των κόκκινων λύκων στην ανατολική Βόρεια Καρολίνα. Οι μαθητές καλούνται να βρουν τι συμβαίνει μπαίνοντας στους ρόλους βιολόγων άγριας ζωής, βοτανολόγων ή εντομολόγων.

Ιστορία

Πέρα από τα θετικά μαθήματα στα οποία έχει εφαρμοστεί αρκετά η νέα τεχνολογία, η ΕΠ έχει δοκιμαστεί με επιτυχία και σε θεωρητικά μαθήματα. Η διδασκαλία της ιστορίας τα τελευταία χρόνια έχει αλλάξει, ακολουθώντας νέες διδακτικές μεθόδους που ταιριάζουν στην ψηφιακή εποχή. Έτσι τα μαθήματα ιστορίας πλέον εμπλουτίζονται με παρουσιάσεις, εποπτικό υλικό -ιστορικές ταινίες-, φωτογραφίες-, συνεντεύξεις και

διδακτικές επισκέψεις. Σε αυτές τις πηγές προστίθενται και εφαρμογές ΕΠ που παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα όταν εντάσσονται στη μαθησιακή εμπειρία.

Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα αποτελεί το iTacitus (Intelligent Tourism and Cultural Information through Ubiquitous Services) που δημιουργήθηκε από το “European research project”. Αυτό το πρότζεκτ είχε στόχο τη διερεύνηση τρόπων αξιοποίησης της ΕΠ για τη δημιουργία προγραμμάτων που θα αναδείκνυαν σημαντικούς χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς.

Ένα άλλο αξιολογικό παράδειγμα χρήσης της τεχνολογίας της ΕΠ αποτελεί η εφαρμογή που προέκυψε από τη μελέτη των JiHyе et al. (2021), η οποία είχε στόχο να αναπτύξει εργαλεία ΕΠ που θα κινητοποιούσαν τους μαθητές να ανακαλύψουν την ιστορία μέσα από τα εκθέματα μουσείων πολιτισμού και ιστορίας. Προς επίτευξη του σκοπού τους, σχεδίασαν μια εκπαιδευτική εφαρμογή ΕΠ με υλικό πολιτιστικής κληρονομιάς. Το σχέδιο διδασκαλίας ακολούθησε τη μέθοδο της μεικτής μάθησης και περιλάμβανε πέντε στάδια. Η εφαρμογή αποτελούσε ένα από τα πέντε βήματα που περιλαμβάνονταν στο σχέδιο διδασκαλίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διδασκαλία με εφαρμογές που αξιοποιούν τις δυνατότητες της ΕΠ νοηματοδοτεί τη μαθησιακή διαδικασία και κινητοποιεί τους μαθητές να συμμετάσχουν και να εκτιμήσουν την αξία των πολιτισμικών και ιστορικών εκθεμάτων.

3.8. Αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Ειδική Αγωγή

Μέχρι αυτό το σημείο έχει γίνει εκτενής αναφορά στα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση της ΕΠ στην εκπαίδευση γενικά. Συνοπτικά, επιτυγχάνεται κινητοποίηση, ενεργός συμμετοχή, βελτιωμένη σκέψη, ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων, ενίσχυση της ομαδοσυνεργατικής μάθησης, καλύτερη κατανόηση αφηρημένων εννοιών, βελτίωση οπτικής προσοχής, καλύτερες ψυχοκινητικές δεξιότητες. Ένα ερώτημα που αξίζει να τεθεί είναι τι ισχύει για την ένταξη αυτής της νέας σχετικά τεχνολογίας στον χώρο της Ειδικής Αγωγής. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας τονίζει την αξία της ΕΠ και στα προγράμματα που αφορούν παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Προκρίνεται λοιπόν ως ένα χρήσιμο εκπαιδευτικό και μαθησιακό εργαλείο και για αυτά τα παιδιά.

Βεβαίως, η κατηγοριοποίηση των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες είναι πολύ γενική. Συνεπώς χρειάζεται να γίνεται προσεκτική επιλογή εργαλείων και εφαρμογών από τους εκπαιδευτικούς ώστε αυτά να είναι κατάλληλα για τις ανάγκες κάθε μαθητή ανάλογα με την ηλικιακή, νοητική, σωματική, και ψυχολογική του κατάσταση. Μέσα από την κατάλληλη για την κάθε περίπτωση εφαρμογή οι μαθητές τις ειδικής αγωγής αναπτύσσουν τις γλωσσικές, γνωστικές, κοινωνικές, συναισθηματικές, σωματικές-κινητικές τους δεξιότητες. Σημαντικό στοιχείο κάθε παρέμβασης αποτελεί ο καλός σχεδιασμός των δραστηριοτήτων ώστε οι μαθητές να πειραματίζονται με τις νέες δυνατότητες που προσφέρει η καινούρια τεχνολογία. Έτσι, μπορούν να αποκτήσουν εμπειρίες ζωής, να αντιληφθούν δύσκολες έννοιες και να δημιουργήσουν νέες συνάψεις. Ακόμη, ενισχύεται η αλληλεπίδραση με τους συμμαθητές κι έτσι αυτά τα παιδιά υποστηρίζονται στην εκμάθηση αποδεκτών κοινωνικών συμπεριφορών. Επιπλέον, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι νιώθουν ευχαρίστηση και ικανοποίηση (Prensky, 2007).

Οι Khowaja et al. (2020), σε ένα άρθρο τους εξέτασαν πέντε άρθρα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της ΕΠ στη διδασκαλία μαθητών με Διαταραχή Φάσματος του Αυτισμού (ΔΦΑ). Η έρευνά τους αποτελεί μία συστηματική ανασκόπηση σχετικών

μελετών από το 2005 έως το 2018. Η βασική μεθοδολογία συλλογής δεδομένων στις έρευνες που αναλύθηκαν ήταν η παρατήρηση στην τάξη ή το ελεγχόμενο ερευνητικό περιβάλλον ως περιβάλλον αξιολόγησης. Τα αποτελέσματα των μελετών έδειξαν πως οι μαθητές με ΔΦΑ επωφελήθηκαν από την επαυξημένη πραγματικότητα σε ό,τι αφορά τις μαθησιακές τους δεξιότητες. Βέβαια, οι συγγραφείς αναγνώρισαν τον περιορισμό του μικρού δείγματος στην έρευνα τους και συνέστησαν να διεξαχθούν μεγαλύτερης έκτασης έρευνες.

Πολλές έρευνες πεδίου προκρίνουν τα μαθησιακά και παιδαγωγικά οφέλη της χρήσης της ΕΠ στην εκπαίδευση παιδιών με ειδικές μαθησιακές ανάγκες. Σύμφωνα με τους Cerny et al. (2019) μαθητές με ήπιες έως μέτριες πνευματικές αναπηρίες ανέπτυξαν την κατανόησή τους σε ικανοποιητικό βαθμό, μέσω της κονστρουκτιβιστικής μαθησιακής προσέγγισης. Επίσης, η έρευνα των Chen et al. (2016) έδειξε ότι η ΕΠ δημιουργεί ενδιαφέροντα μαθησιακά περιβάλλοντα στους μαθητές της ειδικής αγωγής και ενισχύει τα κίνητρά τους για μάθηση. Επιπλέον, η μελέτη των Ιωάννου και Κωνσταντίνου (2018), στην οποία συμμετείχαν μαθητές με προβλήματα ακοής, έδειξε πως η ΕΠ είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο υποστήριξης κατά την ανάγνωση και την κατανόηση δύσκολων κειμένων.

4. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

4.1. Ερευνητικά ερωτήματα

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που προηγήθηκε καταδεικνύει την Επαυξημένη Πραγματικότητα ως πολλά υποσχόμενη τεχνολογία στην εκπαίδευση, καθώς συμβάλλει στην αύξηση του ενδιαφέροντος για συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία, την προώθηση της κατανόησης των εννοιών και συνολικά την αποτελεσματικότητά της. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συγκριτική αναθεώρηση προηγούμενων ερευνών για την αξιοποίηση της τεχνολογίας της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία με στόχο να εξαχθούν συμπεράσματα που θα αφορούν μεγαλύτερο δείγμα ερευνών. Τα ερευνητικά ερωτήματα που θέτονται στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης είναι τα ακόλουθα:

1. Σε ποιους τομείς μαθημάτων εφαρμόζεται η Επαυξημένη Πραγματικότητα;
2. Ποια είναι τα οφέλη της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση;
3. Ποιοι είναι οι περιορισμοί της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση;
4. Ποιες είναι η μέθοδοι αξιολόγησης των εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση;
5. Συμπεριλαμβάνονται ευφυείς τεχνικές/τεχνικές προσαρμοστικότητας στα προγράμματα Επαυξημένης Πραγματικότητας που εφαρμόζονται στην εκπαίδευση;

4.2. Μεθοδολογία έρευνας

Ο σκοπός μιας συγκριτικής μελέτης, όπως επιχειρείται στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι να συνοψίσει τη γνώση που έχει προκύψει από τις προϋπάρχουσες έρευνες πάνω σε ένα θέμα. Μετά από σχετική μελέτη, επιλέχθηκε η κατευθυντήρια γραμμή της Kitchenham (2004) ως προτιμότερη. Επιπρόσθετα, αξίζει να

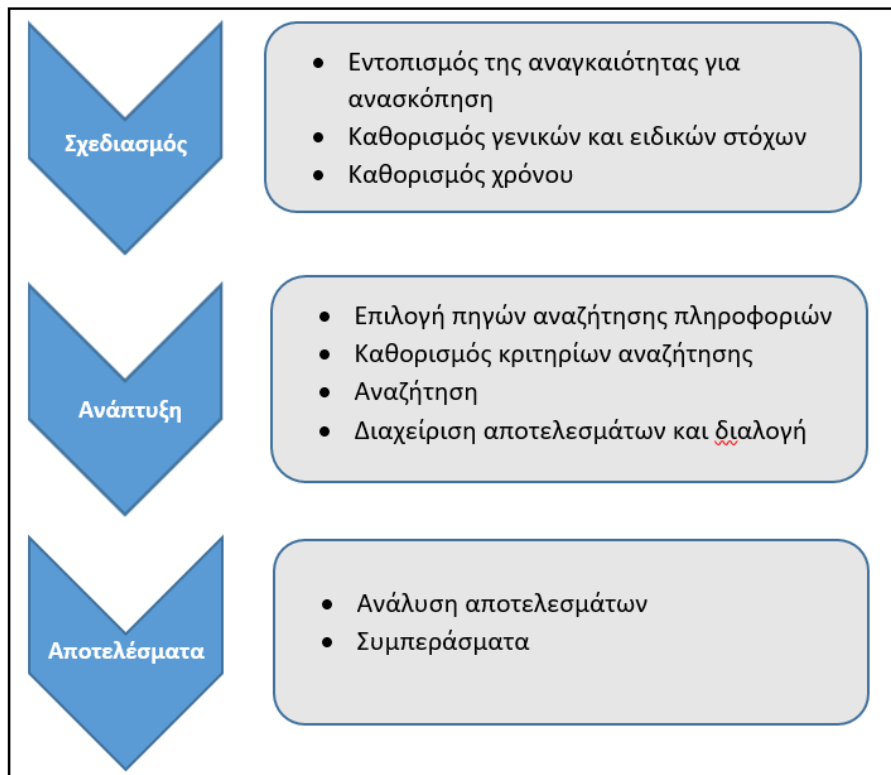
αναφερθεί ότι καθότι αυτή η κατευθυντήρια γραμμή αφορά κυρίως τον τομέα της υγείας, έγιναν οι απαραίτητες προσαρμογές ώστε να αξιοποιηθεί κατάλληλα στο πλαίσιο μιας μελέτης με θέμα την εκπαίδευση.

Σύμφωνα με αυτήν, μια συγκριτική βιβλιογραφική ανασκόπηση περιλαμβάνει τρεις φάσεις: τον σχεδιασμό της ανασκόπησης, τη διεξαγωγή της ανασκόπησης και την αξιολόγηση της ανασκόπησης.

Αναλυτικά, στην πρώτη φάση, ανήκει ο σχεδιασμός της αναθεώρησης. Σε αυτό το στάδιο δημιουργείται ένα πρωτόκολλο με στόχο να χρησιμεύσει ως οδηγός. Συγκεκριμένα, ορίζονται οι στόχοι, η μέθοδος και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα της συστηματικής ανασκόπησης. Η ύπαρξη και σαφής διατύπωση του πρωτοκόλλου προσφέρει διαφάνεια στη μεθοδολογία καθώς ορίζει τις λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιούνται για την αναζήτηση, τα κριτήρια για την επιλογή ή απόρριψη των επιστημονικών άρθρων που θα αποτελέσουν το δείγμα και τα προς ανάλυση δεδομένα.

Ακολουθεί η δεύτερη φάση, στην οποία περιλαμβάνεται η διεξαγωγή της αναθεώρησης. Εφόσον έχει οριστεί το πρωτόκολλο, αρχίζει η αναζήτηση των σχετικών ερευνών και η αξιολόγηση της συνάφειάς τους με τα ερευνητικά ερωτήματα. Η εφαρμογή των κριτηρίων επιλογής βοηθά ώστε τα αποτελέσματα να είναι πιο εστιασμένα. Στη συνέχεια, μελετώνται οι έρευνες που επιλέχθηκαν και συλλέγονται οι απαραίτητες πληροφορίες ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα.

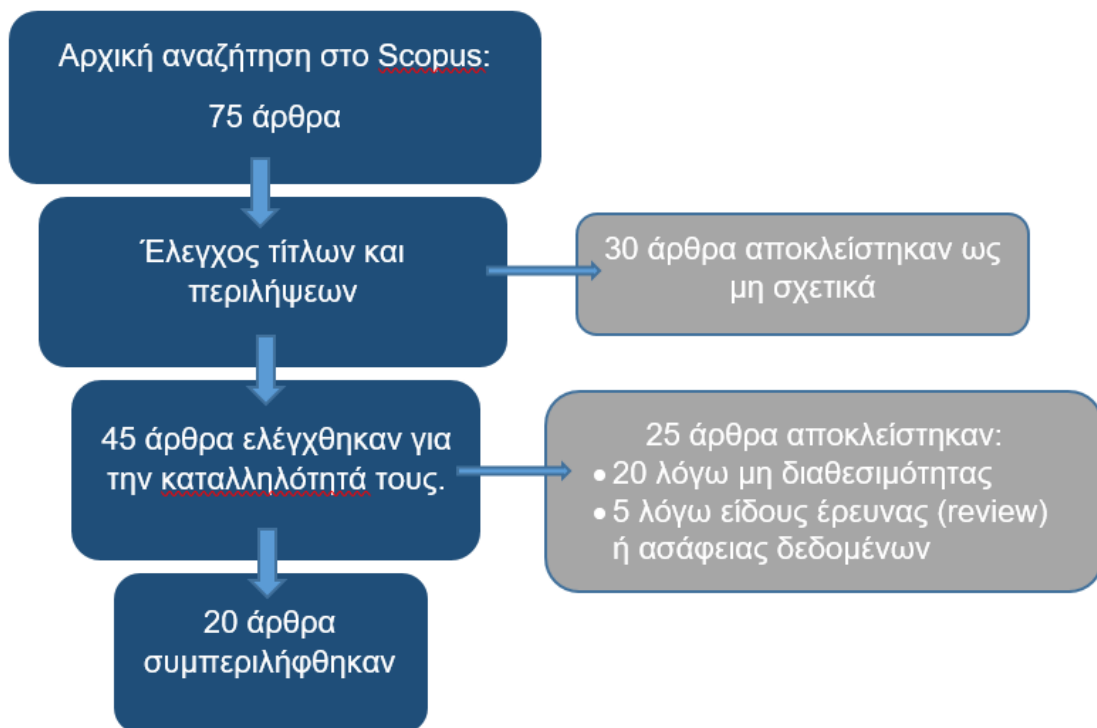
Η τρίτη φάση αποτελεί την παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Σε αυτήν, ανακοινώνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της ανασκόπησης και ακολουθούν οι σχετικοί πίνακες για οπτική απεικόνιση των αποτελεσμάτων. Το ακόλουθο διάγραμμα (εικόνα 7) απεικονίζει με σαφήνεια τις τρεις φάσεις που ακολουθήθηκαν.



Εικόνα 7. Φάσεις συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για την αναζήτηση σχετικής βιβλιογραφίας είναι το Scopus και τα δεδομένα περιορίστηκαν σε άρθρα με χρονολογία έκδοσης μέσα στην τελευταία δεκαετία, από το 2012 έως το 2021. Άλλα φίλτρα που επιλέχθηκαν ήταν: η γλώσσα «Αγγλικά», το είδος αρχείου «Άρθρο» και η πηγή «Επιστημονικό περιοδικό». Οι λέξεις κλειδιά που αποτέλεσαν τους όρους αναζήτησης ήταν οι εξής: «Επαυξημένη Πραγματικότητα», «Εκπαίδευση», «Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση», «Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση». Επίσης, αποκλείστηκε η ιατρική ως γνωστικό αντικείμενο καθότι παρουσίαζε πληθώρα άρθρων που δεν εξυπηρετούσαν τους σκοπούς της παρούσας έρευνας, η οποία στόχο έχει να ρίξει φως κυρίως στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Η αρχική αναζήτηση απέφερε 75 επιστημονικά άρθρα, εκ των οποίων απορρίφθηκαν τα 30 ως μη σχετικά. Άλλα 25 εξαιρέθηκαν καθότι δεν υπήρχε πρόσβαση στο πλήρες κείμενο με τα στοιχεία του Πανεπιστημίου. Παράλληλα, εξ αρχής είχε τεθεί περιορισμός σε μεταπτυχιακές και διδακτορικές διατριβές καθώς και σε άρθρα συνεδρίων. Συνολικά, 20 άρθρα διατηρήθηκαν βάσει των κριτηρίων που είχαμε θέσει και αξιοποιήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων. Στο ακόλουθο διάγραμμα ροής (εικόνα 8) αποτυπώνεται η διαδικασία επιλογής των άρθρων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση.



Εικόνα 8. Διάγραμμα ροής ελέγχου επιστημονικών άρθρων

Σκοπός της συστηματικής ανασκόπησης είναι η συλλογή –με προκαθορισμένα κριτήρια εισαγωγής και αποκλεισμού- και σύνθεση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας για την εξαγωγή συμπερασμάτων που να απαντούν στα ερευνητικά ερωτήματα. Τα άρθρα που προκύπτουν από την αναζήτηση ελέγχονται ως προς την εγκυρότητα τους και τη συμβατότητά τους με τα κριτήρια του ερευνητή ώστε αναλόγως να επιλεγούν προς ανάλυση ή να απορριφθούν. Όλα τα άρθρα που επελέγησαν μελετήθηκαν διεξοδικά και αναλύθηκαν ως προς τα ερευνητικά ερωτήματα. Συγκεκριμένα, από κάθε ερευνητικό ερώτημα προέκυψαν οι κατάλληλες κατηγορίες στοιχείων προς ανάλυση που

συνέβαλαν και στην κατηγοριοποίηση των μελετών ως προς τις διαφορές τους ή τις ομοιότητες που παρουσίαζαν τα δεδομένα τους. (Bacca *et al.*, 2014). Τα κριτήρια αξιολόγησης που τέθηκαν στην συγκεκριμένη έρευνα προκειμένου να απαντώνται τα ερευνητικά ερωτήματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Κριτήρια Αξιολόγησης

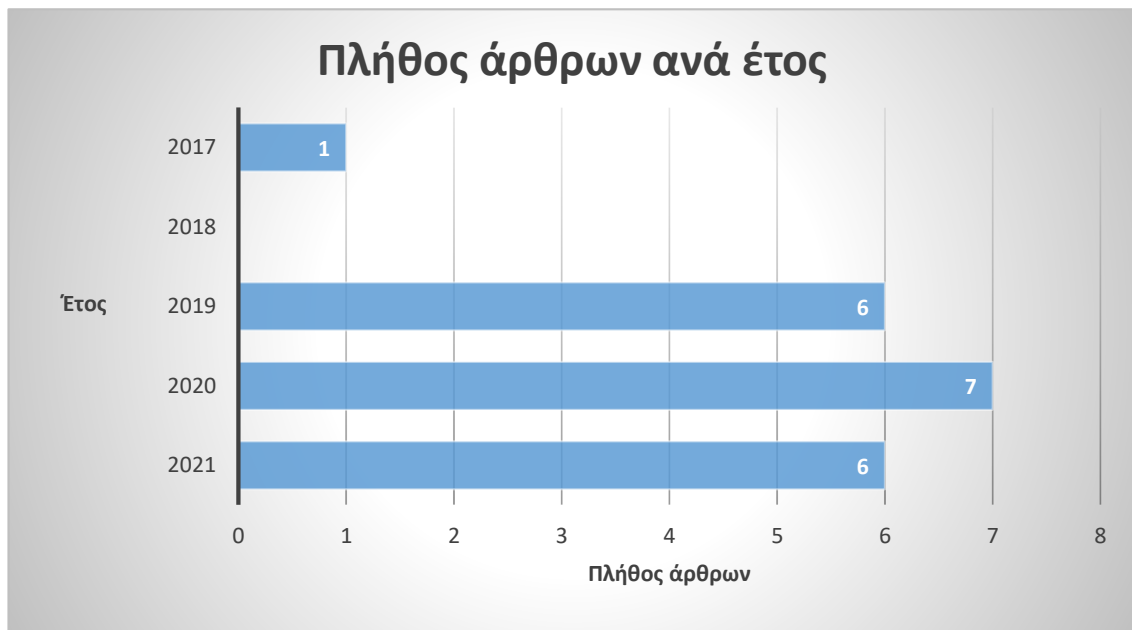
Ερευνητικό Ερώτημα	Κριτήρια Αξιολόγησης
1. Σε ποιους τομείς μαθημάτων εφαρμόζεται κυρίως η ΕΠ;	Γνωστικό αντικείμενο
2. Ποια είναι τα οφέλη της ΕΠ στην εκπαίδευση;	Οφέλη Ε.Π.
3. Ποιοι είναι οι περιορισμοί της ΕΠ στην εκπαίδευση;	Περιορισμοί Ε.Π.
4. Συμπεριλαμβάνονται ευφυείς τεχνικές/τεχνικές προσαρμοστικότητας στα προγράμματα ΕΠ που εφαρμόζονται στην εκπαίδευση;	Εργαλείο Μάθησης Είδος Ε.Π. Λογισμικό Τύπος προσαρμοστικότητας

Τα 20 άρθρα που επιλέχθηκαν ως βάση δεδομένων μελετήθηκαν ενδελεχώς με στόχο να οριστούν τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης αυτής σχετικά με την ΕΠ στην εκπαίδευση. Ως πρώτο ερευνητικό ερώτημα τέθηκε ο προσανατολισμός των εφαρμογών της ΕΠ ως προς τα γνωστικά αντικείμενα. Ως δεύτερο ερευνητικό ερώτημα ορίστηκαν τα οφέλη από την εφαρμογή της ΕΠ στην διδακτική διαδικασία. Το ερώτημα αυτό περικλείει τα οφέλη που αποκόμισαν οι μαθητές και το πόσο ενισχύθηκε η διδακτική διαδικασία. Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα αφορούσε στους περιορισμούς που παρουσιάζει η εφαρμογή προγραμμάτων ΕΠ στο σχολείο. Τέλος, με το τέταρτο ερώτημα επιχειρήθηκε να διαγνωσθεί το αν και σε ποιο βαθμό τα προγράμματα ΕΠ που έχουν τεθεί σε εφαρμογή περιλάμβαναν ευφυείς τεχνικές/τεχνικές προσαρμοστικότητας.

Τα άρθρα κατηγοριοποιήθηκαν, για την ευκολότερη εξαγωγή των δεδομένων, σε κατηγορίες βάσει της χρονολογίας δημοσίευσής τους, της χώρας, του γνωστικού αντικείμενου και του εκπαιδευτικού επιπέδου. Το εύρος χρονολογιών δημοσίευσης φιλτραρίστηκε στο στάδιο της αναζήτησης στην τελευταία δεκαετία (2012-2021). Το εκπαιδευτικό επίπεδο περιλάμβανε 3 υποκατηγορίες. Μαθητές προσχολικής, πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Τα άρθρα που διατηρήθηκαν τελικά, προκειμένου να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα για την Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαίδευση, έχουν εύρος χρονολογιών από το 2017 έως το 2021. Συγκεκριμένα, το πλήθος των άρθρων παρουσιάζει την εξής κατανομή: ένα άρθρο με χρονολογία δημοσίευσης το 2017, κανένα το 2018, έξι το 2019, επτά το 2020 και έξι το 2021. Οι εφαρμογές της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση εγείρουν το ενδιαφέρον των ερευνητών και φαίνεται πως είναι μια τεχνολογία που θα αναπτύσσεται ολοένα και γρηγορότερα τα επόμενα χρόνια. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι σε πολλές χώρες δίδονται χρηματοδοτήσεις για έρευνες σχετικά με την Ε.Π. στην εκπαίδευση. Από τις 20 μελέτες, οι 13 ήταν χρηματοδοτούμενες. Στο ακόλουθο διάγραμμα (σχήμα 1) αποτυπώνεται το πλήθος των δημοσιεύσεων σχετικά με την Επαυξημένη Πραγματικότητα ανά έτος. Γίνεται εύκολα

αντιληπτό πως το ενδιαφέρον των ερευνητών για τη συγκεκριμένη τεχνολογία παραμένει σε υψηλά επίπεδα και βαίνει αυξανόμενο αν υπολογίσει κανείς ότι η μελέτη αυτή γράφεται εν μέσω 2021.



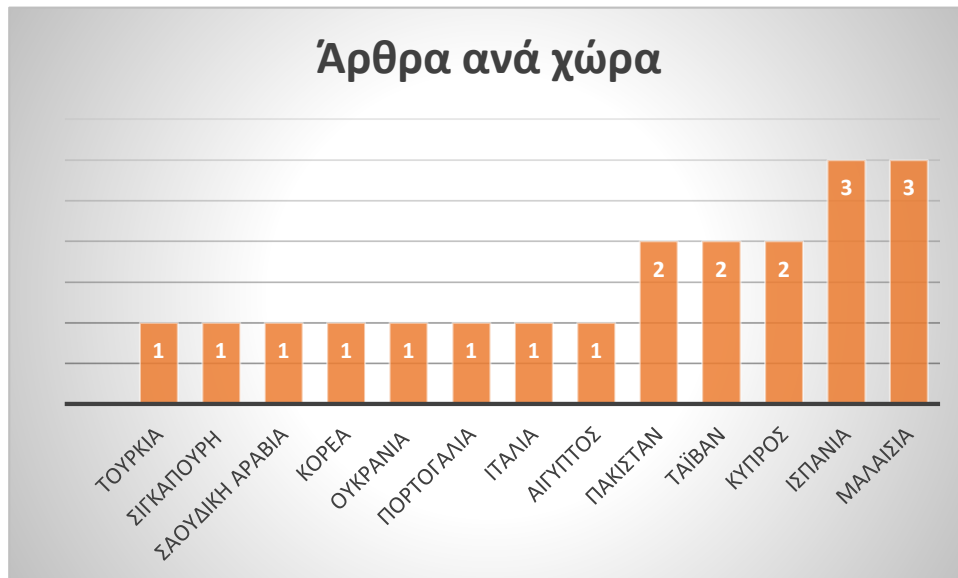
Σχήμα 1: Πλήθος δημοσιεύσεων ανά έτος

Μελετώντας την προέλευση των άρθρων που συλλέχθηκαν, τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι τα εξής: Από τα 20 άρθρα, 11 προέρχονται από την Ασία, 8 από την Ευρώπη, και μόλις 1 από την Αφρική. Αυτή η εικόνα είναι ενδεικτική της τεχνολογικής ανάπτυξης που παρατηρείται στις αναπτυσσόμενες Ασιατικές χώρες. Τα δεδομένα περί της γεωγραφικής προέλευσης των άρθρων απεικονίζονται στο ακόλουθο σχήμα (σχήμα 2).



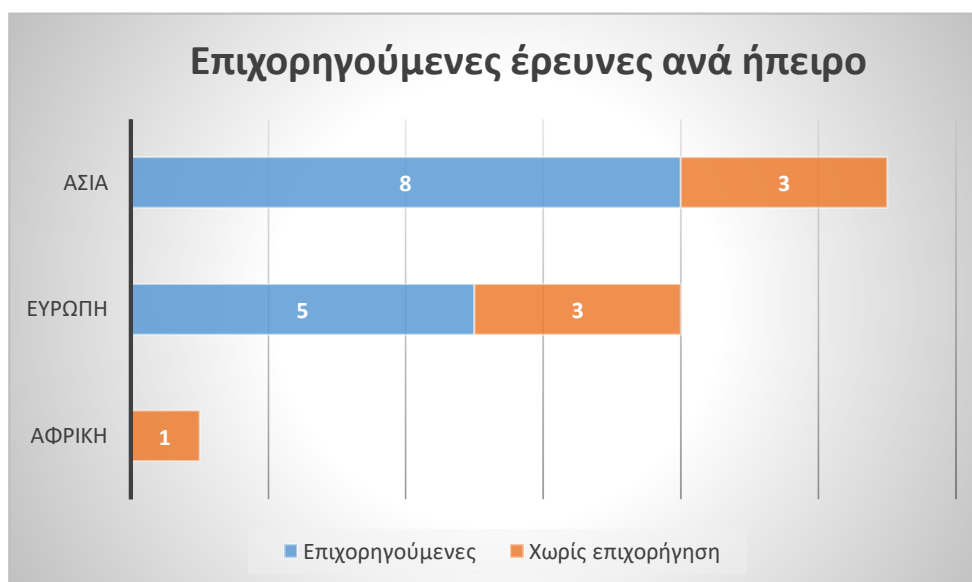
Σχήμα 2: Πλήθος μελετών που δημοσιεύθηκαν ανά ήπειρο

Πιο συγκεκριμένα, σε επίπεδο χωρών η προέλευση των άρθρων που αποτελούν το δείγμα της έρευνας κατανέμεται ως εξής: τρία από την Μαλαισία, τρία από την Ισπανία, δύο από το Πακιστάν, δύο από την Ταϊβάν, δύο από την Κύπρο και από ένα άρθρο συνεισφέρουν όλες οι υπόλοιπες χώρες, Μεξικό-Κολομβία, Τουρκία, Σιγκαπούρη, Σαουδική Αραβία, Κορέα, Ουκρανία, Πορτογαλία, Ιταλία και Αίγυπτος. Στο ακόλουθο γράφημα (σχήμα 3), αποτυπώνεται ξεκάθαρα η εικόνα που περιγράφηκε παραπάνω όσον αφορά την προέλευση των άρθρων.

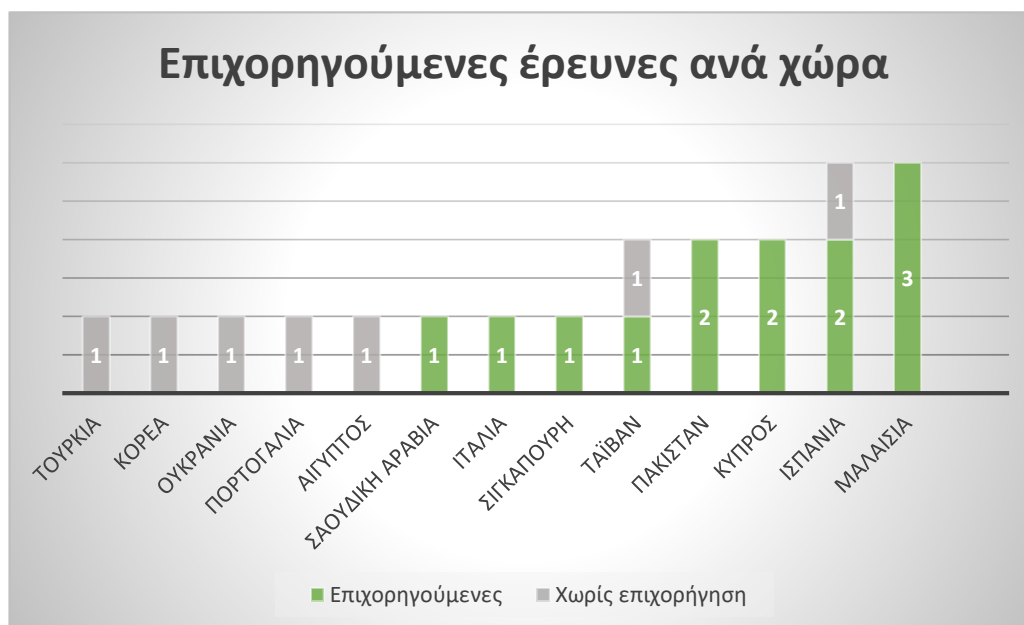


Σχήμα 3: Πλήθος μελετών που δημοσιεύθηκαν ανά χώρα

Όσον αφορά στις χρηματοδοτούμενες έρευνες, από το δείγμα άρθρων που περιλαμβάνει η παρούσα μελέτη, χρηματοδότηση έλαβαν οι 13 από τις 20. Αυτό το γεγονός δικαιολογείται από το έντονο ενδιαφέρον που υπάρχει για τη νέα και πολλά υποσχόμενη τεχνολογία της ΕΠ. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά οι 13 χρηματοδοτούμενες έρευνες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία και ακολουθούν δύο γραφήματα που παρουσιάζουν τα αποτελέσματα (σχήματα 4 και 5).



Σχήμα 4: Πλήθος χορηγούμενων ερευνών ανά ήπειρο



Σχήμα 5: Πλήθος χορηγούμενων ερευνών ανά χώρα

Όσον αφορά στις ασιατικές έρευνες, χρηματοδοτήθηκαν οι 8 από τις 11 έρευνες. Η έρευνα των Muhammad et al., (2021), στο Πακιστάν, χρηματοδοτήθηκε από το ERCIM ‘Alain Benoussan’ Fellowship Programme και το Basic Science Research Program μέσω του National Research Foundation of Korea (NRF) που υποστηρίζεται από το Υπουργείο Παιδείας της Κορέας. Η δεύτερη έρευνα που διεξήχθη στο Πακιστάν χρηματοδοτήθηκε εν μέρει από το NSFC, το CAS και το Βασικό Ερευνητικό Πρόγραμμα Shenzhen. Η έρευνα των Nordin et al. (2020), είχε τη στήριξη του Υπουργείου Ανώτατης Εκπαίδευσης της Μαλαισίας και του Πανεπιστημίου Kebangsaan της Μαλαισίας. Η έρευνα των A/L Eh Phon et al. (2019), στη Μαλαισία, δέχθηκε επιδότηση από το Πανεπιστήμιο Pahang της Μαλαισίας και το Πανεπιστήμιο Tun Hussein Onn. Η έρευνα των Alhumaidan et al. (2017) χρηματοδοτήθηκε από το Πανεπιστήμιο της Πριγκίπισσας Nourah Bint Abdulrahman και το Γραφείο Πολιτισμού της Σαουδικής Αραβίας στο Λονδίνο. Οι Lin et al. (2021), δέχθηκαν υποστήριξη από το Υπουργείο Επιστημών και Τεχνολογίας της Δημοκρατίας της Κίνας. Η έρευνα της Wen (2020) στη Σιγκαπούρη χρηματοδοτήθηκε από το Εθνικό Ινστιτούτο Εκπαίδευσης, του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου του Nanyang, της Σιγκαπούρης. Τέλος, οι Zulkifli et al. (2021) δέχθηκαν χρηματοδότηση από το Πανεπιστήμιο της Ουτάρα, στη Μαλαισία.

Όσον αφορά στις ευρωπαϊκές έρευνες χρηματοδοτήθηκαν οι 5 από τις 8. Αναλυτικά, στην Ισπανία, η μεν έρευνα των Flores-Bascuñana et al. (2019), δέχθηκε χρηματοδότηση από το Conselleria d’Innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital de la Generalitat Valenciana. Η δε έρευνα των López-García et al. (2019) έλαβε χρηματοδότηση από το Υπουργείο Επιστημών, Καινοτομίας και Πανεπιστημίων της Ισπανίας (Spanish Ministry for Science, Innovation and Universities), το Γραφείο για τα Πανεπιστήμια, την Έρευνα, την Ανάπτυξη και την Καινοτομία (Secretary of State for Universities, Research, Development and Innovation), το Υπουργείο Οικονομικών, Βιομηχανίας και Ανταγωνιστικότητας και Ευρωπαϊκών Κοινωνικών Χρηματοδοτήσεων (Spanish Ministry for Economy, Industry and Competitiveness and European Social Fund), το Ίδρυμα “Seneca Foundation” και τέλος, το Περιφερειακό Γραφείο για τις Επιστήμες και την Τεχνολογία (Regional Agency for Science and Technology). Οι

Rossano et al. (2020), έλαβαν μερική υποστήριξη για την έρευνα που διεξήγαγαν στην Ιταλία από την Περιφέρεια της Απουλίας. Στην Κύπρο, οι Stylianidou et al. (2020), δέχθηκαν επιχορήγηση από την Ε.Ε., μέσω του προγράμματος Erasmus+ Key Action 2 [The Living Book Augmenting Reading For Life], ενώ οι Demitriadou et al. (2019) είχαν λάβει χρηματοδότηση από το πρόγραμμα Ερευνών και Καινοτομίας της Ε.Ε. Horizon 2020 (European Union's Horizon 2020 research and innovation programme) σε συνεργασία με την Κυπριακή Δημοκρατία.

4.3. Ανάλυση εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας

Αναλύοντας τις έρευνες που επιλέχθηκαν για τη διεξαγωγή της παρούσας συγκριτικής συστηματικής ανασκόπησης βιβλιογραφίας, σε αρχικό στάδιο καταγράφηκαν τα στοιχεία που αφορούν στο δείγμα της κάθε έρευνας.

Στην έρευνα των Baran et al. (2019), το δείγμα αποτελούνταν από δύο ομάδες των 15 μαθητών η κάθε μία, σύνολο 30 μαθητές της πέμπτης τάξης ενός σχολείου στην Τουρκία, με σύσταση αποτελούμενη από 20 αγόρια και 10 κορίτσια. Σκοπός της μελέτης ήταν να ερευνηθεί η διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων μέσω εφαρμογών ΕΠ. Η διαφορά των δύο ομάδων έγκειτο στο γεγονός ότι στη μεν πρώτη οι μαθητές λειτουργούσαν ως μονάδες με ένα τάμπλετ ο καθένας, ενώ η δεύτερη ομάδα λειτουργούσε ομαδοσυνεργατικά, με ένα τάμπλετ ανά ομάδα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές που εργάστηκαν ατομικά είχαν σημαντικά υψηλότερη επίδοση από τους μαθητές που εργάστηκαν σε ομάδες.

Το άρθρο των Muhammad et al., (2021), περιγράφει την έρευνα τους σε σχολείο του Πακιστάν, όπου συμμετείχαν 3 ομάδες μαθητών με 50 συμμετέχοντες η κάθε μία, δηλαδή στο σύνολο 150 μαθητές, με μέσο όρο ηλικίας τα 7 έτη. Από αυτούς τα 91 ήταν αγόρια και τα 59 κορίτσια. Στόχος των ερευνητών ήταν να δημιουργήσουν εκπαιδευτικό υλικό ΕΠ για διάφορα μαθήματα και να μετρήσουν τις διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων, εκ των οποίων η πρώτη διδάχθηκε με το καινοτόμο υλικό ΕΠ, η δεύτερη με βίντεο και παρουσιάσεις και η τρίτη ομάδα με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας με τη χρήση βιβλίων. Το κίνητρο και οι επιδόσεις των μαθητών που διδάχθηκαν με την ΕΠ ήταν φανερά αυξημένα.

Στη Μαλαισία, οι ερευνήτριες Nordin et al. (2020), ασχολήθηκαν με την αξιοποίηση της ΕΠ στη Ρομποτική και θέλησαν να μελετήσουν κατά πόσο η ΕΠ με τη μορφή ενός τρισδιάστατου εικονικού χάρακα θα βοηθούσε τους μαθητές να υπολογίσουν την απόσταση μεταξύ δύο ρομπότ και να επιλέξουν την κατάλληλη διαδρομή ώστε να νικήσουν στο παιχνίδι “Long Pole”. Η εφαρμογή που ανέπτυξαν στο πλαίσιο της έρευνας ονομάστηκε ARLongPole και συμμετείχαν σε αυτήν 4 μαθητές ηλικίας 13-15 ετών και 7 φοιτητές 19-22 ετών. Η εφαρμογή κινητοποίησε τους μαθητές να συμμετάσχουν στο μάθημα και αύξησε το ενδιαφέρον τους.

Η έρευνα των Stylianidou et al. (2020) στην Κύπρο μελέτησε 24 μαθητές, εκ των οποίων 13 αγόρια και 11 κορίτσια, ηλικίας 7-8 ετών. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε 4 ομάδες των 6 μαθητών, με ένα τάμπλετ για κάθε ομάδα. Στα γνωστικά αντικείμενα περιλαμβάνονταν τα Μαθηματικά, η Ελληνική γλώσσα και οι Τέχνες. Οι ερευνητές σε αυτή τη μελέτη πεδίου θέλησαν να εισάγουν το θέμα της χρήσης της ΕΠ στο σχολείο και να αναδείξουν θετικές πτυχές της. Στο πλαίσιο της έρευνας, δημιούργησαν ένα σοβαρό εκπαιδευτικό παιχνίδι “Serious ARG enhanced game” που περιλάμβανε εφαρμογές ΕΠ, με την ονομασία “Helping Nemo”. Οι μαθητές με στόχο να βοηθήσουν τον ήρωα του

παιχνιδιού, καλούνταν να φέρουν σε πέρας διάφορα κουίζ, κι έτσι έμαθαν παίζοντας. Διασκέδασαν και συμμετείχαν με πολλή προσοχή.

Οι JiHye et al. (2021), στη Σεούλ της Νότιας Κορέας, στο πείραμά τους ασχολήθηκαν με το αντικείμενο της Μουσειακής Εκπαίδευσης με τη χρήση υλικού ΕΠ. Από τους 15 συμμετέχοντες μαθητές, 7-12 ετών, οι 9 ήταν αγόρια και οι 6 κορίτσια. Οι ερευνητές ανέπτυξαν την εφαρμογή ΕΠ “Mireuksa Temple AR”, η οποία παρουσιάζει και στοιχεία προσαρμοστικότητας, καθώς δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα να επιλέξει εκείνος τον τρόπο παρουσίασης των πληροφοριών από τρεις επιλογές, με κείμενο, με αφήγηση ή με βίντεο. Στο πλαίσιο της έρευνας οι μαθητές καλούνταν να συναρμολογήσουν ένα μοντέλο του ναού αυτού, στη συνέχεια να διαβάσουν, να ακούσουν ή να παρακολουθήσουν βίντεο με πληροφορίες για αυτόν και να παίξουν σχετικά κουίζ. Η εφαρμογή ΕΠ κινητοποίησε τους μαθητές οι οποίοι συμμετείχαν με αυξημένο ενδιαφέρον στη μαθησιακή διαδικασία.

Στην έρευνα των López-García et al. (2019), συμμετείχαν 106 μαθητές έκτης τάξης, από 6 σχολεία της νοτιοανατολικής Ισπανίας. Από αυτούς, 58 ήταν αγόρια και 48 κορίτσια. Η εφαρμογή που δημιούργησαν οι ερευνητές περιλάμβανε 5 γνωστικά αντικείμενα: Ισπανική Γλώσσα και Λογοτεχνία, Ξένη Γλώσσα, Κοινωνικές Επιστήμες, Φυσικές Επιστήμες και Μαθηματικά. Στόχος της έρευνας ήταν να αξιολογήσει τη συνεισφορά της ΕΠ στη βελτίωση της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας. Η ερευνητική υπόθεση επαληθεύτηκε. Κίνητρο και ενθουσιασμός ήταν τα σημαντικότερα θετικά αποτελέσματα.

Οι Flores-Bascuñana et al. (2019), μελέτησαν 30 μαθητές της έκτης τάξης (11-12 ετών), χωρισμένους σε δύο ισάριθμες ομάδες. Το γνωστικό αντικείμενο που μελέτησαν οι Ισπανοί ερευνητές σε αυτή την περίπτωση ήταν η Γεωμετρία και ειδικότερα η τρισδιάστατη απεικόνιση των γεωμετρικών στερεών μέσω διδακτικού υλικού με ενσωματωμένες εφαρμογές ΕΠ. Τα αποτελέσματα αξιολογήθηκαν σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου που διδάχθηκε με παραδοσιακά μέσα.

Στα γεωμετρικά στερεά εστιάζει και η έρευνα των Demitriadou et al. (2019), που για την επίτευξη των στόχων της μελέτησε 30 μαθητές δημοτικού, ηλικίας 9-11 ετών, με ίση κατανομή αγοριών-κοριτσιών. Ο χωρισμός τους σε τρεις ομάδες, εξυπηρέτησε τον σκοπό της έρευνας που ήταν να συγκριθούν τα αποτελέσματα διδασκαλίας με τη χρήση παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας, με τη χρήση εικονικής πραγματικότητας και τέλος με τη χρήση ΕΠ. Το σχέδιο μαθήματος περιλάμβανε τρεις δραστηριότητες: Κατηγοριοποίηση των σχημάτων σε στερεά σώματα και γεωμετρικά σχήματα, Αναγνώριση των στερεών σωμάτων και αναγνώριση των στερεών που εμφανίζονται σε ένα τυπικό αστικό περιβάλλον. Από τα ευρήματα ξεχωρίζουν η ενισχυμένη αλληλεπίδραση, το ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα και η αποτελεσματική κατανόηση των μαθηματικών εννοιών.

Άλλη μια έρευνα που ασχολείται με το θέμα της Γεωμετρίας είναι η έρευνα που διεξήγαγαν οι Rossano et al. (2020), σε 96 μαθητές, με αναλογία αγοριών-κοριτσιών 51:45, της τρίτης τάξης ενός δημοτικού σχολείου στην Ιταλία. Στο πλαίσιο της έρευνας δημιούργησαν την εφαρμογή Geo+, που αξιοποιεί τις δυνατότητες της ΕΠ για τη διδασκαλία των στερεών σωμάτων στους μαθητές δημοτικού. Για τη δημιουργία αυτής της εφαρμογής και με στόχο τη βελτίωση της ποιότητάς της ακολουθήθηκε μια ανθρωποκεντρική σχεδιαστική μέθοδος και έγιναν πολλές έρευνες διαμορφωτικής αξιολόγησης. Η εφαρμογή φάνηκε να είναι εύχρηστη, συνέβαλε στην ενίσχυση της κατανόησης και της συμμετοχής και οι μαθητές δήλωσαν ευχαριστημένοι.

Η Γεωμετρία είναι το γνωστικό αντικείμενο στο οποίο εστιάζει και η έρευνα πεδίου του Yousef (2021), στην Αίγυπτο, σε μαθητές της πρώτης τάξης του δημοτικού. Το δείγμα του αποτέλεσαν 62 μαθητές, χωρισμένοι σε δύο ομάδες, την πειραματική και την ομάδα ελέγχου. Η αναλογία αγοριών-κοριτσιών στις δύο ομάδες ήταν 16:15 και 14:17 αντίστοιχα. Σκοπός της έρευνας ήταν να αξιολογήσει τις επιδόσεις και τη δημιουργική σκέψη των μαθητών με τη χρήση τεχνικών ΕΠ καθώς και τις στρατηγικές που μπορούν να αυξήσουν το κίνητρο και την προσήλωση των μαθητών.

Οι del Cerro Velázquez & Morales Méndez (2021), επιχείρησαν να μελετήσουν τις μαθηματικές εξισώσεις και την ανάπτυξη της χωρικής νοημοσύνης μέσω της χρήσης μιας εφαρμογής ΕΠ, του Geogebra AR, σε μαθητές λυκείου στην Ισπανία. Το δείγμα αποτελείτο από 48 μαθητές, της αντίστοιχης πρώτης τάξης του λυκείου για τα ελληνικά δεδομένα. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις της πειραματικής ομάδας έναντι της ομάδας ελέγχου όσον αφορά τις μαθηματικές εξισώσεις καθώς επίσης και τις χωρικές δεξιότητες.

Η έρευνα των A/L Eh Phon et al. (2019), στη Μαλαισία, μελέτησε επίσης τις χωρικές ικανότητες και την ικανότητα χωρικής απεικόνισης αλλά σε μαθητές δημοτικού. Η πειραματική διαδικασία διεξήχθη σε 34 μαθητές, της πέμπτης τάξης ενός σχολείου της ανατολικής Μαλαισίας, που επιλέχθηκαν καθώς μόλις είχαν αρχίσει να διδάσκονται αστρονομία, αντικείμενο που απαιτεί υψηλό βαθμό χωρικής απεικόνισης. Για τη διεξαγωγή της έρευνας δημιουργήθηκε και χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο “Magic Book Learning System” που βασίστηκε στο πρόγραμμα σπουδών της πέμπτης τάξης για την αστρονομία. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν τεράστια διαφορά μεταξύ των pre- και post-test, γεγονός που ερμηνεύεται ως θετική επίδραση της διδασκαλίας με εφαρμογές ΕΠ στην ικανότητα χωρικής απεικόνισης των συμμετεχόντων.

Το άρθρο των Vakaliuk et al. (2020), περιγράφει τις δυνατότητες που προσφέρουν διάφορα λογισμικά ΕΠ στη διδασκαλία των μαθηματικών σε μαθητές Λυκείου. Από τη σύγκριση των λογισμικών κατέληξαν στο ROAR AR ως το πιο εύχρηστο.

Οι Lin et al. (2021), μελέτησαν τη χρήση προγραμμάτων ΕΠ για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης σε 96 μαθητές με θετικά αποτελέσματα στην συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία, την επίλυση προβλήματος, την κατανόηση και τον σχεδιασμό εφαρμογών.

Στο άρθρο των Baptista et al. (2020), γίνεται μια προσπάθεια διερεύνησης της χρήσης της ΕΠ στο γνωστικό αντικείμενο της γλωσσολογίας. Ειδικότερα, οι ερευνητές μελέτησαν πώς μπορεί η εφαρμογή των δυνατοτήτων της ΕΠ να βοηθήσει τους μαθητές δημοτικού στην Πορτογαλία να κατανοήσουν καλύτερα τις οικογένειες λέξεων, τα αντώνυμα, και τα συνώνυμα.

Η μελέτη της Wen (2020), αφορά κι αυτή στη διδασκαλία της Γλώσσας, της Κινεζικής αυτή τη φορά, μέσα από τη διδασκαλία με τη χρήση ενός παιχνιδιού ΕΠ που αναγνωρίζει Κινεζικούς χαρακτήρες. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 53 μαθητές της δευτέρας τάξης από ένα σχολείο στη Σιγκαπούρη. Στόχος της ήταν να εφαρμοστεί το εκπαιδευτικό παιχνίδι ΕΠ για να αξιολογηθεί η προσήλωση των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. Η ερευνητική υπόθεση επαληθεύτηκε.

Η μελέτη των Chen et al. (2020), στην Ταϊβάν, εστιάζει στο μάθημα της βοτανολογίας που περιλαμβάνεται στο πρόγραμμα σπουδών του δημοτικού της χώρας. Μια εφαρμογή με δυνατότητες ΕΠ, η “Mobile Plant”, δημιουργήθηκε για τους σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας και δοκιμάστηκε σε 129 μαθητές της τρίτης δημοτικού, από τρία

σχολεία της βόρειας Ταϊβάν. Αυξημένο ενδιαφέρον και ενίσχυση της κατανόησης ήταν τα σημαντικότερα ευρήματα.

Η μελέτη των Khan et al. (2019), στο Πακιστάν, επικεντρώθηκε στη δημιουργία ενός φθηνού διαδραστικού πίνακα που να λειτουργεί με μια απλή κάμερα η οποία θα αναγνωρίζει ασπρόμαυρους δείκτες που αντιστοιχούν στους αραβικούς χαρακτήρες και τους χαρακτήρες των Ούρντου για την εκμάθηση αυτών των γλωσσών στους μικρούς μαθητές του δημοτικού. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν τρεις ομάδες, η ομάδα Α με 30 μαθητές ηλικίας 4-7 ετών (22 αγόρια-8 κορίτσια), η ομάδα Β με 30 μαθητές ηλικίας 8-12 ετών (25 αγόρια-5 κορίτσια) και η ομάδα Γ με 20 δασκάλους. Η χρήση του πίνακα και της ΕΠ κινητοποίησαν τους μαθητές να συμμετάσχουν στο μάθημα ενεργά.

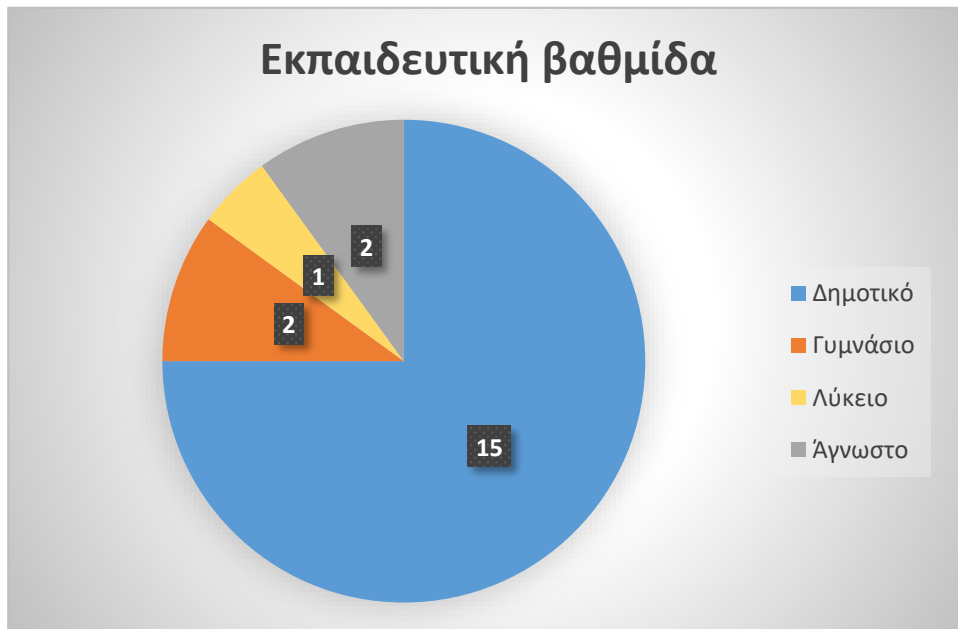
Στην έρευνα των Alhumaidan et al. (2017), συμμετείχαν 9 μαθητές (4 αγόρια και 5 κορίτσια) και 3 ενήλικες. Χωρίστηκαν σε 3 ομάδες, ώστε κάθε ομάδα να περιλαμβάνει 1 ενήλικα και 3 μαθητές. Σκοπός της έρευνας ήταν να δημιουργηθεί ένα βιβλίο ΕΠ βασισμένο στο σχολικό βιβλίο Αγγλικών, που χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα σπουδών της Σαουδικής Αραβίας, με συν-δημιουργούς μαθητές και ενήλικες.

Τέλος, η έρευνα των Zulkifli et al. (2021), στη Μαλαισία, επικεντρώθηκε στη διδασκαλία του μαθήματος της Οδικής Αγωγής σε μαθητές δημοτικού με τη χρήση του προγράμματος "ROSE" που περιλαμβάνει δυνατότητες ΕΠ. Στην έρευνα συμμετείχαν 30 μαθητές δημοτικού (13 αγόρια-17 κορίτσια) και σκοπός της ήταν να διερευνήσει την ευχρηστία και τη χρησιμότητα του λογισμικού, τη σχέση τους με την ικανοποίηση και τη διασκέδαση των μαθητών και τέλος την επίδοσή τους. Τα ευρήματα δείχνουν ότι το πρόγραμμα συνέβαλε σημαντικά στην κατανόηση και την εμπέδωση των γνώσεων και οι μαθητές έδειχναν να διασκεδάζουν κατά τη διδασκαλία.

Συνοψίζοντας τα στοιχεία των παραπάνω μελετών προκύπτουν τα ακόλουθα γραφήματα (σχήματα 6 και 7) που απεικονίζουν την κατανομή του φύλου των συμμετεχόντων, την εκπαιδευτική βαθμίδα και το γνωστικό αντικείμενο που μελετήθηκε.



Σχήμα 6: Φύλο συμμετεχόντων στις έρευνες

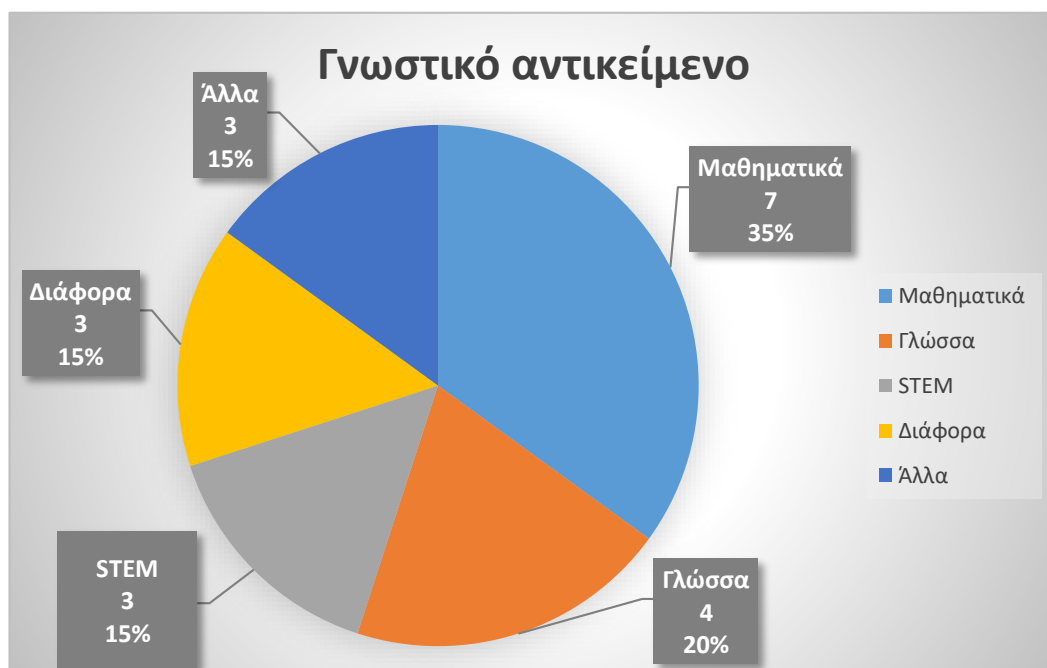


Σχήμα 7: Εκπαιδευτική βαθμίδα συμμετεχόντων

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1. Πεδία εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση

Μέσα από την ανάλυση των άρθρων που επελέγησαν για τη συγκεκριμένη έρευνα γίνεται φανερή η εικόνα που κυριαρχεί γενικά στο πεδίο των νέων τεχνολογιών και συγκεκριμένα της ΕΠ στην εκπαίδευση όσον αφορά στους τομείς γνωστικών αντικειμένων που εστιάζουν οι έρευνες. Πιο αναλυτικά, από τις είκοσι έρευνες που μελετήθηκαν για την εξαγωγή συμπερασμάτων, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 8, η πλειονότητα των ερευνών, και συγκεκριμένα οι επτά εξ αυτών, αφορούν αποκλειστικά τη διδασκαλία των Μαθηματικών. Στη δεύτερη θέση, με συχνότητα τεσσάρων ερευνών, εμφανίζονται οι μελέτες που είχαν αποκλειστικά ως γνωστικό αντικείμενο τη διδασκαλία της Γλώσσας, είτε της μητρικής είτε της δεύτερης ή ξένης γλώσσας. Στην τρίτη θέση, με συχνότητα τριών μελετών, έρχονται οι μελέτες που αφορούν πληθώρα μαθημάτων μεταξύ των οποίων τα Μαθηματικά, η Γλώσσα και οι Τέχνες ή κάποιο άλλο γνωστικό αντικείμενο, όπως η Ιστορία ή η Οδική Αγωγή. Τέλος, τρεις από το σύνολο των είκοσι ερευνών μελετούσαν τη χρήση εφαρμογών ΕΠ στη διδασκαλία μαθημάτων STEM, δηλαδή είτε φυσικών επιστημών, είτε Πληροφορικής. Αυτή η εικόνα συνάδει με το γεγονός ότι οι περισσότερες έρευνες του δείγματος αφορούν την πρωτοβάθμια εκπαίδευση καθότι στο δημοτικό, η Γλώσσα και τα Μαθηματικά είναι τα δύο βασικά μαθήματα που διδάσκονται σε όλες τις τάξεις, ενώ η Ιστορία και η Φυσική ξεκινούν από τις μεσαίες ή τις μεγαλύτερες τάξεις του δημοτικού αντίστοιχα. Φυσικά τα αποτελέσματα που εξάγονται από την ανάλυση αυτών των 20 άρθρων, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, δεν μπορούν να γενικευθούν, ούτε αποτελούν ακριβή εικόνα της εστίασης των ερευνών για την ΕΠ συνολικά.



Σχήμα 8: Γνωστικό αντικείμενο έρευνας

5.2. Οφέλη Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση

Η μελέτη των άρθρων που επιλέχθηκαν για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας δίνει μια αξιολογική εικόνα ως προς τα πλεονεκτήματα που επιφέρει η χρήση προγραμμάτων με ΕΠ στην εκπαίδευση. Πέρα από την αναφορά στα πλεονεκτήματα της ΕΠ που έχει ήδη γίνει στο θεωρητικό πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας με παραπομπές σε άρθρα άλλων ερευνητών, έχει αξία να καταγραφούν με συστηματικό τρόπο τα πλεονεκτήματα που αναφέρονται στα άρθρα που συμπεριλήφθηκαν στην συγκεκριμένη συστηματική συγκριτική ανασκόπηση. Για την καλύτερη ταξινόμηση και οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων, τα πλεονεκτήματα κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες που προέκυψαν από την ανάλυση των άρθρων. Συνεπώς, στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 2) τα πλεονεκτήματα της ΕΠ στην εκπαίδευση χωρίστηκαν σε αυτά που αφορούν στην επίδοση των μαθητών, σε εκείνα που αφορούν στην ποιότητα της μάθησης και σε όσα αφορούν στη χρήση των εργαλείων. Για οικονομία χώρου στον πίνακα θα αναφέρονται ως μαθησιακά, παιδαγωγικά και τεχνικά οφέλη αντίστοιχα.

Πίνακας 2. Πλεονεκτήματα της ΕΠ στην εκπαίδευση

Κατηγορία	Πλεονέκτημα	Συχνότητα	Δείγμα έρευνας
Μαθησιακά οφέλη	Αυξάνει την επίδοση	12	Nordin et al., 2020
	Ενισχύει την κατανόηση	8	Chen et al., 2020
	Ενισχύει την προσοχή	8	Baran et al., 2019
	Παρουσιάζει λεπτομερώς αφηρημένες έννοιες	6	Muhammad et al., 2021
	Απεικονίζει ρεαλιστικά τις έννοιες	5	Muhammad et al., 2021
	Αναπτύσσει τη χωρική ικανότητα	4	Demitriadou et al., 2019
	Βελτιώνει την ποιότητα της μάθησης	4	López-García et al., 2019
	Θέληση να μοιραστούν τη γνώση	4	Stylianidou et al., 2020
	Προσφέρει αμεσότητα	1	López-García et al., 2019
	Υποκαθιστά συνθήκες εργαστηρίου	1	Baran et al., 2019
Παιδαγωγικά οφέλη	Δημιουργεί ενθουσιασμό	14	Stylianidou et al., 2020
	Παρέχει κίνητρα για μάθηση	10	Yousef, 2021

	Αυξάνει τη συμμετοχή	9	López-García et al., 2019
	Διασκεδαστική μάθηση	9	Nordin et al., 2020
	Πρωθεί τη διερευνητική μάθηση	5	López-García et al., 2019
	Πρωθεί την ομαδικότητα	5	Demitriadou et al., 2019
	Αναπτύσσει αυτοπεποίθηση	4	Muhammad et al., 2021
	Ενισχύει την αυτόνομη μάθηση	4	Vakaliuk et al., 2020
	Ο Δάσκαλος σε ρόλο διευκολυντή	3	Stylianidou et al., 2020
	Αναπτύσσει επικοινωνιακές δεξιότητες	3	Demitriadou et al., 2019
	Δημιουργικότητα	2	Yousef, 2021
	Προσφέρει αίσθηση περηφάνιας για το αποτέλεσμα	1	Stylianidou et al., 2020
	Δημιουργεί υγιή ανταγωνισμό	1	Baran et al., 2019
	Ψυχοκινητικές δεξιότητες	1	Demitriadou et al., 2019
	Επίλυση προβλήματος	1	Lin et al., 2021
Τεχνικά οφέλη			Zulkifli et al., 2021
	Ευχρηστία	10	
	Διαδραστικό εργαλείο	7	Alhumaidan et al., 2017

Αναλύοντας τα άρθρα της ανασκόπησης, όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, βρέθηκαν πολλαπλά οφέλη από την ενσωμάτωση τεχνικών με τη χρήση ΕΠ στην εκπαίδευση των μαθητών. Όσον αφορά στα μαθησιακά οφέλη, στις 12 από τις 20 έρευνες, ξεχωρίζει η ενίσχυση της επίδοσης των μαθητών μετά τη συμμετοχή τους στα προγράμματα που αξιοποιούσαν την τεχνολογία της ΕΠ. Σύμφωνα με την έρευνα των Nordin et al. (2020) εντοπίστηκε σημαντική βελτίωση στην επίδοση των μαθητών του δημοτικού στα Μαθηματικά μετά τη διδασκαλία με τις εφαρμογές ΕΠ. Κατά τους Chen et al. (2020), καθώς επίσης και σε άλλες 7 από τις 20 έρευνες που μελετήθηκαν, προκύπτει πως ενισχύθηκε η κατανόηση των εννοιών που διδάσκονταν οι μαθητές. Σε αυτή την έρευνα οι συγγραφείς δημιούργησαν μια εφαρμογή, την MobilePlant, για τη διδασκαλία του μαθήματος της βοτανικής σε μικρούς μαθητές του δημοτικού. Ένα

επίσης συχνό εύρημα αποτελεί η ενίσχυση της προσοχής των μαθητών μέσω της αξιοποίησης της ΕΠ (Baran et al., 2019). Σε αυτή την έρευνα μελετήθηκε η διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων σε μαθητές της πέμπτης δημοτικού, οι οποίοι παρουσίαζαν μεγάλο ενδιαφέρον για το μάθημα και συμμετείχαν ενεργά, θέτοντας απορίες και προσπαθώντας να απαντήσουν στα ζητούμενα των δραστηριοτήτων.

Όσον αφορά στα παιδαγωγικά οφέλη, επικρατέστερο με 14 αναφορές στα 20 άρθρα, προέκυψε ο ενθουσιασμός των μαθητών σε σχέση με τις εφαρμογές ΕΠ που χρησιμοποιούσαν. Σύμφωνα με τους Stylianidou et al. (2020), η εφαρμογή “Helping Nemo!” ενθουσίασε πολύ τους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα, οι οποίοι θέλησαν να μοιραστούν την εμπειρία τους με τους συμμαθητές τους από άλλες τάξεις και ένιωθαν πολύ περήφανοι για το αποτέλεσμα που είχε η πειραματική διαδικασία. Αξίζει να αναφερθεί ότι ακόμα και μία εκ των μαθητών, που παρουσιάζει επιλεκτική αλαλία, κατά τη διάρκεια της ενασχόλησής της με την εφαρμογή της ΕΠ άρχισε να μιλάει με τους συμμαθητές της ομάδας της και συμμετείχε στο μάθημα, εκπλήσσοντας τη δασκάλα και τους συμμαθητές της. Επίσης, 10 από τις 20 έρευνες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση ΕΠ ενισχύει το κίνητρο των μαθητών για συμμετοχή στο μάθημα. Ο Yousef (2021) παρατήρησε σημαντική αλλαγή στο κίνητρο για μάθηση των Αιγύπτιων μαθητών της πρώτης τάξης που μελέτησε κατά τη διδασκαλία με τη χρήση της ΕΠ στα μαθηματικά. Πέρα από το κίνητρο, οι συμμετέχοντες μαθητές σε 9 από τις 20 μελέτες παρατηρήθηκε ότι διασκέδασαν κατά τη χρήση της τεχνολογίας της ΕΠ στο πλαίσιο του μαθήματος. Οι Nordin et al. (2020), ασχολήθηκαν με τη Ρομποτική και τη μέτρηση απόστασης με τη χρήση εικονικού χάρακα που εμφανίζεται στην οθόνη της συσκευής των χρηστών. Οι μαθητές συμμετείχαν πολύ ενεργά στις προτεινόμενες δραστηριότητες του παιχνιδιού “Long Pole game” που δημιούργησαν οι ερευνητές στο πλαίσιο της έρευνας και έδειχναν πολύ ενθουσιασμένοι. Ένα ακόμα όφελος της ΕΠ που εμφανίστηκε σε 9 από τα 20 άρθρα είναι η αυξημένη και ενεργή συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία. Οι López-García et al. (2019), στην έρευνά τους δίδαξαν πολλά αντικείμενα στους συμμετέχοντες μέσω εφαρμογών ΕΠ και από την ανάλυση των δεδομένων τους φάνηκε πως οι μαθητές συμμετείχαν με αμείωτο ενδιαφέρον στο εμπλουτισμένο με ΕΠ μάθημα και μάλιστα στα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι μαθητές, η ενεργή συμμετοχή έλαβε την υψηλότερη βαθμολογία. Οι ερευνητές αυτής της μελέτης χρησιμοποίησαν δύο θεωρητικά μοντέλα για τον σχεδιασμό των παρεμβάσεων σε συνδυασμό με την ενσωμάτωση της ΕΠ, το ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) και το 3P Model (Presage, Process, Product). Για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποίησαν το ερωτηματολόγιο PEURA-E, το οποίο προσαρμόσαν στην ηλικία των συμμετεχόντων.

Ως προς τα τεχνικά οφέλη, τα δύο κυρίαρχα ήταν η ευχρηστία και το διαδραστικό περιβάλλον. Η έρευνα των Zulkifli et al. (2021), δημιούργησε το εκπαιδευτικό πρόγραμμα “ROSE” για τη διδασκαλία της Οδικής Αγωγής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πρόγραμμα φάνηκε εύχρηστο στους μαθητές, που το βαθμολόγησαν με μέσο όρο 4,21 στα 5 για την ευκολία στη χρήση. Οι Alhumaidan et al. (2017) στην πρωτότυπη έρευνά τους επιχείρησαν να δημιουργήσουν εκπαιδευτικό βιβλίο εμπλουτισμένο με ΕΠ, με συνδημιουργούς μαθητές δημοτικού και ενήλικες ειδικούς σε σχετικούς τομείς, έναν δάσκαλο, έναν καθηγητή Ψυχολογίας στο Πανεπιστήμιο, και έναν ειδικό στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή. Μέσα από τη διαδικασία, κατέληξαν σε τέσσερα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένα σχολικό βιβλίο εμπλουτισμένο με ΕΠ. Τα χαρακτηριστικά αυτά περιλάμβαναν τα: α) «ένωσε τους δείκτες ΕΠ», δηλαδή δείκτες που βρίσκονταν στις άκρες των βιβλίων και που έπρεπε να ενωθούν με τον αντίστοιχο δείκτη σε κάποιο άλλο βιβλίο ώστε να λειτουργήσουν, κι έτσι

να προωθηθεί η συνεργατικότητα μεταξύ των μαθητών, β) οι κάρτες επιβράβευσης με ΕΠ, γ) η ύπαρξη εικόνων στο βιβλίο που θα λειτουργούν ως δείκτες ΕΠ και ως σκηνικά ΕΠ και τέλος δ) η διαδραστική απεικόνιση, που θα λειτουργεί με την αφή, θα περιλαμβάνει ηχητικά και οπτικά εφέ και θα ενισχύει την αλληλεπίδραση των μαθητών με το διδακτικό υλικό.

5.3. Περιορισμοί Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση

Η ενσωμάτωση των εφαρμογών της επαυξημένης πραγματικότητας, όπως προαναφέρθηκε, προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στη μαθησιακή διαδικασία. Ωστόσο, οι έρευνες αναδεικνύουν και κάποιους περιορισμούς που προκύπτουν από τη χρήση αυτής της τεχνολογίας. Ο πιο συχνά αναφερόμενος περιορισμός είναι η μικρή διάρκεια της έρευνας (Stylianidou et al., 2020· Demitriadou et al., 2019· Wen, 2020). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να είναι λίγος ο πραγματικός χρόνος που οι μαθητές ενασχολήθηκαν με το εμπλουτισμένο με ΕΠ υλικό, καθώς αρκετός χρόνος αναλωνόταν στην εξοικείωση με τις συσκευές και τα λογισμικά. Ένας επίσης συχνός περιορισμός είναι η μη διεξαγωγή pre-test. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορούν να συγκριθούν τα αποτελέσματα μετά την παρέμβαση (Baran et al., 2019· Muhammad et al., 2021· Flores-Bascuñana et al., 2019). Ακολουθούν το μικρό δείγμα και η μικρής έκτασης έρευνα (Demitriadou et al., 2019· Wen, 2020) καθώς και η έλλειψη ομάδας ελέγχου (López-García et al., 2019· Phon et al., 2019), χαρακτηριστικά που καθιστούν τα αποτελέσματα μη γενικεύσιμα ή μη συγκρίσιμα.

Άλλοι περιορισμοί –πιο πρακτικοί όσον αφορά στη γενικευμένη χρήση της ΕΠ στα σχολεία- είναι το μικρό μέγεθος των τάξεων σε αναλογία με τις πολυπληθείς τάξεις και τα μικρά θρανία που δεν εξυπηρετούν την εργασία με πολύ υλικό ή σε ομάδες (Baran et al., 2019) και η δυσκολία ενορχήστρωσης τέτοιου μαθήματος από έναν μόνο δάσκαλο χωρίς βοηθό (Baran et al., 2019). Στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 3) καταγράφονται οι περιορισμοί που συγκεντρώθηκαν από την ανάλυση των άρθρων της συστηματικής ανασκόπησης.

Πίνακας 3. Περιορισμοί της ΕΠ στην εκπαίδευση

Περιορισμοί	Συχνότητα	Δείγμα
Μικρή διάρκεια έρευνας	3	Stylianidou et al. (2020)
Η έρευνα δεν συμπεριλάμβανε pre-test	3	Muhammad et al. (2021)
Μικρής έκτασης έρευνα	3	Wen (2020)
Μικρό δείγμα	2	Demitriadou et al. (2019)
Έλλειψη ομάδας ελέγχου	2	Phon et al. (2019)
Το υλικό δεν ήταν κατάλληλο για όλες τις τάξεις	1	JiHye et al. (2021)
Η έρευνα εστίασε μόνο στο Δημοτικό	1	Muhammad et al. (2021)

Ο σχεδιασμός αφορά μόνο μικρές ομάδες	1	Khan et al. (2019)
Έλλειψη συστηματικών τρόπων συλλογής δεδομένων	1	Stylianidou et al. (2020)
Περιορισμένος χρόνος έρευνας	1	Baran et al. (2019)
Πολυπληθείς τάξεις	1	Baran et al. (2019)

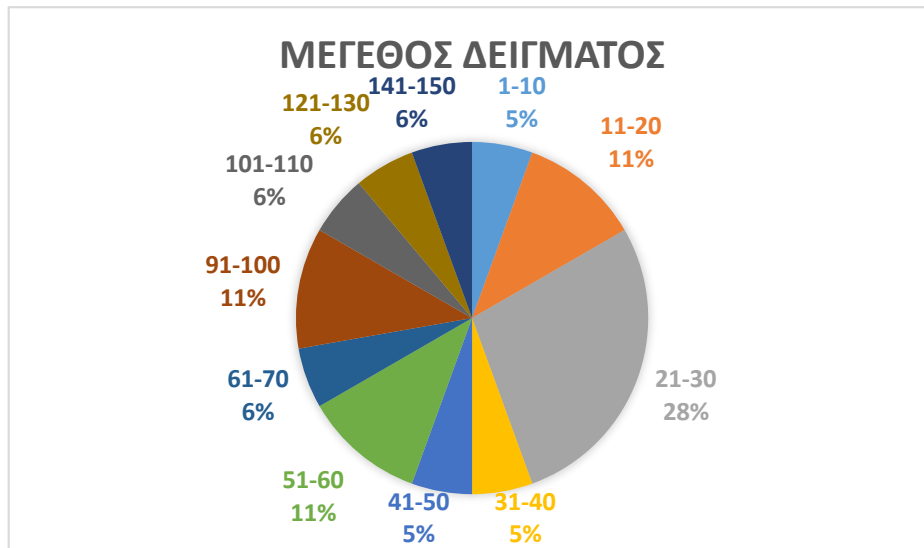
5.4. Μέθοδοι αξιολόγησης εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση

Το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα αφορά τη μεθοδολογία συλλογής και αξιολόγησης των αποτελεσμάτων των ερευνών για την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Ο τρόπος συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων προσδίδει εγκυρότητα στα αποτελέσματα μιας έρευνας. Από τη συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση που επιχειρήθηκε στην παρούσα εργασία, προέκυψε ότι στις μελέτες που αφορούν την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση το μέγεθος δείγματος που συμπεριλήφθηκε παρουσίαζε τις εξής τιμές: 1-10 (1 άρθρο), 11-20 (2 άρθρα), 21-30 (5 άρθρα), 31-40 (1 άρθρο), 41-50 (1 άρθρο), 51-60 (2 άρθρα), 61-70 (1 άρθρο), 91-100 (2 άρθρα), 101-110 (1 άρθρο), 121-130 (1 άρθρο), 141-150 (1 άρθρο). Γίνεται φανερό πως το πιο συχνό μέγεθος δείγματος είναι τα 21-30 άτομα με ποσοστό 30%.

Ο πίνακας 4 και το σχήμα 10 απεικονίζουν το μέγεθος των δειγμάτων, τη συχνότητα και το ποσοστό επί του συνόλου των άρθρων που συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα εργασία.

Πίνακας 4. Μέγεθος δείγματος ερευνών

Μέγεθος δείγματος	Συχνότητα	Ποσοστό
1-10	1	5%
11-20	2	10%
21-30	5	28%
31-40	1	5%
41-50	1	5%
51-60	2	10%
61-70	1	5%
91-100	2	10%
101-110	1	5%
121-130	1	5%
141-150	1	5%



Σχήμα 10: Μέγεθος δείγματος ερευνών

Η πιο συχνή ερευνητική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στις έρευνες με θέμα την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση, από την επισκόπηση των άρθρων, είναι η μεικτή μέθοδος με ποσοστό 45%, εν συνεχεία η ποσοτική μέθοδος με ποσοστό 35% και τέλος, η ποιοτική μέθοδος με ποσοστό 20%. Παρακάτω ακολουθεί σχετικός πίνακας (πίνακας 5) και διάγραμμα (σχήμα 11).

Πίνακας 5. Συχνότητα ερευνητικής μεθόδου

Ερευνητική Μέθοδος	Συχνότητα	Ποσοστό
Μεικτή	9	45%
Ποσοτική	7	35%
Ποιοτική	4	20%

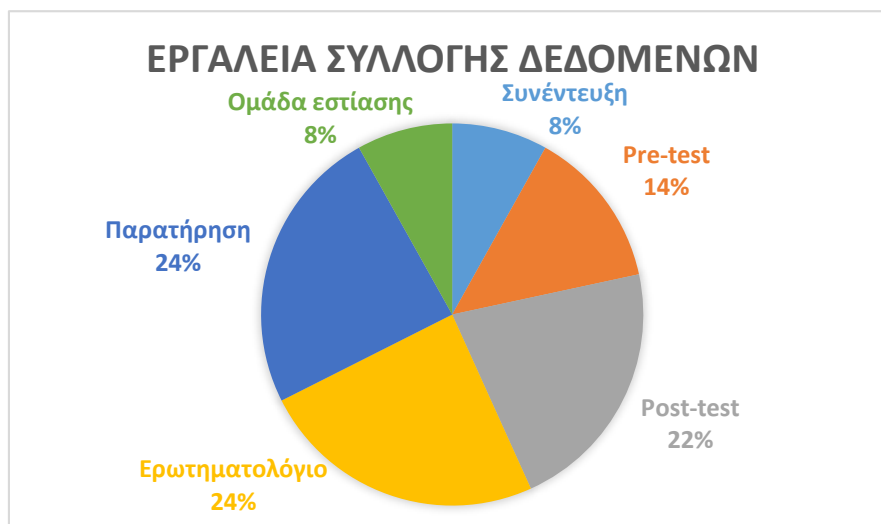


Σχήμα 11. Ερευνητική μέθοδος

Αναλύοντας τα άρθρα της ανασκόπησης ως προς τη μέθοδο συλλογής των δεδομένων, προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα εργαλεία συλλογής δεδομένων είναι το ερωτηματολόγιο και η παρατήρηση με ποσοστό 24% αμφότερα. Καθένα από αυτά τα δύο εργαλεία αξιοποιήθηκαν σε 9 μελέτες από τις 20. Ακολουθεί η διεξαγωγή post-test με ποσοστό 22% και το pre-test με 14%. Τέλος, τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν λιγότερο είναι η συνέντευξη και οι ομάδες εστίασης με ποσοστό 8%. Παρακάτω ακολουθεί πίνακας (πίνακας 6) και διάγραμμα (σχήμα 12) που παρουσιάζουν τα αποτελέσματα οπτικοποιημένα.

Πίνακας 6. Εργαλεία συλλογής δεδομένων

Εργαλείο Συλλογής Δεδομένων	Συχνότητα	Ποσοστό
Ερωτηματολόγιο	9	24%
Παρατήρηση	9	24%
Post-test	8	22%
Pre-test	5	14%
Συνέντευξη	3	8%
Ομάδα εστίασης	3	8%



Σχήμα 12. Εργαλεία συλλογής δεδομένων

5.5. Ενσωμάτωση ευφυών τεχνικών/τεχνικών προσαρμοστικότητας στις εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση

Ο πίνακας 7 απεικονίζει δέκα άρθρα που ανέπτυξαν λογισμικά ή εφαρμογές ΕΠ για τους σκοπούς της εκάστοτε έρευνας. Αυτό που γίνεται εύκολα αντιληπτό μέσα από την ανάλυση των άρθρων της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης αλλά και από τον ακόλουθο πίνακα είναι πως πλέον οι εφαρμογές ΕΠ χρησιμοποιούν αποκλειστικά κινητές συσκευές, όπως έξυπνα κινητά και τάμπλετ. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις

έρευνες πάνω στο θέμα της ΕΠ μέχρι το 2012 (Parakostas et al., 2020). Η εξήγηση βρίσκεται στη διάδοση των κινητών συσκευών και στα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση τους έναντι των σταθερών υπολογιστών. Επίσης, παρατηρείται μεγάλη διάδοση συγκεκριμένων λογισμικών-πλατφορμών δημιουργίας υλικού ΕΠ. Οι πιο διαδεδομένες είναι οι Unity 3D και Vuforia SDK. Μερικές από τις εφαρμογές που δημιουργήθηκαν στα πλαίσια των ερευνών που συμπεριλαμβάνονται σε αυτή τη συγκριτική μελέτη αναλύονται παρακάτω.

Πίνακας 7. Εφαρμογές ΕΠ στην εκπαίδευση

Άρθρο	Διδακτικό εργαλείο	Προσέγγιση ΕΠ	Είδος ΕΠ	Λογισμικό	Περιεχόμενο	Προσαρμοστικότητα
Baran et al., 2019	Μοντέλα ΕΠ	Mobile/ Tablet	Marker-based	3DS Max Unity 3D Vuforia SDK QRcode generator	Φυσική	Όχι
Muhammad et al., 2021	Nursery Rhyme AR AR Numbers AR Zoo AR Globe	Mobile/ Tablet	Marker-based	Unity 3D Vuforia SDK AutoDesk 3DS Max	Διάφορα	Όχι
Flores-Bascuñana et al., 2019	Geometry Quiver	Mobile/ Tablet	Marker-based	Δεν αναφέρεται	Γεωμετρία (Μοντέλα 3D)	Όχι
Nordin et al., 2020	3D Ruler Long Pole Game	Mobile/ Tablet	Marker-based	Unity 3D Vuforia SDK Arduino	Ρομποτική	Όχι
Stylianidou et al., 2020	Helping Nemo	Mobile/ Tablet	Marker-based	Zapworks Windows Movie Maker	Διάφορα	Όχι
JiHye et al., 2021	Mireuksa Temple AR	Mobile/ Tablet	Marker-based	Δεν αναφέρεται	Ιστορία	Ναι
López-García et al., 2019	Μοντέλα ΕΠ Πολυμεσικό Υλικό	Mobile/ Tablet	Markerless	Layar creator 7	Διάφορα	Όχι
Demitriadou et al., 2019	Μοντέλα ΕΠ Solid-town	Mobile/ Tablet	Marker-based	Adobe Illustrator ENTiTi Creator Autodesk Maya Unity 3D	Γεωμετρικά στερεά	Όχι

Rossano et al., 2020	Geo+ GeoSolidiAR	Mobile/ Tablet	Marker-based	Unity 3D Vuforia SDK	Γεωμετρία	Όχι
Chen et al., 2020	Mobile Plant	Mobile/ Tablet	Marker-based	Unity 3D Vuforia SDK	Βοτανική	Όχι

Η εφαρμογή στο άρθρο των Baran et al. (2019) με θέμα τα ηλεκτρικά κυκλώματα απευθύνεται σε μαθητές της πέμπτης τάξης και σχεδιάστηκε ώστε να βοηθήσει τους μαθητές να αντιληφθούν την αφηρημένη - μη παρατηρήσιμη έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος. Η έρευνα τους εστίασε στις διαφορές που παρουσίασαν οι μαθητές που διδάχθηκαν με το επαυξημένο υλικό ατομικά σε σχέση με εκείνους που αλληλεπίδρασαν με αυτό σε επίπεδο ομάδας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές που εργάστηκαν ατομικά παρουσίασαν πιο ενεργή συμμετοχή και περισσότερο ενθουσιασμό από τους συμμαθητές τους που εργάστηκαν ομαδοσυνεργατικά. Αυτό αποδόθηκε στον λίγο χρόνο αλληλεπίδρασης που είχε το κάθε παιδί με την εφαρμογή στην περίπτωση της ομαδικής εργασίας σε σχέση με την ατομική. Οι πλατφόρμες που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία της ήταν οι 3DS Max, Unity 3D, Vuforia SDK, QRcode generator.

Οι Muhammad et al. (2021) έφτιαξαν τέσσερις εφαρμογές ΕΠ, τις Nursery Rhyme AR, AR Numbers, AR Zoo, AR Globe, για μαθητές δημοτικού, στο Πακιστάν. Σκοπός τους ήταν να μελετήσουν την επίδραση της ΕΠ στην επίδοση, τη συμμετοχή και το κίνητρο των μαθητών σε διάφορα μαθήματα. Μάλιστα, οι εφαρμογές τους μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο, προκειμένου οι χρήστες να μπορούν να παίξουν με αυτές οπουδήποτε.

Οι εφαρμογές που χρησιμοποίησαν οι Flores-Bascuñana et al. (2019), ονόματι Geometry και Quiver, στόχευσαν στη διδασκαλία της Γεωμετρίας μέσα από τρισδιάστατα μοντέλα γεωμετρικών σχημάτων με τη βοήθεια των δυνατοτήτων που προσφέρει η ΕΠ. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν βελτίωση στην κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές της έκτης τάξης, εν συγκρίσει με τις παραδοσιακές μεθόδους.

Οι Nordin et al. (2020), θέλησαν να καλύψουν μια δυσκολία που είχαν παρατηρήσει στους μαθητές, που αφορούσε στη μέτρηση της απόστασης μεταξύ των ρομπότ στα εκπαιδευτικά παιχνίδια ρομποτικής. Έτσι, δημιούργησαν μια εφαρμογή με έναν τρισδιάστατο χάρακα και την ενσωμάτωσαν σε ένα ρομποτικό παιχνίδι που ονόμασαν “Long Pole Game”, βασισμένο σε ένα παραδοσιακό παιχνίδι της Μαλαισίας, της χώρας όπου διεξήχθη και η έρευνα. Με την προβολή του εικονικού χάρακα πάνω στην οθόνη του τάμπλετ μέσω του οποίου παρακολουθούσαν την κίνηση των ρομπότ, οι μαθητές κατάφεραν να υπολογίζουν με ακρίβεια την απόσταση μεταξύ των ρομπότ ανά πάσα στιγμή και να προγραμματίζουν κατάλληλα τις επόμενες κινήσεις τους.

Η εφαρμογή “Helping Nemo” (Stylianidou et al., 2020) δημιουργήθηκε με τα λογισμικά Zaprworks και Windows Movie Maker και περιλαμβάνει διάφορα κουίζ, μαθηματικών, γλώσσας και τεχνών, που παρουσιάζονται ως γρίφοι που πρέπει να λύσουν οι μαθητές προκειμένου να βοηθήσουν τον ήρωα της ιστορίας, τον Νέμο. Οι μαθητές της δευτέρας, που συμμετείχαν στην έρευνα, ενθουσιάστηκαν τόσο με την τεχνολογία της ΕΠ που περιλάμβανε η εφαρμογή όσο και με την επένδυση του σεναρίου με ένα εναλλακτικό εκπαιδευτικό παιχνίδι, κι έτσι έμαθαν παίζοντας.

Η εφαρμογή “Mireuksa Temple AR” (JiHye et al., 2021), είχε στόχο να εμπλουτίσει τη διδασκαλία για τα ιστορικά μνημεία της Κορέας ώστε να ενισχύσει το ενδιαφέρον των μαθητών για τα μουσειακά εκθέματα. Η εκπαιδευτική εφαρμογή που δημιούργησαν

περιλάμβανε πλούσιο υλικό πολιτιστικής κληρονομιάς και η πειραματική υλοποίηση περιλάμβανε πέντε στάδια μεικτής μάθησης. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι η εφαρμογή αυτή αποτελεί το μοναδικό παράδειγμα εφαρμογής –από τις εφαρμογές των προς ανάλυση άρθρων- που παρουσιάζει στοιχεία προσαρμοστικότητας, αφού δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα να επιλέξει τον τρόπο παρουσίασης του επαυξημένου διδακτικού υλικού. Οι επιλογές είναι τρεις: με γραπτό κείμενο, με αφήγηση ή με βίντεο.

Οι López-García et al. (2019) στην έρευνά τους είχαν στόχο να ανακαλύψουν τις απόψεις των μαθητών σχετικά με το αν και σε ποιο βαθμό η ΕΠ μπορεί να αυξήσει τον ενθουσιασμό και το κίνητρο των μαθητών για συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία. Για την επίτευξη του σκοπού τους δημιούργησαν μια εφαρμογή ΕΠ με υλικό από διάφορα μαθήματα του προγράμματος σπουδών της έκτης τάξης του δημοτικού στην Ισπανία. Για τη δημιουργία της εφαρμογής τους αξιοποίησαν το λογισμικό “Layar creator 7”, που καμία άλλη ερευνητική ομάδα δεν είχε χρησιμοποιήσει.

Η εφαρμογή «Solid-town» (Demitriadou et al., 2019) και οι άλλες δύο που αναφέρονται στο ίδιο άρθρο και έχουν ως θέμα τα γεωμετρικά στερεά παρουσιάζουν μια πρωτοτυπία στο αρκετό ερευνημένο θέμα της γεωμετρίας. Οι δημιουργοί χρησιμοποίησαν αρκετά λογισμικά για την κατασκευή τους -Adobe Illustrator, ENTiTi Creator, Autodesk Maya, Unity 3D- και το αποτέλεσμα τους δικαιώσε αφού τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα ήταν έντονο, αυξήθηκε η συμμετοχή τους και ενισχύθηκε η κατανόηση.

Οι εφαρμογές Geo+ και GeoSolidiAR (Rossano et al., 2020) δημιουργήθηκαν με τη χρήση των πλατφορμών Unity 3D και Vuforia SDK που αναδεικνύονται ως οι πιο πολυχρησιμοποιούμενες επιλογές για τη δημιουργία υλικού ΕΠ. Όπως μαρτυρούν και τα ονόματά τους, αντικείμενο μελέτης τους είναι η Γεωμετρία και στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν σε μαθητές της τρίτης δημοτικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εφαρμογές ήταν αποτελεσματικές όσον αφορά την κατανόηση, φάνηκαν εύκολες στη χρήση και οι μαθητές δήλωσαν ενθουσιασμένοι από την αλληλεπίδραση με αυτές.

Το “Mobile Plant” των Chen et al. (2020) κατάφερε να κινητοποιήσει τους μαθητές να συμμετάσχουν ενεργά και με ενδιαφέρον στη μαθησιακή διαδικασία με αντικείμενο μελέτης τη βοτανική, μέρος του προγράμματος σπουδών του Μαλαισιανού εκπαιδευτικού συστήματος. Ταυτόχρονα σημειώθηκε αυξημένη κατανόηση του διδακτικού περιεχομένου με τους δημιουργούς να το προτείνουν ως επιπλέον διδακτικό υλικό.

Άλλες εφαρμογές ΕΠ, που παρουσιάζονται στα άρθρα που εξετάστηκαν, και που δεν φαίνονται στον πίνακα 7, περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω. Η έρευνα της Wen (2020), μελέτησε τη χρήση ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού με στοιχεία ΕΠ, το οποίο είχε ως εκπαιδευτικό στόχο την εκμάθηση των γραμμάτων της κινεζικής γλώσσας. Στην έρευνα συμμετείχαν 53 μαθητές της Β΄ τάξης του δημοτικού, οι οποίοι έπαιζαν με μεγάλη προθυμία το εκπαιδευτικό παιχνίδι με κάρτες. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι οι μαθητές συμμετείχαν πολύ ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία που περιλάμβανε το παιχνίδι, ήταν πολύ συγκεντρωμένοι και έδειξαν να διασκεδάζουν. Επίσης, ενισχύθηκε πολύ η συνεργασία μεταξύ των μαθητών, ακόμη και των πιο ήσυχων-ντροπαλών μαθητών. Ο σχεδιασμός της εφαρμογής έγινε με το πρόγραμμα Vuforia και βασίστηκε σε δύο αρχές, στο ARIS, για τη διερεύνηση του γνωστικού αντικείμενου και στο HP Reveal για τη δημιουργία και τον διαμοιρασμό των δημιουργημάτων των μαθητών.

Την εφαρμογή ΕΠ για τη γεωμετρία, που εξέτασε ο Yousef (2021), δοκίμασαν στο πλαίσιο της έρευνάς του 62 μαθητές της Α' τάξης του δημοτικού. Η εφαρμογή έδινε τη δυνατότητα στους μαθητές μέσα από «έξυπνες» κάρτες να χειριστούν εικονικά στην οθόνη του τάμπλετ τους τα γεωμετρικά σχήματα. Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατάκτηση της γνώσης ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα, όμως αναδείχθηκε στατιστικά σημαντική η διαφορά τους ως προς την κινητοποίηση για συμμετοχή στο μάθημα και στις δεξιότητες δημιουργικής σκέψης υπέρ της πειραματικής ομάδας.

Οι del Cerro Velázquez & Méndez (2021) θέλησαν να μελετήσουν την καλλιέργεια της χωρικής νοημοσύνης σε 48 μαθητές του λυκείου. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποίησαν την εφαρμογή ΕΠ Geogebra AR. Οι μαθητές που διδάχθηκαν με την εφαρμογή ΕΠ είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου και ιδίως σε ό,τι αφορούσε τη χωρική νοημοσύνη. Επίσης, παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη προθυμία συμμετοχής στο μάθημα.

Τη χωρική νοημοσύνη εξέτασε και η έρευνα των Vakaliuk et al. (2020), η οποία μελέτησε και σύγκρινε επτά λογισμικά ΕΠ για τα Μαθηματικά. Μέσα στα επτά λογισμικά περιλαμβάνονταν τα VR Math, το NeoTrie VR, το Math VR, το Geo-AR, το Shapes 3D Create Geometry AR, το Geometry AR και το ROAR AR. Το άρθρο προτείνει τη χρήση του λογισμικού ROAR AR ως το πιο καλοσχεδιασμένο λογισμικό και ταυτόχρονα που διατίθεται δωρεάν.

Το ίδιο θέμα είχε και η έρευνα των Phon et al. (2019), αυτή τη φορά όμως σε μαθητές Ε' δημοτικού. Για τις ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιήθηκε το εκπαιδευτικό σύστημα ΕΠ «AR-Science Magic Book (AR-SMB)» σε υπολογιστές. Μετά τη διδασκαλία με τη χρήση του επαυξημένου περιεχομένου διαπιστώθηκε θετική επίδραση στη χωρική ικανότητα των μαθητών.

Οι Khan et al. (2019) χρησιμοποίησαν το εργαλείο ARToolKit, ένα δωρεάν εργαλείο δημιουργίας εφαρμογών ΕΠ, για να δημιουργήσουν το εκπαιδευτικό υλικό που χρειαζόνταν για τη διεξαγωγή της έρευνας. Σκοπός τους ήταν να δημιουργήσουν έναν διαδραστικό πίνακα χαμηλού κόστους, με απλά υλικά –μια κάμερα και ασπρόμαυρες κάρτες ως δείκτες- για τη διδασκαλία της Αραβικής γλώσσας και συγκεκριμένα των χαρακτήρων της διαλέκτου Ούρντου. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτιωμένη συμμετοχή στο μάθημα και στην επίδοση.

Η έρευνα των Alhumaidan et al. (2017) είχε ένα πολύ πρωτότυπο θέμα, τη συνεργασία ενηλίκων και παιδιών με στόχο τη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού βιβλίου ΕΠ βασισμένου στα σχολικά εγχειρίδια του δημοτικού της Σαουδικής Αραβίας. Η έρευνα περιλάμβανε 2 μέρη, το θεωρητικό, της αναζήτησης των στοιχείων που θα έπρεπε να έχει το επαυξημένο βιβλίο και το πρακτικό, της δημιουργίας του.

Το άρθρο των Lin et al. (2021) επικεντρώνεται στην καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης μέσω εφαρμογών ΕΠ. Η πλατφόρμα που χρησιμοποίησαν οι ερευνητές ήταν η ARCore της Google. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση της ΕΠ είχε επίδραση στη δημιουργικότητα, τη λογική σκέψη και την επίλυση προβλημάτων, όμως δεν φάνηκε να έχει στην αλγοριθμική σκέψη.

Τελευταία έρευνα είναι αυτή των Zulkifli et al. (2021), οι οποίοι μελέτησαν τη χρήση της ΕΠ στο μάθημα της Οδικής Ασφάλειας σε μαθητές δημοτικού. Η εφαρμογή που

χρησιμοποίησαν ονομάζεται ROSE και περιλαμβάνει όλο το υλικό του Υπουργείου Παιδείας της Μαλαισίας για το μάθημα της Οδικής Ασφάλειας με την προσθήκη υλικού ΕΠ. Η αξιοποίηση της εφαρμογής ΕΠ είχε πολύ θετικά αποτελέσματα στην κατάκτηση των νέων γνώσεων. Επίσης, οι μαθητές φάνηκε να βρίσκουν την εφαρμογή εύκολη στη χρήση, να τη θεωρούν χρήσιμη, διασκέδασαν κατά τη χρήση της και ένιωσαν ικανοποίηση.

Το γεγονός ότι από τα 20 άρθρα μόνο το ένα παρουσιάζει στοιχεία προσαρμοστικότητας, φανερώνει ένα πεδίο που χρήζει περαιτέρω έρευνας. Στοιχεία προσαρμοστικότητας που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν σε εφαρμογές ΕΠ, είναι η ύπαρξη διαβαθμίσεων στη δυσκολία του υλικού ανάλογα με τις δυνατότητες του χρήστη ή η επιλογή στον τρόπο παρουσίασης του υλικού ανάλογα με το στυλ μάθησης του κάθε χρήστη.

6. ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Η παρούσα συγκριτική ανασκόπηση παρά τον συστηματικό χαρακτήρα δεν παύει να είναι μια μικρής έκτασης συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας που προσφέρει δεδομένα για εξαγωγή συμπερασμάτων. Σίγουρα, τα αποτελέσματα που εντοπίστηκαν, ρίχνουν φως στο θέμα της ανερχόμενης τεχνολογίας της ΕΠ στην εκπαίδευση. Όμως αυτά τα συμπεράσματα δεν μπορούν να γενικευθούν, ούτε να θεωρηθούν η απολύτως πραγματική εικόνα.

Ταυτόχρονα, είναι άξιο να αναφερθεί το σημαντικό ζήτημα που εντοπίστηκε, αυτό της έλλειψης στοιχείων προσαρμοστικότητας ή εξατομίκευσης στις εφαρμογές ΕΠ που προτείνονται από τις έρευνες. Το γεγονός ότι από τα 20 άρθρα μόνο το ένα παρουσιάζει στοιχεία προσαρμοστικότητας, φανερώνει ένα πεδίο που χρήζει περαιτέρω έρευνας. Αυτή θα μπορούσε να είναι η πρόταση για περαιτέρω έρευνα, καθότι η ΕΠ προσφέρει αυτόνομη και αυτοκατευθυνόμενη εκπαίδευση, δίνοντας έμφαση στην εξατομίκευση ως την απαραίτητη παράμετρο που πρέπει να εξεταστεί για την ευελιξία του ανεπτυγμένου συστήματος σύμφωνα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Στοιχεία προσαρμοστικότητας που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν σε εφαρμογές ΕΠ, είναι η ύπαρξη διαβαθμίσεων στη δυσκολία του υλικού ανάλογα με τις δυνατότητες του χρήστη ή η επιλογή στον τρόπο παρουσίασης του υλικού ανάλογα με το στυλ μάθησης του κάθε χρήστη.

Επιπλέον, άλλη πρόταση για μελλοντική έρευνα θα ήταν να αυξηθούν οι πηγές αναζήτησης βιβλιογραφίας, αντί για μόνο μία που είχε η παρούσα εργασία. Θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν κι άλλες ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων όπως για παράδειγμα το Google Scholar και το Web of Science εκτός από το Scopus που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη διπλωματική εργασία, ώστε να δοθεί η δυνατότητα σε περισσότερες ερευνητικές προσπάθειες να μελετηθούν συγκριτικά και ως εκ τούτου να αποκτήσει η σύγκριση πιο αξιόπιστη εικόνα της πραγματικότητας γύρω από την Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαίδευση.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα έρευνα, αποτελεί μια συγκριτική συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας που μελετά την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας και πώς αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί προς όφελος της εκπαίδευσης. Γίνεται φανερό ότι η

ερευνητική κοινότητα παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον για τις δυνατότητες που δύναται να προσφέρει η νέα τεχνολογία στην εκπαίδευση. Για την επίτευξη του σκοπού της εργασίας μελετήθηκαν και υποβλήθηκαν σε σύγκριση είκοσι έρευνες που παρουσίαζαν ενδιαφέρουσες προτάσεις χρήσης της ΕΠ και εξήγαγαν συμπεράσματα. Όσον αφορά την προέλευση των άρθρων, η Μαλαισία και η Ισπανία είναι οι δύο πρωτοπόρες στο θέμα χώρες που εκπροσωπούν τις δύο ηπείρους.

Μια ενδεικτική εικόνα ως προς το αυξανόμενο ενδιαφέρον των ερευνητών για το θέμα μπορεί να εξαχθεί από την παρατήρηση του αριθμού των δημοσιεύσεων που αυξάνεται με τα χρόνια. Το φίλτρο της αναζήτησης που τέθηκε αρχικά στο Scopus ήταν η τελευταία δεκαετία. Τελικά, οι 20 έρευνες που αποτέλεσαν το δείγμα της ανασκόπησης έχουν δημοσιευθεί από το 2017 μέχρι σήμερα. Μάλιστα, μόνο μία είναι του 2017, καμία του 2018 και οι υπόλοιπες δημοσιεύθηκαν την τελευταία τριετία. Αυτή η κατανομή εκφράζει το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ΕΠ τα τελευταία χρόνια. Άξιο αναφοράς είναι επίσης το γεγονός πως σε αρκετές μελέτες δόθηκε κρατική επιχορήγηση. Πάνω από τις μισές έρευνες δέχθηκαν ολική ή μερική υποστήριξη, συγκεκριμένα οι 13 από τις 20.

Τα γνωστικά αντικείμενα που μελετώνται περισσότερο όσον αφορά την υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας είναι κυρίως τα Μαθηματικά και ακολουθεί η Γλώσσα. Αυτό δικαιολογείται ίσως από το γεγονός ότι οι έρευνες της ανασκόπησης αφορούν στην πλειονότητά τους το Δημοτικό, όπου η Γλώσσα και τα Μαθηματικά αποτελούν τα δύο βασικά μαθήματα του προγράμματος σπουδών. Είναι θετικό το γεγονός ότι γίνεται προσπάθεια αξιοποίησης των ψηφιακών τεχνολογιών και σε άλλα μαθήματα, όπως η Ιστορία, η κυκλοφοριακή αγωγή, η βοτανική. Την ίδια στιγμή όμως, κρίνεται αναγκαίο να ληφθεί υπόψη η έννοια της προσαρμοστικότητας ή/και των ευφυιών τεχνικών στα προγράμματα που σχεδιάζονται προς υλοποίηση καθώς, όπως φάνηκε από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, έχει αμεληθεί.

Ως προς τα εργαλεία δημιουργίας των εφαρμογών, κυριαρχεί η χρήση των Unity 3D και Vuforia στις περισσότερες μελέτες και αυτό εξηγείται από την ευχρηστία που αυτές οι πλατφόρμες παρουσιάζουν. Παράλληλα, όλες οι έρευνες χρησιμοποίησαν κινητές συσκευές –έξυπνα τηλέφωνα και τάμπλετ- για την υλοποίηση των εφαρμογών ΕΠ στη μαθησιακή διαδικασία σε αντίθεση με παλιότερες έρευνες όπου χρησιμοποιούνταν σταθεροί υπολογιστές ή ειδικές συσκευές που φοριούνται στο κεφάλι. Αυτό δικαιολογείται από τη διάδοση των κινητών συσκευών, το χαμηλό τους κόστος και την ευελιξία που προσφέρει η χρήση τους λόγω μικρού μεγέθους.

Τα πλεονεκτήματα που εντοπίζουν οι έρευνες ότι προσφέρει η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση είναι πολύ ελπιδοφόρα και ανοίγουν τον δρόμο για περαιτέρω μελέτη του θέματος. Γενικά, από τα αποτελέσματα των ερευνών που μελετήθηκαν, φαίνεται πως η αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας στο μάθημα ενισχύει την κατανόηση των μαθητών, βελτιώνει τη συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία, προσφέρει κίνητρο για μάθηση, προσδίδει στην εκπαιδευτική διαδικασία έναν παιγνιώδη χαρακτήρα και τελικά βελτιώνει τις επιδόσεις των μαθητών. Οι μαθητές παρατηρούν ότι μαθαίνουν διασκεδάζοντας κι έτσι ενισχύεται η ικανοποίησή τους. Επίσης, καλλιεργείται η κουλτούρα της αυτόνομης μάθησης, βελτιώνονται οι διαπροσωπικές σχέσεις μεταξύ των μαθητών και προωθείται η ομαδοσυνεργατική μάθηση. Τέλος, από τεχνικής άποψης, η ευχρηστία αυτών των εφαρμογών είναι το κύριο χαρακτηριστικό που τις καθιστά πολύ προσιτές στα μικρά παιδιά.

Οι περιορισμοί που αναδείχθηκαν συνοψίζονται στα εξής: Οι έρευνες ήταν μικρές σε έκταση, μέγεθος δείγματος ή μικρής διάρκειας, σε πολλές δεν διεξήχθη pre-test και σε άλλες δεν υπήρχε ομάδα ελέγχου. Αυτές οι ενδείξεις μαρτυρούν πως ακόμα

βρισκόμαστε σε αρχικό στάδιο στη διερεύνηση του θέματος της ΕΠ και πως απαιτούνται μεγαλύτερες σε έκταση και διάρκεια προσπάθειες για τη μελέτη της και την ανάπτυξη εμπλουτισμένου εκπαιδευτικού υλικού. Άλλοι περιορισμοί –πιο πρακτικοί- ήταν το μικρό μέγεθος των τάξεων σε αναλογία με τις πολυπληθείς τάξεις και τα μικρά θρανία που δεν εξυπηρετούν την εργασία με πολύ υλικό ή σε ομάδες. Επίσης, επισημάνθηκε η δυσκολία ενορχήστρωσης τέτοιου μαθήματος από έναν μόνο δάσκαλο χωρίς βοηθό.

Πίνακας Συντμήσεων – Αρκτικόλεξων

3D	Three Dimensions
AR	Augmented Reality
ARCS	Attention – Relevance – Confidence - Satisfaction
ARG	Alternate Reality Game
GPS	Global Position System
VR	Virtual Reality
ΕΠ	Επαυξημένη πραγματικότητα
ΖΕΑ	Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης
ΨΤ	Ψηφιακές τεχνολογίες

Πίνακας ορολογίας

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός Όρος
Attention - Relevance - Confidence - Satisfaction	Προσοχή - Συνάφεια – Αυτοπεποίθηση – Ικανοποίηση
Augmented Reality	Επαυξημένη πραγματικότητα
Diminished reality	Μειωμένη πραγματικότητα
Display technology	Τεχνολογίες αναπαράστασης
Global Position System	Παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού
Handheld Displays/Projections	Συσκευές προβολής που κρατιούνται στο χέρι
Head-Mounted Displays/Projectors	Συσκευές προβολής που φοριούνται στο κεφάλι
Image-based AR	Εφαρμογές με εικόνα
Location-based AR	Χωροευαίσθητες εφαρμογές Ε.Π.
Marker-based AR	Εφαρμογές με δείκτη
Optical See-Through	Οπτική αναπαράσταση
Serious Games	Σοβαρά παιχνίδια
Spatial Projection	Προβολή στον χώρο
Three Dimensions	Τρισδιάστατος
Video See-Through	Αναπαράσταση μέσω βίντεο
Virtual Reality	Εικονική πραγματικότητα
Zone of Proximal Development	Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ξενόγλωσσες

Ackermann E. (2004) “Constructing knowledge and transforming the world”.

Muhammad, A., Muhammad, K., Khan, N., Lee, M.-Y., Imran, A., & Sajjad, M. (2021). School of the Future: A Comprehensive Study on the Effectiveness of Augmented Reality as a Tool for Primary School Children’s Education. *Applied Sciences*, 11(11), 5277. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/app11115277>

Agustina, W.; Sumarto, S.; Trisno, B. Augmented reality based on stem for supporting science literacy in vocational education. *In Proceedings of the Journal of Physics: Conference Series*, Crete, Greece, 9–15 June 2019.

Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2017). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students’ laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342. Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., et al. (2007). “Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities”. Στο *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(3), 243-250. doi: 10.1007/s00779-007-0187-7

Alexander, J.O. (1999). Collaborative design, constructivist learning, information technology immersion, & electronic communities: a case study. *Interpersonal Computing and Technology: An Electronic Journal for the 21st Century* 7 (1–2)

Alhumaidan, H., Lo, K. P. Y. & Selby, A. (2018) Co-designing with children a collaborative augmented reality book based on a primary school textbook. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 15, 24-36. doi: 10.1016/j.ijcci.2017.11.005.

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A systematic review of research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 133–149.

Baptista, A., Morgado, C., Costa, J. A. & Azevedo, J. (2020) Augmented reality to enhance non-opposite reality awareness: Lexical relations amongst primary teaching. *International Journal of Film and Media Arts*, 5, (1), 48-61. doi: 10.24140/ijfma.v5.n1.05

Baran, B., Yecan, E., Kaptan, B. & Pasayigit, O. (2020). Using augmented reality to teach fifth grade students about electrical circuits. *Education and Information Technologies*, 25, 1371–1385. doi: 10.1007/s10639-019-10001-9

Billinghamurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45, 56-63

Bimber O., Raskar R., Inami, M., (2005), “Spatial augmented reality”. AK Peters Wellesley.

Bressler, D.M., Bodzin, A.M. (2013). A Mixed Methods Assessment of Students’ Flow Experiences during a Mobile Augmented Reality Science Game. *J. Comput. Assist. Learn.*, 29, 505–517.

Broll, W., Lindt, I., Herbst, I., Ohlenburg, J., Braun, A. K., & Wetzels, R. (2008). Toward next-gen mobile AR games. *Computer Graphics and Applications*, 28(4), 40–48.

Cabero, J., Barroso, J., (2015), The educational possibilities of Augmented Reality. *New approaches in educational research*, 5(1):44-50. DOI: 10.7821/naer.2016.1.140

Chang, K. E., Chang, C. T., Hou, H. T., Sung, Y. T., Chao, H. L., & Lee, C. M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*, 71, 185–197.

Chen, C. H., Cho, Y. Y., & Huang, C. Y. (2016). “An Augmented-Reality-Based Concept Map to Support Mobile Learning for Science”. *The Asia-Pacific Education Researcher*, Vol. 25, No.4, 567–578

Chen, M.-B., Wang, S.-G., Chen, Y.-N., Chen, X.-F., & Lin, Y.-Z. (2020). A Preliminary Study of the Influence of Game Types on the Learning Interests of Primary School Students in Digital Games. *Education Sciences*, 10(4), 96. doi:10.3390/educsci10040096

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

Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.

Corti, K. (2006). Games-based Learning; a serious business application. PIXELearning Limited. [www.pixelearning.com/docs/games_basedlearning_pixelearning.pdf]

del Cerro Velázquez, F., Morales Méndez, G. (2021). Application in Augmented Reality for Learning Mathematical Functions: A Study for the Development of Spatial Intelligence in Secondary Education Students. *Mathematics*, 9, 369. doi: 10.3390/math9040369

Demitriadou, E., Stavroulia, K. E. & Lanitis, A. (2020) Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Education and Information Technologies*, 25, 381–401. doi: 10.1007/s10639-019-09973-5

El Sayed, N. A. M., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. (2011). “ARSC: Augmented reality student card” An augmented reality solution for the education field. *Computers & Education*, 56(4), 1045–1061

Feiner, S., MacIntyre, B., Seligmann, D. (1993) Knowledge-based augmented reality. *Commun. ACM*. 36, 53–62.

Flores-Bascuñana, M., Diago, P. D., Villena-Taranilla, R., & Yáñez, D. F. (2019). On Augmented Reality for the Learning of 3D-Geometric Contents: A Preliminary Exploratory Study with 6-Grade Primary Students. *Education Sciences*, 10(1), 4. doi:10.3390/educsci10010004

Folta, E. E. (2010). Investigating the impact on student learning and outdoor science interest through modular Serious Educational Games: a design-based research study. North Carolina State University. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2010PhDT.....107F/abstract>

Georgiou, Y., Kyza, E.A. (2018). Relations between Student Motivation, Immersion and Learning Outcomes in Location-Based Augmented Reality Settings. *Comput. Hum. Behav.*, 89, 173–181.

Giannakas F., Troussas C., Krouska A., Sgouropoulou C., Voyiatzis I. (2021) XGBoost and Deep Neural Network Comparison: The Case of Teams' Performance. In: Cristea A.I., Troussas C. (eds) *Intelligent Tutoring Systems. ITS 2021. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12677. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80421-3_37

Giannakas, F., Troussas, C., Voyiatzis, I., & Sgouropoulou, C. (2021). A deep learning classification framework for early prediction of team-based academic performance, *Applied Soft Computing*, 106, 107355. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107355>.

Gimbert, B., & Cristol, D. (2004). Teaching curriculum with technology: Enhancing children's technological competence during early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 31(3), 207-216.

Henderson, S., & Yeow, J. (2012, January). iPad in education: A case study of iPad adoption and use in a primary school. Proceedings of the 45th Hawaii International Conference in System Science (HICSS), 2012, 78-87. IEEE.

Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Kloos, C. D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13.

JiHye, L., Hyun-Kyung, L., Dabin, J., JiEun, L., TaeRyun, K. & JiHyon, L. (2021). Developing Museum Education Content: AR Blended Learning. *International Journal of Art & Design Education*. doi: 10.1111/jade.12352

Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). Simple augmented reality. The 2010 Horizon Report, 21-24. Austin, TX: The New Media Consortium.

Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Haywood, K. (2010). The 2010 Horizon report: Australia-New Zealand ed. Austin, TX: T.N.M. Consortium

Jonassen, D.H. (1999). Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking (second ed.), Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ

Jonietz E., (2007), "TR10: Augmented reality", ανακτήθηκε στις 25/2/2016 στο <http://www2.technologyreview.com/article/407473/tr10-augmented-reality/>

Karsenti, T., & Fievez, A. (2013). The iPad in education: uses, benefits, and challenges-A survey of 6,057 students and 302 teachers in Quebec, Canada. Montreal, QC: CRIFPE.

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

Khan, D., Rehman, I., Ullah, S., Ahmad, W., Cheng, Z., Jabeen, G. & Kato, H. (2019). A Low-Cost Interactive Writing Board for Primary Education using Distinct Augmented Reality Markers. *Sustainability*, 11, doi: 5720:1-5720:14. 10.3390/su11205720.

Kim, S.L.; Suk, H.J.; Kang, J.H.; Jung, J.M.; Laine, T.H.; Westlin, J. (2014) Using Unity 3D to facilitate mobile augmented reality game development. *In Proceedings of the 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, Seoul, Korea, 6–8 March 2014.

Kishino P., Milgram F., (1994), "A taxonomy of mixed reality visual displays". στο *IEICE Trans. Information and System*, E77-D(12):1321–1329.

Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Literature Reviews. *Joint Technical Report, Keele University TR/SE-0401 and NICTA TR-0400011T.1*, 33.

Klopfer, E. (2008). *Augmented Learning: Research and Design of Mobile Educational Games*; MIT Press: Cambridge, MA, USA.

Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.

Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives: The development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.

Klopfer, E., (2008). *Augmented learning: Research and design of mobile educational games*

Krouska A., Troussas C., & Sgouropoulou C. (2020) A Personalized Brain-Based Quiz Game for Improving Students' Cognitive Functions. In: Frasson C., Bamidis P., Vlamos P. (eds) *Brain Function Assessment in Learning. BFAL 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12462. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-60735-7_11

Krouska A., Troussas C., & Sgouropoulou C. (2020) Applying Genetic Algorithms for Recommending Adequate Competitors in Mobile Game-Based Learning Environments. In: Kumar V., Troussas C. (eds) *Intelligent Tutoring Systems. ITS 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12149. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-49663-0_23

Krouska A., Troussas C., & Virvou M. (2019). Computerized Adaptive Assessment Using Accumulative Learning Activities Based on Revised Bloom's Taxonomy. In: Virvou M., Kumeno F., Oikonomou K. (eds) *Knowledge-Based Software Engineering: 2018. JCKBSE 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol 108. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-319-97679-2_26

Krouska, A., & Virvou, M. (2019). An Enhanced Genetic Algorithm for Heterogeneous Group Formation based on Multi-Characteristics in Social Networking-based Learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, <https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2927914>

Krouska, A., Troussas, C. & Sgouropoulou, C. (2021). Mobile game-based learning as a solution in COVID-19 era: Modeling the pedagogical affordance and student interactions. *Education and Information Technologies*, <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10672-3>

Krouska, A., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2019). Fuzzy Logic for Refining the Evaluation of Learners' Performance in Online Engineering Education. *European Journal of Engineering Research and Science*, 4(6), 50-56, <https://doi.org/10.24018/ejers.2019.4.6.1369>

Krouska, A., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2020, November). Usability and Educational Affordance of Web 2.0 tools from Instructors' Perspective. In *Proceedings of the 24th Pan-Hellenic Conference on Informatics (PCI 2020)* (pp. 107-110). ACM, <https://doi.org/10.1145/3437120.3437286>

Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M. (2017, August). Comparing LMS and CMS platforms supporting social e-learning in higher education. In *2017 8th International*

Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA 2017) (pp. 1-6). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IISA.2017.8316408>

Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M. (2017, August). Social networks as a learning environment: Developed applications and comparative analysis. *In 2017 8th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA 2017)* (pp. 1-6). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IISA.2017.8316430>

Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M. (2018, July). Social Annotation Tools in Digital Learning: A Literature Review. *In 2018 9th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2018)* (pp. 1-4). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IISA.2018.8633609>

Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M. (2019). A literature review of Social Networking-based Learning Systems using a novel ISO-based framework. *Intelligent Decision Technologies*, 13(1), 23-39, <https://doi.org/10.3233/IDT-190362>

Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M. (2019). Applying genetic algorithms for student grouping in collaborative learning: A synthetic literature review. *Intelligent Decision Technologies*, 13(4), 395-406, <https://doi.org/10.3233/IDT-190184>

Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M. (2019). SN-Learning: An exploratory study beyond e-learning and evaluation of its applications using EV-SNL framework. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(2), 168-177, <https://doi.org/10.1111/jcal.12330>

Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M. (2019, July). Advancing Adult Online Education through a SN-Learning Environment. *In 2019 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2019)* (pp. 1-5). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IISA.2019.8900705>

Krouska, A., Troussas, C., & Virvou, M. (2019, July). Using Learning Analytics to Improve the Efficacy of Mobile Authoring Tools. *In 2019 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2019)* (pp. 1-5). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IISA.2019.8900726>

Krouska, A., Troussas, C., Virvou, M., & Fragkakis, C. K. (2018, July). Applying Skinnerian Conditioning for shaping skill performance in online tutoring of programming languages. *In 2018 9th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2018)* (pp. 1-5). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IISA.2018.8633614>

Kynigos C. & Theodossopoulou V. (2001) Synthesizing personal, interactionist and social norms perspectives to analyze collaborative learning in the classroom in the context of a computer based innovation program, *Journal of Classroom Interaction*, 36(2), 63–73.

Lin Y.-S., Chen S.-Y., Tsai C.-W. & Lai Y.-H. (2021). Exploring Computational Thinking Skills Training Through Augmented Reality and AIoT Learning. *Frontiers in Psychology*, 12:640115. doi: 10.3389/fpsyg.2021.640115

López-García, A., Miralles-Martínez, P., & Maquilón, J. (2019). Design, Application and Effectiveness of an Innovative Augmented Reality Teaching Proposal through 3P Model. *Applied Sciences*, 9(24), 5426. doi:10.3390/app9245426

Martin, F., & Ertzberger, J. (2013). Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology. *Computers & Education*, 68, 76–85 Wong, L.-H.,

& Looi, C.-K. (2011). What seams do we remove in mobile-assisted seamless learning? A critical review of the literature. *Computers & Education*, 57, 2364–2381

Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893-1906.

Muhammad, K., Khan, N., Lee, M.-Y., Imran, A.S. & Sajjad, M. (2021). School of the Future: A Comprehensive Study on the Effectiveness of Augmented Reality as a Tool for Primary School Children's Education. *Applied Sciences*, 11, 5277. doi: 10.3390/app11115277

Murphy, G. D. (2011). Post-PC devices: A summary of early iPad technology adoption in tertiary environments. *E-Journal of Business Education & Scholarship of Teaching*, 5(1), 18-32.

Nordin, N., Majid, N. & Zainal, N. (2020). Mobile augmented reality using 3D ruler in a robotic educational module to promote STEM learning. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9. 2499-2506. doi: 10.11591/eei.v9i6.2235.

Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). User acceptance of augmented reality welding simulator in engineering training. *Education and Information Technologies.*, <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10418-7>

Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). *Exploration of Augmented Reality in Spatial Abilities Training: A Systematic Literature Review for the Last Decade*. *Informatics in Education*, 20(1), 107-130, <https://doi.org/10.15388/infedu.2021.06>

Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). *Measuring User Experience, Usability and Interactivity of a Personalized Mobile Augmented Reality Training System*. *Sensors*, 21(11), 3888, <https://doi.org/10.3390/s21113888>

Phon, D., Rahman, M., Utama, N., Ali, M. B., Halim, N. & Kasim, S. (2019). The Effect of Augmented Reality on Spatial Visualization Ability of Elementary School Student. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 9, 624. doi: 10.18517/ijaseit.8.5.4971

Raja, V., & Calvo, P. (2017). Augmented reality: An ecological blend. *Cognitive Systems Research*, 42, 58-72.

Rossano, V., Lanzilotti, R., Cazzolla, A. & Roselli, T. (2020) Augmented Reality to Support Geometry Learning. *IEEE Access*, 8, 107772-107780. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3000990.

Roussou, M. (2001) Immersive interactive virtual reality in the museum, Proceedings of TiLE (Trends in Leisure Entertainment) (online). Ανακτήθηκε στις 22 Αυγούστου, 2021, από http://www.bcchang.com/transfer/articles/2/mroussou_TiLE01_paper.pdf

Shelton, B. (2002). Augmented reality and education. *New Horizons for learning*, 9 (1).

Shute, V.J. & Becker, B.J. (2010). *Innovative Assessment for the 21st Century*; Springer: New York, NY, USA.

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.
<https://doi.org/10.1007/s10956-006-9037-z>

Stylianidou, N., Sofianidis, A., Manoli, E., & Meletiou-Mavrotheris, M. (2020). “Helping Nemo!”—Using Augmented Reality and Alternate Reality Games in the Context of Universal Design for Learning. *Education Sciences*, 10(4), 95. doi:10.3390/educsci10040095

Sutherland, I. E., 1968. A head-mounted three dimensional display. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, part I (AFIPS '68 (Fall, part I))*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 757–764. DOI: <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>

Thornton, T., Ernst, V., J., Clark, C., A., (2012), Augmented Reality as a Visual and Spatial Learning Tool in Technology Education, *Technology and Engineering Teacher*.

Troussas C., Krouska A., & Sgouropoulou C. (2020) Dynamic Detection of Learning Modalities Using Fuzzy Logic in Students' Interaction Activities. In Kumar V., Troussas C. (eds) *Intelligent Tutoring Systems. ITS 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12149. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-49663-0_24

Troussas C., Krouska A., Giannakas F., Sgouropoulou C., Voyiatzis I. (2021) Representation of Generalized Human Cognitive Abilities in a Sophisticated Student Leaderboard. In Cristea A.I., Troussas C. (eds) *Intelligent Tutoring Systems. ITS 2021. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12677. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80421-3_44

Troussas, C., Giannakas, F., Sgouropoulou, C., & Voyiatzis, I. (2020). Collaborative activities recommendation based on students' collaborative learning styles using ANN and WSM, *Interactive Learning Environments*, DOI: 10.1080/10494820.2020.1761835

Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2020). A Novel Teaching Strategy through Adaptive Learning Activities for Computer Programming. *IEEE Transactions on Education*, <https://doi.org/10.1109/TE.2020.3012744>

Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2020). Collaboration and fuzzy-modeled personalization for mobile game-based learning in higher education. *Computers & Education*, 144, 103698, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103698>

Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Impact of social networking for advancing learners' knowledge in E-learning environments. *Education and Information Technologies*, 1-21, <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10483-6>

Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Improving Learner-Computer Interaction through Intelligent Learning Material Delivery Using Instructional Design Modeling. *Entropy*, 23(6), 668, <https://doi.org/10.3390/e23060668>

Troussas, C., Krouska, A., & Virvou, M. (2018, July). A Multicriteria Framework for Assessing Sentiment Analysis in Social and Digital Learning: Software Review. In *2018 9th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2018)* (pp. 1-7). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IISA.2018.8633598>

Troussas, C., Krouska, A., & Virvou, M. (2019). MACE: Mobile Artificial Conversational Entity for adapting domain knowledge and generating personalized advice. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 28(4), <https://doi.org/10.1142/S0218213019400050>

Troussas, C., Krouska, A., & Virvou, M. (2019, July). Adaptive e-learning interactions using dynamic clustering of learners' characteristics. *In 2019 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2019)* (pp. 1-7). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IISA.2019.8900722>

Troussas, C., Krouska, A., & Virvou, M. (2020). Using a Multi Module Model for Learning Analytics to Predict Learners' Cognitive States and Provide Tailored Learning Pathways and Assessment. In Virvou M., Alepis E., Tsihrintzis G., Jain L. (eds) *Machine Learning Paradigms. Intelligent Systems Reference Library*, vol 158. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-13743-4_2

Troussas, C., Krouska, A., & Virvou, M. (2021). A multilayer inference engine for individualized tutoring model: adapting learning material and its granularity. *Neural Computing & Applications.*, <https://doi.org/10.1007/s00521-021-05740-1>

Troussas, C., Krouska, A., Alepis, E., & Virvou, M. (2021). Intelligent and adaptive tutoring through a social network for higher education. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, <https://doi.org/10.1080/13614568.2021.1908436>

Troussas, C., Krouska, A., Giannakas, F., Sgouropoulou, C., & Voyiatzis, I. (2020, November). Automated reasoning of learners' cognitive states using classification analysis. *In Proceedings of the 24th Pan-Hellenic Conference on Informatics (PCI 2020)* (pp. 103-106). ACM, <https://doi.org/10.1145/3437120.3437285>

Troussas, C., Krouska, A., Giannakas, F., Sgouropoulou, C., & Voyiatzis, I. (2020, November). Redesigning teaching strategies through an information filtering system. *In Proceedings of the 24th Pan-Hellenic Conference on Informatics (PCI 2020)* (pp. 111-114). ACM, <https://doi.org/10.1145/3437120.3437287>

Troussas, C., Krouska, A., Sgouropoulou, C., & Voyiatzis, I. (2020). Ensemble Learning Using Fuzzy Weights to Improve Learning Style Identification for Adapted Instructional Routines. *Entropy*, 22(7), 735, <https://doi.org/10.3390/e22070735>

Troussas, C., Krouska, A., Virvou, M., & Sougela, E. (2018, July). Using hierarchical modeling of thinking skills to lead students to higher order cognition and enhance social e-learning. *In 2018 9th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2018)* (pp. 1-5). IEEE, <https://doi.org/10.1109/IISA.2018.8633669>

Vakaliuk, T., Shevchuk, L. & Shevchuk, B. (2020). Possibilities of Using AR and VR Technologies in Teaching Mathematics to High School Students. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11B), 6280 - 6288. doi: 10.13189/ujer.2020.082267

Watson, K. & Salter, A. (2016). Playing Art Historian: Teaching 20th Century Art through Alternate Reality Gaming. *International Journal for the Scholarship of Technology Enhanced Learning*, 1, 100–111.

Wen, Y. (2021). Augmented reality enhanced cognitive engagement: designing classroom-based collaborative learning activities for young language learners. *Educational Technology Research and Development*, 69, 843–860. doi: 10.1007/s11423-020-09893-z

Wrzesien, M., & Alcañiz Raya, M. (2010). Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the E-Junior project. *Computers & Education*, 55(1), 178–187

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.

Yousef, A.M.F. (2021). Augmented reality assisted learning achievement, motivation, and creativity for children of low-grade in primary school. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37, 966– 977. doi: 10.1111/jcal.12536

Zulkifli, A. N., Mohamed, N. F. F., Qasim, M. M., & Bakar, N. A. A. (2021). Road safety education courseware: A study of satisfaction and learning performance among primary school students in Malaysia. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(6), 48-64. doi:10.3991/ijim.v15i06.20637

Ελληνόγλωσσες

Κόμης Β., Ράπτης Α., Πολίτης Π. & Δημητρακοπούλου Α. (2004). Εκπαιδευτικά Λογισμικά Μοντελοποίησης στις Φυσικές Επιστήμες, Στο Ι. Κεκκός (Επιμ). *Νέες Τεχνολογίες και Εκπαίδευση: Θέματα Σχεδιασμού, Κοινωνικές και Φιλοσοφικές Επεκτάσεις* (σσ.113-135). Εκδόσεις Ατραπός, Ένωση Ελλήνων Φυσικών.

Κυνηγός Χ. (2010). *Το μάθημα της Διερεύνησης*. Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα

Νταούλας, Ν. & Γουδέλα, Δ. & Ζώης, Λ. (2020). Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση. 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής με θέμα: «Η Πληροφορική στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση Ρόλος και Εφαρμογές». Άργος-Ναύπλιο

Παρουσινάς, Α. (2021) Επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση <https://educraft.tech/%CE%B5%CF%80%CE%B1%CF%85%CE%BE%CE%B7%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B7-%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1/>

Τζώρτζογλου, Φ., & Σοφός, Α. (2017). Η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση: βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών και προοπτικές. Τόμος Υποψηφίων διδασκόντων ΠΤΔΕ Ρόδου.

Τσιαβός, Π., & Σοφός Α., (2020). «Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση: Ανάπτυξη και χρήση εφαρμογής για το μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου». *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 15(2), 38-53. doi: <https://doi.org/10.12681/jode.20950>

Φωκίδης, Ε. (2017). Τρισδιάστατα εκπαιδευτικά παιχνίδια, σοβαρά παιχνίδια. Στο Α. Σοφός, Ε. Αυγερινός, Π. Καραμούης, Λ. Χριστοδουλόδου, Μ. Δάρρα (επιμ.), *Εκπαίδευση με χρήση Νέων Τεχνολογιών. Παιδαγωγική αξιοποίηση ψηφιακών μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρης

Φωκίδης, Ε., & Φωνιάδακη, Ι. (2017). Tablets, Επαυξημένη Πραγματικότητα και Γεωγραφία στο δημοτικό σχολείο. e-Περιοδικό Επιστήμης και Τεχνολογίας. 12. 7-23.

