



Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας

Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών

Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών

Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία



Παιδαγωγικό τμήμα

Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Παιδαγωγική μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών

Προσεγγίσεων



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση. Τα χαρακτηριστικά τους και η παιδαγωγική τους αξιοποίηση.

POST GRADUATE THESIS

Applications of Augmented Reality in Education. Their characteristics and their educational exploitation.

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

Βασιλική Τσιρογιάννη

Vasiliki Tsirogianni

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Ιωάννης Κουμπούρος

Yiannis Koumpourous

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2021



Faculty of Health and Caring Professions
Department of Biomedical Sciences
Faculty of Administrative, Financial and Social Sciences
Department of Early Childhood Education and Care



Department of Pedagogy



Inter-Institutional Post Graduate Program
Pedagogy through innovative Technologies and Biomedical approaches

POST GRADUATE THESIS

Applications of Augmented Reality in Education. Their characteristics and their educational exploitation.

Vasiliki Tsirogianni

19093

vasilikits@yahoo.gr

FIRST SUPERVISOR

Yiannis Koumpouros

SECOND SUPERVISOR

Klimis Ntalianis

AIGALEO 2021

Δήλωση συγγραφέα μεταπτυχιακής εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Τσιρογιάννη Βασιλική του Θεοδώρου, με αριθμό μητρώου 19093 φοιτήτρια του Διϊδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Παιδαγωγική μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων των Τμημάτων Βιοϊατρικών Επιστημών/ Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία/Παιδαγωγική τμήμα των Σχολών Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας/Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, 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

Βασιλική Τσιρογιάννη



Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Α' επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Ιωάννη Κουμπόρο, για τη συμβουλευτική καθοδήγηση και την άμεση ανταπόκρισή του, καθ' όλο το διάστημα υλοποίησης των εργασιών της συγκεκριμένης μελέτης. Ακόμη, ευχαριστώ τον Β' επιβλέποντα καθηγητή κ. Κλήμη Νταλιάνη για την πολύ καλή συνεργασία.

Αφιερώσεις

Αφιερώνω αυτή την εργασία στα άτομα που με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Εισαγωγή: Η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) ή Augmented Reality (AR) αποτελεί μια από τις τελευταίες εξελίξεις και λαμβάνει μια συνεχώς αυξανόμενη προσοχή. Πολλές έρευνες διεξάγονται σε διεθνή κλίμακα προκειμένου να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης της κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και της μάθησης.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η καταγραφή των χαρακτηριστικών των εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας, προκειμένου να προσδιοριστεί ο βαθμός στον οποίο μπορούν να αξιοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Μέθοδος: Για τις ανάγκες υλοποίησης της εργασίας αυτής πραγματοποιήθηκε Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση σε 85 άρθρα. Η δόμηση της εργασίας ακολούθησε το πρωτόκολλο ανασκόπησης PRISMA. Διατυπώθηκαν και εξετάστηκαν 19 ερωτήματα ώστε να συγκεντρωθούν όσο περισσότερα στοιχεία για τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών.

Αποτελέσματα: Από το 2016 έως το 2020 υπήρξε μια αύξηση 23,6% στις δημοσιεύσεις που μελετούν τις εφαρμογές της ΕΠ. Στις περισσότερες έρευνες δημιουργήθηκαν εφαρμογές για φοιτητές Πανεπιστημίου. Ελάχιστες ενσωμάτωσαν στο δείγμα τους μαθητές ειδικής αγωγής. Το μάθημα της Φυσικής και η εκμάθηση ξένων γλωσσών ήταν αυτά που επιλέχθηκαν τις περισσότερες φορές ως πεδίο για να αναπτυχθεί η εφαρμογή. Οι περισσότερες εφαρμογές σχεδιάστηκαν αξιοποιώντας την τεχνολογία εντοπισμού δεικτών, σχεδιάστηκαν για λειτουργικό σύστημα Android και δημιουργήθηκαν με τα εργαλεία Unity και Vuforia, από επαγγελματίες του χώρου της Πληροφορικής ή από τους ίδιους τους συγγραφείς των άρθρων (ακαδημαϊκοί). Η πλειοψηφία των ερευνών αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής με υποκειμενικό τρόπο, χρησιμοποιώντας μη έγκυρα και μη αξιόπιστα εργαλεία. Από τις 85 έρευνες μόνο οι 11 ανέφεραν πλήρη στοιχεία για το πόσοι και ποιοι (με τι ιδιότητα) αξιολόγησαν την εφαρμογή. Στις περισσότερες έρευνες το δείγμα που εξετάστηκε ήταν από 1-50 άτομα. Σχετικά με τη διάρκεια παρέμβασης υπήρχε μια ετερογένεια καθώς άλλοι σημείωναν τη διάρκεια χρήσης της εφαρμογής και άλλοι τη διάρκεια περάτωσης της έρευνας. Ως τα πιο συχνά εμπόδια κατά τη χρήση των εφαρμογών, αναφέρονται τα τεχνικά προβλήματα και οι περιορισμοί από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήσαν.

Συμπεράσματα: Στις περισσότερες έρευνες παρατηρήθηκε μη συμμετοχή εκπαιδευτικών στη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης των εφαρμογών, και μη αξιολόγησή τους με

έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο από κατάλληλη ομάδα (ειδικοί σε θέματα τεχνολογίας σε συνεργασία με εκπαιδευτικούς). Το γεγονός αυτό, καθιστά αμφίβολο κατά πόσο οι εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας μπορούν να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά για εκπαιδευτικό σκοπό.

Abstract

Introduction: The technology of Augmented Reality (AR) constitutes one of the most recent developments and attracts more and more attention. A lot of research has been conducted on a global scale, in order to study the effectiveness of its usage during teaching and learning.

Purpose: The aim of the present study is to document the characteristics of the Augmented Reality applications, in order to specify the degree to which they can be utilized for educational purposes.

Method: For the purpose of the present research a Systematic Literature Review of 85 papers was conducted. The procedure that was followed in order to create this research, was the PRISMA checklist. 19 questions were formulated and examined, so as to collect as much data as possible regarding the characteristics of the applications.

Results: From 2016 to 2020 there was an 23.6% increase in the papers that study AR applications. In most cases the applications that were created were targeted at University students. Very few papers included in their sample, students with special educational needs. Most often, the subjects Physics and Foreign Languages were chosen in order to create the application. Most applications were designed utilizing the technology of Marker Based Augmented Reality, were designed for the Android operating system, and were developed using the tools Unity and Vuforia, by Computer Science professionals or from the writers of the papers themselves (faculty members). The majority of the papers evaluated the effectiveness of the applications in a subjective manner, using neither valid nor reliable tools. From the 85 papers only 11 mentioned complete data regarding how many and who exactly were the evaluators (their professional capacity). In most papers the sample consisted of 1-50 people. Regarding the reference to the duration, there was a heterogeneity, because some researches were mentioning the duration of the interaction of the users with the application, while others the duration of the conduction of the research. The most common obstacles that were mentioned regarding the interaction with the applications, were the technical problems and the equipment limitations.

Conclusions: What was observed in most papers, was a lack of participation of educators in designing and developing the applications, and an absence of evaluation with a valid and

reliable tool by a suitable team (experts in technology in coordination with educators). Thus, it is very doubtful that the AR applications can be utilized effectively for educational purposes.

Περιεχόμενα

Δήλωση συγγραφέα μεταπτυχιακής εργασίας	iii
Ευχαριστίες.....	vi
Αφιερώσεις.....	vii
Περίληψη.....	ix
Abstract	xi
Συντομογραφίες.....	xv
Πρόλογος.....	1
Κεφάλαιο 1. Επαυξημένη Πραγματικότητα	3
1.Εισαγωγή - Ορισμός	3
1.1 Ιστορικό υπόβαθρο.....	4
1.2 Κατηγορίες Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	6
1.3 Λειτουργία Βασικού Συστήματος Επαυξημένης Πραγματικότητας	8
1.4 Επαυξημένη Πραγματικότητα και πεδία εφαρμογής.....	11
1.5 Υφιστάμενη κατάσταση και σύγχρονες εξελίξεις.....	15
Κεφάλαιο 2. Επαυξημένη Πραγματικότητα και Εκπαίδευση	17
2.1 Εισαγωγή.....	17
2.2 Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις και Επαυξημένη Πραγματικότητα.....	18
2.3 Επαυξημένη Πραγματικότητα και Εκπαιδευτικά Οφέλη.....	20
2.4 Επαυξημένη Πραγματικότητα- Περιορισμοί και Εμπόδια.....	22
2.5 Επαυξημένη Πραγματικότητα και Αυτισμός	24
Κεφάλαιο 3. Κινητή Μάθηση και Επαυξημένη Πραγματικότητα	26
3.1 Εισαγωγή.....	26
3.2 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη ελληνικών εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ.....	28
3.3 Αξιολόγηση εφαρμογών ΕΠ για κινητές συσκευές	31
Κεφάλαιο 4. Πλατφόρμες Ανάπτυξης εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας	37
4.1 Εισαγωγή.....	37
4.2 Εργαλεία Ανάπτυξης Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	38
4.3 Εκπαιδευτικές Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας	43
4.4 Βιβλία και Παιχνίδια Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	47
Κεφάλαιο 5. Μεθοδολογία έρευνας	49
5.1 Εισαγωγή.....	49

5.2 Ερευνητικά ερωτήματα.....	49
5.3 Ερευνητικός σχεδιασμός και διαδικασία	50
Κεφάλαιο 6. Ανάλυση δεδομένων	55
6.1 Ανάλυση ποσοτικών δεδομένων	55
6.2 Παρουσίαση ποιοτικών δεδομένων	76
Κεφάλαιο 7. Συζήτηση	84
Κεφάλαιο 8. Συμπεράσματα.....	96
8.1 Περιορισμοί.....	97
8.2 Μελλοντικά βήματα.....	97
Αναφορές.....	98
Πηγές Εικόνων	109
Παράρτημα Ι. Κατάλογος ερευνών.....	111
Παράρτημα ΙΙ. Πλήρη δεδομένα της ανάλυσης.....	1

Συντομογραφίες

	Αγγλικά	Ελληνικά
AR	Augmented Reality	ΕΠ Επαυξημένη Πραγματικότητα
MR	Mixed Reality	ΜΠ Μεικτή Πραγματικότητα
AV	Augmented Virtuality	ΕΕ Επαυξημένη Εικονικότητα
QR codes	Quick Response Codes	Κωδικοί Γρήγορης Ανταπόκρισης
GPS	Global Positioning System	Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Εντοπισμού
3D	Three dimensional	Τρισδιάστατη Απεικόνιση

Πρόλογος

Η χρήση των νέων ψηφιακών τεχνολογιών διεισδύει όλο και περισσότερο στον τομέα της εκπαίδευσης, σε όλες τις βαθμίδες, με σημαντικά αποτελέσματα. Η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) ή Augmented Reality (AR) αποτελεί μια από τις τελευταίες εξελίξεις και λαμβάνει μια συνεχώς αυξανόμενη προσοχή, ενώ πολλές έρευνες διεξάγονται σε διεθνή κλίμακα προκειμένου να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης της κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και της μάθησης.

Ο όρος Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality) αναφέρεται σε εφαρμογές υπολογιστών και φορητών συσκευών οι οποίες ενσωματώνουν στον πραγματικό κόσμο του χρήστη ψηφιακό υλικό, κυρίως εικόνα και ήχο, που έχει δημιουργηθεί από υπολογιστικές μονάδες. Οι εφαρμογές αυτές έχουν διεισδύσει για τα καλά στην ζωή μας καθώς και σε πολλά πεδία επιστημονικού ενδιαφέροντος. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα αποτελεί ένα συνεχές αναπτυσσόμενο τεχνολογικό πεδίο. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία θα αποτελέσει ένα από τα πιο επιθυμητά μελλοντικά εκπαιδευτικά εργαλεία μιας και η πιο διαδεδομένη χρήση της σημειώνεται σε εφαρμογές κινητών συσκευών.

Για να βιώσει κανείς την εμπειρία που προσφέρει η ΕΠ χρειάζεται να αλληλεπιδράσει μαζί της. Αν και οι περισσότερες αναφορές κάνουν λόγο για οπτικό μέσο, οι εφαρμογές ΕΠ μπορούν να ερεθίσουν και άλλες ανθρώπινες αισθήσεις πέραν της όρασης. Με την αρωγή της ΕΠ, τα άτομα αντιλαμβάνονται καλύτερα όσα εξελίσσονται στο εμπλουτισμένο περιβάλλον τους (FitzGerald, et al., 2013). Για την εξασφάλιση των ανωτέρω, η ΕΠ αξιοποιεί έξυπνες κινητές συσκευές οι οποίες παρακινούν τους χρήστες να έρθουν σε επαφή και να εκμεταλλευτούν τις ψηφιακές πληροφορίες (Dunleavy, 2014) .

Εκπαιδευτικές εφαρμογές ΕΠ μεγάλης κλίμακας ήταν αδύνατες πριν από την πρόσφατη κυκλοφορία φθηνών και προσιτών smartphone και tablet, γι' αυτό και σήμερα διερευνώνται οι δυνατότητες μάθησης που προσφέρει η Επαυξημένη Πραγματικότητα σε διαφορετικά γνωστικά πεδία (Mikropoulos & Natsis, 2011). Η ΕΠ αποτελεί μία τεχνολογία με ποικιλία δυνατοτήτων και πλεονεκτημάτων στον εμπλουτισμό της διδασκαλίας και της μαθησιακής διαδικασίας (Billinghurst, 2003; Klopfer & Squire, 2008; Shelton & Hedley, 2002). Εκπαιδευτικοί και κυρίως μαθητές που έχουν αξιοποιήσει εφαρμογές ΕΠ κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος, ανέφεραν ως επί το πλείστον θετικές κριτικές καθώς κινητοποιήθηκαν για να συμμετέχουν πιο ενεργά και εκδήλωσαν θετική στάση απέναντι σε

μαθήματα που τα θεωρούσαν λιγότερο ενδιαφέροντα. Ο ρόλος της ΕΠ είναι να συμπληρώσει την πραγματικότητα με επιπρόσθετες πληροφορίες και χρήσιμο υλικό, το οποίο, με τον τρόπο που παρέχεται στους μαθητές, θα συντελέσει στη σφαιρικότερη γνώση τους (Akgün, İstanbullu & Avcı, 2017).

Η δυνατότητα που παρέχει η ΕΠ για συνδυασμό και ενίσχυση των όσων γνωρίζουμε από τον πραγματικό κόσμο μέσω των ψηφιακών και εικονικών αντικείμενων καθιστά την τεχνολογία αυτή ως ένα από τα ισχυρά διαδραστικά εργαλεία. Τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει ένας μαθητής μέσω της χρήσης της είναι πολλά. Στη χώρα μας έχουν γίνει αξιόλογες έρευνες και ενέργειες για τη δημιουργία και τον εμπλουτισμό των σχολικών βιβλίων με στοιχεία ΕΠ. Οι περισσότερες δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε μαθήματα Γεωγραφίας, Ιστορίας, Αγγλικών, Μαθηματικών, Φυσικών καθώς και στα πλαίσια της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης για τη δημιουργία και την εφαρμογή ενός διδακτικού βιβλίου ΕΠ σε φοιτητές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης.

Η παρούσα εργασία εστιάζει στον εντοπισμό και την καταγραφή των χαρακτηριστικών που διαθέτουν εφαρμογές ΕΠ που αξιοποιήθηκαν ως παιδαγωγικό μέσο για την ενίσχυση της διδασκαλίας. Το πρώτο μέρος της εργασίας εισάγει τον αναγνώστη στο υλικό, τις έννοιες, τις εφαρμογές και τα μέσα που συνθέτουν αυτό που αποκαλούμε ΕΠ, ενώ ακολουθεί μια εις βάθος ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας και των όσων έχουν καταγραφεί τα τελευταία χρόνια σχετικά με τις εφαρμογές αυτές.

Κεφάλαιο 1. Επαυξημένη Πραγματικότητα

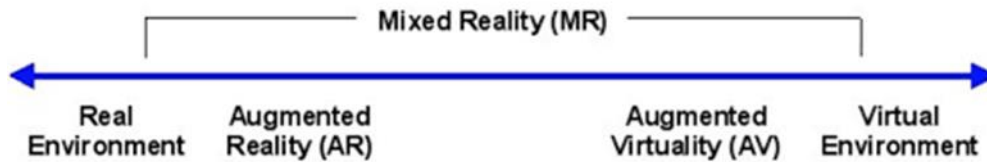
1. Εισαγωγή - Ορισμός

Η εποχή μας χαρακτηρίζεται από τη ραγδαία εξέλιξη των επιτευγμάτων στον τομέα της Πληροφορικής και των εφαρμογών της σε όλους τους κλάδους. Τεχνολογικοί όροι όπως Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ), Μεικτή Πραγματικότητα (ΜΠ) ή Mixed Reality (MR) ξεχωρίζουν και αναδεικνύονται ως οι δημοφιλέστερες επιλογές σε τρόπους κατάρτισης και εξειδίκευσης στον επαγγελματικό χώρο. Η εύκολη πρόσβαση στις υπηρεσίες του Διαδικτύου και η ενσωμάτωση ποικίλων εφαρμογών σε έξυπνες συσκευές (smartphones) οδηγούν στη συνεχή βελτίωση αυτών με σκοπό οι εφαρμογές να γίνονται πιο εύκολα διαχειρίσιμες από τους χρήστες τους.

Ο όρος επαυξημένη πραγματικότητα (ΕΠ) έχει οριστεί διαφορετικά μεταξύ των ερευνητών στις επιστήμες των υπολογιστών και στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα ορίζεται ως μια έμμεση ή άμεση (σε πραγματικό χρόνο) θέαση του πραγματικού φυσικού περιβάλλοντος, το οποίο έχει επαυξηθεί μέσω της προσθήκης εικονικών πληροφοριών δημιουργημένων από υπολογιστή (Carmigniani & Furht, 2011). Ο Azuma (1997) περιγράφοντας το τι είναι η ΕΠ, σημείωσε ότι η τεχνολογία αυτή έχει τη δυνατότητα να συνδυάζει τον πραγματικό με τον εικονικό κόσμο και συγκεκριμένα να παραθέτει εικονικά – ψηφιακά στοιχεία στα ήδη υπάρχοντα πραγματικά δεδομένα. Το περιβάλλον του χρήστη έτσι συμπληρώνεται και διαμορφώνεται λαμβάνοντας επαυξημένες πληροφορίες οι οποίες είναι διαδραστικές και τρισδιάστατες. Σύμφωνα με τον Azuma (1997) τα συστήματα ΕΠ πρέπει να περιλαμβάνουν τα εξής τρία χαρακτηριστικά:

- Να συνδυάζουν τα εικονικά με τα πραγματικά αντικείμενα σε πραγματικό περιβάλλον.
- Να επιτρέπουν την αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο.
- Να ενσωματώνουν τρισδιάστατα εικονικά αντικείμενα.

Οι Milgram και Kishino προσπαθώντας να αποφύγουν τη σύγχυση μεταξύ των όρων (Augmented Reality – AR), (Virtual Reality – VR) και (Mixed Reality – MR), παρέθεσαν το συνεχές της πραγματικότητας – εικονικότητας.



Εικόνα 1: Συνεχές της πραγματικότητας – εικονικότητας των Milgram & Kishino (1994)

Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα, ανάμεσα στο πραγματικό και το εικονικό περιβάλλον εσωκλείεται η Μεικτή Πραγματικότητα-ΜΠ (Mixed Reality). Η ΜΠ εσωκλείει την Επαυξημένη Πραγματικότητα καθώς και την Επαυξημένη Εικονικότητα (Augmented Virtuality-AV). Η Επαυξημένη Πραγματικότητα αναφέρεται σε κάθε περίπτωση όπου το πραγματικό περιβάλλον επαυξάνεται με ψηφιακά αντικείμενα και γραφικά φτιαγμένα σε υπολογιστή. Αντίστοιχα, στην Επαυξημένη Εικονικότητα, η οποία βρίσκεται πιο κοντά στον εικονικό κόσμο, το εικονικό περιβάλλον επαυξάνεται με πραγματικά στοιχεία (Milgram & Kishino, 1994). Η Επαυξημένη Πραγματικότητα σε αντίθεση με την Εικονική Πραγματικότητα προσπαθεί να μειώσει τον κίνδυνο της κοινωνικής απομόνωσης και της απουσίας κοινωνικών δεξιοτήτων μεταξύ των χρηστών (Kiryakova. G., et al., 2018).

1.1 Ιστορικό υπόβαθρο

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα, μία από τις αναδυόμενες εκπαιδευτικές τεχνολογίες με σημαντικά παιδαγωγικά οφέλη (Johnson, et al., 2010) πρωτοεμφανίστηκε σαν όρος πριν περίπου 90 χρόνια. Ο Ivan Sutherland (1928), καθηγητής του πανεπιστημίου του Harvard, γνωστός ως ο πατέρας των γραφικών των υπολογιστών και της Εικονικής Πραγματικότητας σχεδίασε και κατασκεύασε την πρώτη για την εποχή καινοτόμα συσκευή τρισδιάστατης απεικόνισης η οποία ονομάστηκε Δαμόκλειος σπάθη λόγω της βαριάς δομής της που κρέμονταν από την οροφή πάνω από τον χρήστη. Αυτή η συσκευή στερεωνόταν με ασφάλεια στο κεφάλι, επιτρέποντας την εκτέλεση πειραμάτων τα οποία ενσωμάτωναν εικονικό περιεχόμενο σε πραγματικό περιβάλλον (Sutherland, 1968). Το 1974 αναδύθηκε ένα νέο σύστημα τεχνητής πραγματικότητας επονομαζόμενο Videoplase στο οποίο ο χρήστης ένοιωθε σαν να αλληλεπιδρούσε με το περιβάλλον μέσω ενός συστήματος προβολής και βίντεο καμερών, δείχνοντας σκιές σε οθόνες (Myron Krueger, 1977). Στις αρχές του 1990, χρησιμοποίησαν τον όρο της ΕΠ δύο ερευνητές από την εταιρία Boeing, ο Tom Caudell και

ο συνεργάτης του David Mizell, οι οποίοι θέλησαν να περιγράψουν την τεχνολογία που δημιουργούσε επαύξηση στο οπτικό πεδίο του χρήστη δίνοντάς του χρήσιμες πληροφορίες. Οι πληροφορίες αυτές προκύπταν μέσω μιας διαφανούς οθόνης, προσαρμοσμένης στο κεφάλι και συνέβαλαν στη βελτίωση κατασκευής των αεροσκαφών (Caudell, et.al., 1992).

Το 1992 δημιουργήθηκε στο εργαστήριο USAF Armstrong, το Virtual Fixtures. Επρόκειτο για ένα ρομποτικό σύστημα του οποίου η λειτουργία βασιζόταν σε ένα σύστημα ΕΠ με κύριο στόχο να ενδυναμώσει την αποδοτικότητα των εργαζόμενων δίνοντάς τους επιπρόσθετες πληροφορίες στον εργασιακό τους χώρο (Rosenberg, 1992).



Εικόνα 2: Ο Rosenberg δοκιμάζει ένα από τα πρώτα συστήματα Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Τα επόμενα δύο χρόνια η τεχνολογία της ΕΠ εισήλθε για πρώτη φορά στον χώρο του θεάτρου. Το *Dancing in Cyberspace*, η πρώτη θεατρική παραγωγή που αξιοποίησε την τεχνολογία της ΕΠ παρουσίασε τους ακροβάτες να χορεύουν στη σκηνή γύρω και μέσα από εικονικά αντικείμενα. Το 1999, η NASA ενσωμάτωσε την τεχνολογία της ΕΠ στο διαστημόπλοιο X-38 μέσω ενός υβριδικού συστήματος συνθετικής όρασης. Στόχος τους ήταν να βελτιώσουν το σύστημα πλοήγησης κατά τη διάρκεια των δοκιμαστικών πτήσεων. Στη συνέχεια, ένας μεγάλος αριθμός μελετών και αναφορών εμφανίστηκε στον τομέα της Επαυξημένης Πραγματικότητας και των εφαρμογών της. Ιδρύθηκαν οι πρώτες εταιρείες που πρόσφεραν στους χρήστες πλήθος εργαλείων με σκοπό τη δημιουργία εφαρμογών ΕΠ. Σταδιακά εμφανίστηκαν και βιβλιοθήκες εφαρμογών ΕΠ, όπως η ARToolKit η οποία δημιουργήθηκε από τον Hirocazu Cato επιτρέποντας την εισαγωγή τρισδιάστατων εικονικών μοντέλων (Kato, 1999).

Ωστόσο ο Klorher (2008) σημείωσε ότι δεν πρέπει να οριστεί αυστηρά και περιορισμένα ο όρος της Επαυξημένης Πραγματικότητας για τον λόγο ότι θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε σύστημα που συνδυάζει πραγματικές και εικονικές πληροφορίες με φυσικό και συνεκτικό τρόπο. Η ΕΠ θα μπορούσε να οριστεί ευρέως ως μια κατάσταση στην οποία ένα πλαίσιο του πραγματικού κόσμου επικαλύπτεται δυναμικά με εικονικές πληροφορίες (Klorher&Squire, 2008).

Ολοκληρώνοντας την ανασκόπηση του ιστορικού υπόβαθρου του όρου που μελετάται αξίζει να αναφερθεί ότι από το 2002 λαμβάνει χώρα ο διεθνής θεσμός ISMAR. Τα τελευταία χρόνια το αμείωτο ενδιαφέρον πολλών επιστημόνων και ερευνητών που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ΕΠ έχει οδηγήσει στη συγκρότηση μιας κοινότητας της οποίας σκοπός είναι ο διαμοιρασμός και η μετάδοση των τρεχουσών εξελίξεων στο πεδίο της, μέσα από την οργάνωση και τον συντονισμό συνεδρίων και διεθνών workshop. Το Διεθνές Συμπόσιο για την Τεχνολογία Μεικτής και Επαυξημένης Π (International Symposium on Mixed and Augmented Reality) είναι το πιο σημαντικό συνέδριο επί του συγκεκριμένου θέματος γι' αυτό και διεξάγεται από το 2002 μέχρι και σήμερα.

1.2 Κατηγορίες Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας χαρακτηρίζεται ως ένα νέος τύπος διαδραστικής διεπαφής (interactive interface) που αντικαθιστά τις συνηθισμένες οθόνες των συσκευών (laptop, smartphones, tablets) με μια πιο φυσική διεπαφή, επιτρέποντας την αλληλεπίδραση με μια πραγματικότητα που είναι μεν εικονική αλλά δείχνει ως τελείως φυσική. Σε μια προσπάθεια να αποτυπωθεί καλύτερα η τεχνολογία που βρίσκεται πίσω από την ΕΠ ακολουθεί η διάκριση της σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με τα μέσα που χρησιμοποιεί και τους στόχους που θέτει.

I.Τεχνολογία εντοπισμού δεικτών (Marker Based Augmented Reality)

Η τεχνολογία εντοπισμού δεικτών χρησιμοποιεί οπτικούς δείκτες (επίπεδες κατασκευές με μακριές άκρες και έντονες γωνίες), καταγράφει το βίντεο που εισάγεται από την κάμερα και προσθέτει τρισδιάστατα εφέ στη σκηνή. Αυτός ο τύπος επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιείται κυρίως για τη συλλογή περισσότερων πληροφοριών σχετικά με το αντικείμενο. Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται ευρέως στα πολυκαταστήματα και τις βιομηχανίες. Επιπλέον, κάθε φορά που χρησιμοποιείται ένας κωδικός QR (κωδικός γρήγορης ανταπόκρισης) ή σαρώνεται μια εικόνα και ζωντανεύει, στην πραγματικότητα χρησιμοποιείται ΕΠ που βασίζεται σε δείκτη. Μια άλλη κοινή χρήση της τεχνολογίας εντοπισμού δεικτών είναι η μετάφραση των λέξεων. Η επαυξημένη τεχνολογία αναγνώρισης βοηθά στη μετάφραση των λέξεων που φαίνονται μέσω της κάμερας ενός smartphone σε άλλη γλώσσα. Αυτός ο τύπος τεχνολογίας ΕΠ χρησιμοποιείται παγκοσμίως σε κάθε τομέα. Για παράδειγμα, σε μια στάση λεωφορείου σκανάροντας με το κινητό μας τον κωδικό QR μπορούμε να ενημερωθούμε για το επόμενο δρομολόγιο σε πραγματικό χρόνο.

II.Τεχνολογία λογισμικού χωρίς τη χρήση δεικτών (Markless Augmented Reality or Location based AR)

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα βάσει τοποθεσίας ή χωρίς δείκτες είναι μία από τις πιο συχνά εφαρμοζόμενες εφαρμογές. Αυτή η τεχνολογία παίρνει το όνομά της λόγω των εύκολα διαθέσιμων λειτουργιών στα smartphones που παρέχουν ανίχνευση τοποθεσίας, προσδιορισμό θέσης, ταχύτητας, επιτάχυνσης και προσανατολισμού. Οι εφαρμογές βάσει τοποθεσίας συνήθως βοηθούν τους ταξιδιώτες. Επιπλέον, αυτός ο τύπος τεχνολογίας ΕΠ έχει να κάνει με την προσθήκη πληροφοριών τοποθεσίας στην οθόνη σχετικά με τα αντικείμενα που μπορεί να δει κάποιος από την κάμερα του smartphone.

III.Τεχνολογία Υπέρθεσης (Superimposition Based Augmented Reality)

Η τεχνολογία υπέρθεσης αντικαθιστά ένα αντικείμενο με ένα εικονικό χρησιμοποιώντας την οπτική αναγνώριση των αντικειμένων. Αυτή η διαδικασία συμβαίνει συνήθως με τη μερική ή ολόκληρη αντικατάσταση της προβολής ενός αντικειμένου με μια επαυξημένη

προβολή. Τα παιχνίδια FPS (First Person Shooter games) είναι το καλύτερο παράδειγμα επαυξημένης πραγματικότητας που βασίζεται σε Superimposition. Σε αυτά τα παιχνίδια, ο στρατιώτης έχει προηγμένο στρατιωτικό εξοπλισμό που δείχνει νυχτερινή όραση, υπέρυθρη προβολή και ραδιενεργή θέα.

IV. Προβολικά Συστήματα (Projection-based Augmented Reality)

Στα προβολικά συστήματα ΕΠ οι εικόνες προβάλλονται πάνω σε επιφάνειες αντικειμένων του πραγματικού κόσμου. Μεταβάλλοντας την κίνηση στην επιφάνεια του αντικειμένου ενεργοποιείται η προβολή των εικόνων. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα βάσει προβολής χρησιμοποιείται στην προβολή ψηφιακών πληκτρολογίων στην επιφάνεια ενός γραφείου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η εικόνα που παράγεται με προβολή μπορεί να μην είναι αλληλεπιδραστική. Αυτές οι μη αλληλεπιδραστικές προβολές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ωστόσο για μελλοντικές ρυθμίσεις. Για παράδειγμα, αν κάποιος θέλει να ελέγξει ότι το μελλοντικό ψυγείο του θα χωρέσει σε έναν χώρο κοντά στο φούρνο, μπορεί να προβάλλει τη μη διαδραστική προβολή του ψυγείου και να αποφασίσει.



Εικόνες 3,4: Παραδείγματα προβολικού συστήματος

1.3 Λειτουργία Βασικού Συστήματος Επαυξημένης Πραγματικότητας

Κάθε σύστημα ΕΠ χρειάζεται να διαθέτει κάποια βασικά στοιχεία ώστε να μπορεί να υποστηρίξει και να υλοποιήσει αντίστοιχες εφαρμογές. Ένα απλό σύστημα ΕΠ για να λειτουργήσει προϋποθέτει την ύπαρξη μιας κάμερας, μιας υπολογιστικής μονάδας και μιας οθόνης. Το σύστημα εισόδου, οι αισθητήρες, ο επεξεργαστής και οι συσκευές απεικόνισης αποτελούν τα δομικά στοιχεία της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας.

❖ **Σύστημα εισόδου:** Το σύστημα εισόδου περιλαμβάνει την κάμερα και τους αισθητήρες. Η κάμερα θα συλλάβει την εικόνα την οποία στη συνέχεια θα την επεξεργαστεί το σύστημα και θα την επαυξήσει με εικονικά αντικείμενα. Το αποτέλεσμα που θα φτάσει στον χρήστη είναι μια εικόνα εμπλουτισμένη με στοιχεία που θα την κάνουν να δείχνει απολύτως φυσική (Siltanen, 2012). Η θέση της κάμερας είναι εκείνη που θα βοηθήσει στον κατάλληλο εμπλουτισμό της εικόνας με τα εικονικά στοιχεία. Βαθμονομώντας σωστά την κάμερα, το σύστημα μπορεί να τοποθετήσει τα εικονικά αντικείμενα στη σωστή θέση. Ο τρόπος με τον οποίο υπολογίζουμε τον προσανατολισμό της κάμερας σε προσδιορισμένο χρόνο καλείται *tracking* (Siltanen, 2012). Το *tracking*, δηλαδή ο εντοπισμός των δεικτών, θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι «το σήμα κατατεθέν» της τεχνολογίας της ΕΠ.

Στη φάση όπου η κάμερα καταγράφει τον πραγματικό κόσμο και προσδιορίζεται ο προσανατολισμός και η θέση της, απαιτείται κάποιο λογισμικό που θα αναλύει τις εικόνες που συλλέγονται από την κάμερα ώστε να μπορεί να υπολογίζει τη θέση της κάμερας σε σχέση με αυτό που κοιτάζει. Για να επιτευχθεί αυτό, η κάμερα χρησιμοποιεί κάποια φυσικά ή τεχνητά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος. Συνήθως προτιμώνται τα φυσικά χαρακτηριστικά ή αλλιώς οι φυσικοί δείκτες αναφοράς (*fiducial markers*).



Εικόνα 5: Καθοδηγητικοί δείκτες αναφοράς

❖ **Αισθητήρες:** Σύμφωνα με τον Siltanen (2012) υπάρχουν διάφορες τεχνικές ανίχνευσης της κατάστασης του φυσικού κόσμου. Οι τεχνικές εντοπισμού με αισθητήρα χρησιμοποιούν ακουστικούς, οπτικούς και μαγνητικούς αισθητήρες προκειμένου να εντοπίσουν τη θέση και τον προσανατολισμό της κάμερας (Yang, et al., 2008). Στους ακουστικούς αισθητήρες τα συστήματα αξιοποιούν πομπούς υπερήχων τους οποίους φορούν οι χρήστες στο κεφάλι. Το που θα σταθεί ο χρήστης και προς ποια κατεύθυνση, μετά την τοποθέτηση των αισθητήρων στον περιβάλλοντα χώρο, θα προσδιοριστεί και θα καθοριστεί με

κριτήριο, τον απαιτούμενο χρόνο της πορείας του ήχου μέχρι τους αισθητήρες. Όμως η σχετικά αργή ταχύτητα του ήχου και η εξάρτησή της από τις περιβαλλοντικές συνθήκες είναι ο λόγος που τα συστήματα αυτά θέτουν κάποιους περιορισμούς (Rolland, Davis, Baillot, 2001).

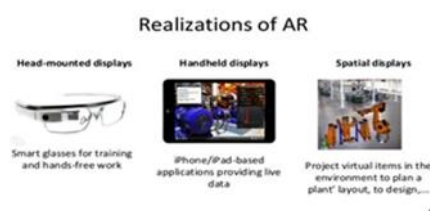
Οι οπτικοί αισθητήρες είναι προγραμματισμένοι να προσδιορίζουν επακριβώς το σημείο που βρίσκεται η κάμερα σε ένα περιβάλλον που ελέγχονται οι συνθήκες του. Συχνά όμως οι παράγοντες του φωτισμού και η πληθώρα ερεθισμάτων στο συγκεκριμένο περιβάλλον είναι πιθανόν να αλλοιώσουν την ακρίβεια του οπτικού αποτελέσματος των αισθητήρων αυτών (Rolland, Davis, Baillot, 2001). Ως αποτέλεσμα έχουμε την κωδικοποίηση της πληροφορίας από τους οπτικούς δείκτες εντοπισμού με τρόπο που συνεπάγεται τη σύνδεση εκ μέρους του συστήματος συγκεκριμένων αντικειμένων με τους δείκτες και τη δημιουργία συγκεκριμένων αλληλεπιδράσεων (Siltanen, 2012). Τέλος, η ύπαρξη στο φυσικό περιβάλλον διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών, η απόσταση και η φυσική φθορά, είναι οι λόγοι που καθιστούν τους μαγνητικούς αισθητήρες λιγότερο ακριβείς από τους οπτικούς (Rolland, Davis, Baillot, 2001).

Για τις εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας χρησιμοποιούνται κι άλλοι αισθητήρες για τη συλλογή περιβαλλοντικών πληροφοριών. Ένα εξαιρετικό χαρακτηριστικό αυτής της τεχνολογίας είναι η δυνατότητα του να παρέχει στους χρήστες πληροφορίες σχετικά με τη γεωγραφική τους θέση, την κινητική τους κατάσταση και τον προσανατολισμό τους. Το σύστημα γεωγραφικού εντοπισμού GPS (Global Positioning System) χρησιμοποιείται στα συστήματα ΕΠ επιτρέποντάς τους να γνωρίζουν που βρίσκονται γεωγραφικά ώστε να καταφέρουν να παρέχουν επιπλέον πληροφορίες στον χρήστη για κοντινά μνημεία, αξιοθέατα, κ.α. Τέλος, τα επιταχυνσιόμετρα και οι πυξίδες αποτελούν επίσης σημαντικά όργανα για την ανίχνευση και συγκέντρωση στοιχείων.

❖ **Επεξεργαστής:** Ο επεξεργαστής είναι βασική προϋπόθεση για τη λειτουργία των συστημάτων Επαυξημένης Πραγματικότητας αφού είναι υπεύθυνος για την αξιολόγηση των δεδομένων που συλλέγουν οι αισθητήρες και για την παραγωγή κατάλληλων σημάτων για την οδήγηση της οθόνης. Το εμπλουτισμένο και επαυξημένο περιβάλλον κάθε εφαρμογής ελέγχεται από αλγορίθμους και προγραμματιστικούς κανόνες ώστε να μπορεί ο χρήστης να ενεργοποιεί και να προσδιορίζει τη συμπεριφορά των αντικειμένων που συνθέτουν το περιεχόμενο της εφαρμογής.

❖ **Συσκευές απεικόνισης:** Υπάρχουν τέσσερα βασικά είδη απεικόνισης. Αυτά που στηρίζονται στην κεφαλή ή Head-Mounted Display (HMD), αυτά που χρησιμοποιούν Οπτική Τεχνολογία και στηρίζονται στην κεφαλή (Optical see-through HMD systems), αυτά που κρατώνται στο χέρι ή Handheld Display και τέλος αυτά της Χωρικής απεικόνισης (Spatial Display).

- **Head-Mounted Display (HMD):** Είναι μια συσκευή απεικόνισης που τοποθετείται στο κεφάλι και που έχει τη δυνατότητα με τη χρήση της οπτικής τεχνολογίας να διακρίνει τον συνδυασμό πραγματικών και εικονικών στοιχείων μέσα σε ένα περιβάλλον (Azuma et al., 2001).
- **(Optical see-through HMD systems):** Πρόκειται για ειδικά γυαλιά όπου μέσω ημιδιάφανων καθρεφτών κατάλληλα τοποθετημένων, η εικόνα φτάνει στο μάτι του χρήστη μετά από διάθλαση (Azuma et al., 2001).
- **Handheld Displays:** Είναι φορητές συσκευές με οθόνη οι οποίες μέσω ενσωματωμένης κάμερας προβάλλουν σε πραγματικό χρόνο ένα επαυξημένο βίντεο (Azuma et al., 2001).
- **(Spatial Displays):** Οι ραδιοσυχνότητες, τα ολογράμματα και όποια άλλα είδη εντοπισμού μας προσφέρει η τεχνολογία, μπορούν να βοηθήσουν στη χωρική απεικόνιση και στην απευθείας γραφική αποτύπωση της πάνω στα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου (Azuma et al., 2001).



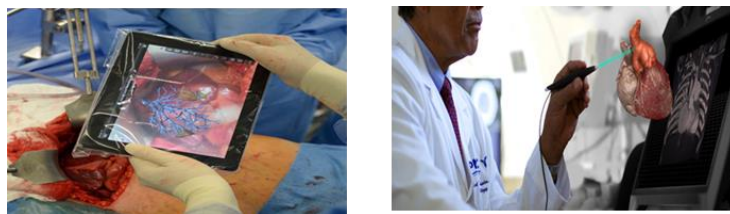
Εικόνα 6: Συσκευές απεικόνισης ΕΠ

1.4 Επαυξημένη Πραγματικότητα και πεδία εφαρμογής

Την τελευταία δεκαετία η όλο και μεγαλύτερη χρήση της λεγόμενης έξυπνης κινητής τεχνολογίας δημιούργησε ολοένα και περισσότερες εφαρμογές ΕΠ. Σύμφωνα με τους Tom Dieck και Jung (2016), παράγοντες όπως η ενίσχυση της αντίληψης του χρήστη, η δυνατότητα πλοήγησης, η αλληλεπίδραση με την πραγματικότητα (Azuma, 1997), η συνύπαρξη του πραγματικού κόσμου με το προστιθέμενο περιεχόμενο, είναι κάποια από τα οποία

αφορούν διάφορους τομείς και στρέφουν την προσοχή τους στη συγκεκριμένη τεχνολογία. Ως ιδιαίτερα ενεργό επιστημονικό πεδίο επομένως η ΕΠ επηρεάζει πολλούς ερευνητικούς χώρους όπως η Μηχανική, η Πληροφορική, η Ηλεκτρονική, η Ρομποτική, η Τηλερομποτική, η Εκπαίδευση, η Επικοινωνία, η Αρχιτεκτονική, η Ιατρική, η Μικροβιολογία, η Βιοϊατρική, η Ψυχανάλυση και οι Κοινωνικές Επιστήμες (Furht & Borinoje, 2011). Μεγάλο ποσοστό εφαρμογών ΕΠ αναδεικνύονται και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο στον διαφημιστικό και στον εμπορικό τομέα, στον τουρισμό, στη διασκέδαση, στην ψυχαγωγία, στη βιομηχανία, στη στρατιωτική εκπαίδευση και στην πλοήγηση στρατιωτικών αεροσκαφών.

Για παράδειγμα, η τεχνολογία της ΕΠ χρησιμοποιείται στον στρατό για προσομοιώσεις με σκοπό να εκπαιδεύσει τόσο τους πιλότους, τους στρατιώτες όσο και το προσωπικό εδάφους. Στο πεδίο της κλινικής ιατρικής έχουν αξιοποιηθεί εφαρμογές ΕΠ μέσω χρήσης πρόσθετων αισθητήρων φυσικού περιβάλλοντος προκειμένου οι φοιτητές να ενισχύσουν τις ψυχοκοινωνικές τους δεξιότητες και να αυξήσουν τις επιδόσεις τους (Kotranza et al., 2009). Επίσης, φοιτητές ιατρικής εκπαιδεύονται πάνω σε ζητήματα χειρουργικών επεμβάσεων με τη βοήθεια της ΕΠ. Οι απεικονίσεις ΕΠ βοηθούν τους φοιτητές να ερμηνεύσουν πολύπλοκες ιατρικές καταστάσεις και συνθήκες. Σε συνδυασμό με συστήματα μαγνητικής τομογραφίας ή ακτινών Χ, η τεχνολογία της ΕΠ μπορεί να προσφέρει στον χειρουργό πολύτιμες πληροφορίες για την κατάσταση των οργάνων, την αρτηριακή πίεση, το ρυθμό της καρδιάς και έτσι να μειώσει τον κίνδυνο μιας επέμβασης.



Εικόνες 7,8: Χρήση της ΕΠ στην ιατρική.

Μια άλλη χρήση της ΕΠ που διευκολύνει καθημερινά τη ζωή μας είναι η εφαρμογή πλοήγησης μέσω των ενισχυμένων συστημάτων GPS και των ενσωματωμένων καμερών που διαθέτουν τα smartphones. Επιλέγοντας το αρχικό σημείο Α μεταβαίνουμε με μεγάλη ευκολία στο σημείο Β μέσω της επιλεγμένης διαδρομής που μας προτείνει η

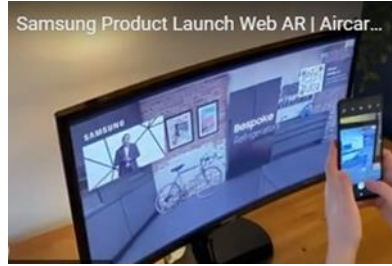
εφαρμογή και ταυτόχρονα ενημερωνόμαστε για πιθανά εμπόδια που υπάρχουν στην πορεία μας.

Επιπλέον, η τεχνολογία της ΕΠ χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο στη βιομηχανία. Σε περιπτώσεις συντήρησης και επισκευής περίπλοκου εξοπλισμού, όπως μαγνητικών τομογράφων MRI (Magnetic Resonance Imaging) ή μηχανοκίνητων μηχανημάτων η ΕΠ έρχεται να διευκολύνει σε μέγιστο βαθμό το προσωπικό, παρέχοντάς τους χρήσιμες πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, προτείνοντας πιθανές διορθώσεις για προβληματικές περιοχές. Οι εργαζόμενοι χρησιμοποιώντας ακουστικά και γυαλιά εφαρμογής ΕΠ μπορούν να εκτελούν τις εργασίες τους με μεγαλύτερη επιτυχία.



Εικόνα 9: Χρήση της ΕΠ στη μηχανική

Δεν προκαλεί εντύπωση το γεγονός ότι οι εμπορικές εφαρμογές στον τομέα της λιανικής πώλησης ξεκινούν να πρωτοστατούν προσπαθώντας να προσελκύσουν τους καταναλωτές μέσα από ένα νέο, σύγχρονο, εμπλουτισμένο περιβάλλον διάδρασης. Έρευνες δείχνουν ότι 8 στους 10 καταναλωτές χρησιμοποιούν τα smartphones για έρευνα αγοράς και το 70-80% αυτών προχωρά σε κάποια παραγγελία προϊόντος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η γνωστή εταιρία Samsung η οποία επέλεξε την τεχνολογία της ΕΠ για την προώθηση των νέων προϊόντων της. Δημιουργώντας μια συναρπαστική, απευθείας μεταδιδόμενη 3D εικονική περιήγηση σε ένα σπίτι πλήρως εξοπλισμένο με τις νεότερες οικιακές συσκευές Samsung, κάθε θεατής - υποψήφιος πελάτης μπορεί να σκανάρει το QR code και να βλέπει τα επαυξημένα προϊόντα να εμφανίζονται μέσα στο σπίτι του.



Εικόνα 10: ΕΠ για την προώθηση νέων προϊόντων

Εκτός από τη βιομηχανία, την ιατρική, τη μηχανική και τον στρατό τα τελευταία χρόνια εμφανίζονται όλο και περισσότερες εφαρμογές ΕΠ με την αξιοποίηση φορητών συσκευών σε μουσεία και χώρους πολιτισμού. Ένα αξιόλογο παράδειγμα εφαρμογής ΕΠ που χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και αφορούσε το Μουσείο της Ακρόπολης ήταν το ερευνητικό πρόγραμμα CHES (Cultural - Heritage Experiences through Socio-personal interactions and Storytelling) που στόχο είχε να ενισχύσει τις μουσειακές επισκέψεις μέσω διαδραστικών εξατομικευμένων αφηγήσεων. Ένα άλλο αξιόλογο παράδειγμα σημειώθηκε στην πρωτεύουσα της Κίνας όπου ανέπτυξαν μια καινοτόμο εφαρμογή χάρη στην οποία το Παλιό Θερινό Παλάτι εμφανιζόταν εικονικά ανακαινισμένο (Higgett et al., 2016). Αρκετές εφαρμογές πέραν της προβολής μνημείων πολιτισμού και χώρων με αρχαιολογική σημασία στοχεύουν στο να οπτικοποιήσουν αρχαιολογικά αντικείμενα και να παρουσιάσουν πώς ήταν η ζωή μέσα στις αρχαίες πόλεις. Ένα παράδειγμα που μας δείχνει αυτή την τεχνολογική δυνατότητα εντοπίζεται στο Jewry Wall Museum στο Leicester (<https://jewrywallstory.leicester.gov.uk/>) χάρη στην οποία αναβιώνει στα μάτια των επισκεπτών ολοζώντανα η ζωή στην πόλη Leicester κατά την περίοδο των ρωμαϊκών χρόνων (Higgett et al., 2016).

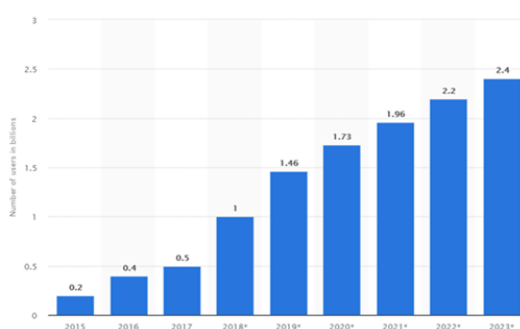
Οι περισσότερες εφαρμογές ΕΠ συναντώνται σε ηλεκτρονικούς οδηγούς. Μια ευρέως διαδεδομένη εφαρμογή είναι το LOUPE. Ο επισκέπτης-χρήστης κρατάει μια φορητή συσκευή που είναι τοποθετημένη μέσα σε μια ξύλινη θήκη και θυμίζει μεγεθυντικό φακό. Ο επισκέπτης τοποθετώντας αυτή τη συσκευή μπροστά στα διάφορα εκθέματα επιτυγχάνει με τη βοήθεια της ΕΠ την ξενάγησή του στον χώρο.



Εικόνα 11: Εφαρμογή ΕΠ σε μουσειακά εκθέματα

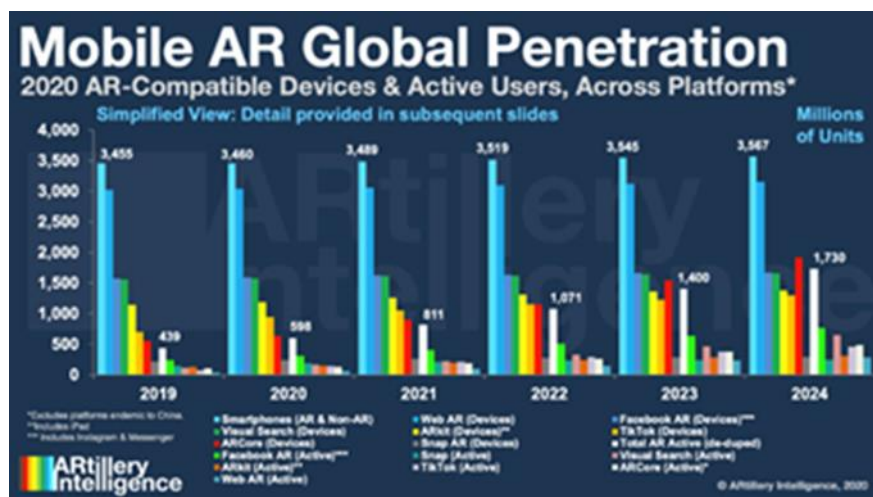
1.5 Υφιστάμενη κατάσταση και σύγχρονες εξελίξεις

Οι λήψεις εφαρμογών ΕΠ για κινητές συσκευές αυξάνονται παγκοσμίως από το 2016. Εκτιμάται ότι μέχρι το 2022 οι λήψεις εφαρμογών ΕΠ θα είναι πάνω από 5,5 δισεκατομμύρια (Statista, 2021). Το 2021, αναμένεται να υπάρχουν περίπου 1,96 δισεκατομμύρια χρήστες κινητής τηλεφωνίας παγκοσμίως. Την ίδια χρονιά, μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο συνολικός αριθμός χρηστών ΕΠ προβλέπεται να φτάσει τα 85 εκατομμύρια. Σύμφωνα με πρόσφατα στατιστικά δεδομένα (Statista, 2021) ο παγκόσμιος δείκτης της αγοράς για την Επαυξημένη Πραγματικότητα προβλέπεται να αυξηθεί δραστικά τα επόμενα χρόνια. Εκτιμάται ότι την περίοδο 2017-2025 το μέγεθος της αγοράς Επαυξημένης Πραγματικότητας θα σημειώσει αύξηση περίπου 3,5 δισεκατομμύρια δολάρια. Έως το 2023 εκτιμάται ότι θα σημειωθούν περίπου 2,4 δισεκατομμύρια χρήστες κινητής Επαυξημένης Πραγματικότητας παγκοσμίως, αύξηση 2,2 δισεκατομμυρίων από τα 200 εκατομμύρια που παρατηρήθηκαν το 2015.



Εικόνα 12: Αριθμός χρηστών κινητής ΕΠ παγκοσμίως από 2015 έως 2023

Σε αντίθεση με την Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality), η οποία δημιουργεί ένα τεχνητό περιβάλλον, η ΕΠ απλώς χρησιμοποιεί το υπάρχον περιβάλλον επικαλύπτοντας νέες πληροφορίες πάνω από αυτό. Στην ΕΠ οι πληροφορίες σχετικά με τον πραγματικό κόσμο που περιβάλλεται διατίθενται στον χρήστη για αλληλεπίδραση μέσω της χρήσης ακουστικών και άλλων πολυμέσων. Μέχρι το 2023, αναμένεται ότι οι παγκόσμιες αποστολές ακουστικών ΕΠ (headset) θα φτάσουν πάνω από 30 εκατομμύρια μονάδες. Σύμφωνα με άλλη πηγή (Artillery Intelligence, 2020) εκτιμάται όπως φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 13) ότι έως το 2024 οι ενεργές συσκευές με εφαρμογές ΕΠ θα φτάσουν τα 1,73 δισεκατομμύρια.



Εικόνα 13: Εκτίμηση παγκόσμιας διείσδυσης κινητής ΕΠ σύμφωνα με την Artillery Intelligence

Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε το ενδιαφέρον που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια από τους χρήστες του Διαδικτύου στη μηχανή αναζήτησης Google, αναφορικά με τον όρο "augmented reality in education". Σύμφωνα με το εργαλείο της Google (Google Trends) στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνεται ο αριθμός αναζητήσεων στη μηχανή αναζήτησης της Google για την Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαίδευση από το 2016 έως και σήμερα.



Εικόνα 14: Αριθμός αναζητήσεων στο Google για τον όρο «Augmented reality in education»

Κεφάλαιο 2. Επαυξημένη Πραγματικότητα και Εκπαίδευση

2.1 Εισαγωγή

Οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν επιφέρει ραγδαίες αλλαγές και στον εκπαιδευτικό κόσμο, παρέχοντας ευκαιρίες για νέες μαθησιακές εμπειρίες και ποιοτικές διδακτικές. Δεν προκαλεί εντύπωση το γεγονός ότι ο χώρος της εκπαίδευσης κερδίζει ολοένα σε δημοτικότητα για την καταλληλόλητα εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας. Τα τελευταία χρόνια έχουν δημοσιευτεί πολλές έρευνες που αναδεικνύουν τη χρήση και την επίδραση της ΕΠ σε ποικίλες πτυχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ενισχύοντας την παιδαγωγική αξία της συγκεκριμένης τεχνολογίας (Dede, 2009). Σήμερα, σε σχέση με το παρελθόν η χρήση της ΕΠ έχει καταστεί πολύ ευκολότερη με αποτέλεσμα να μπορεί αυτή να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης από την προσχολική αγωγή έως το πανεπιστήμιο (Ferrer-Torregrosa, Torralba, Jimenez, García, & Barcia, 2015). Εκείνο που σήμερα έχει βελτιωθεί πολύ με τη βοήθεια της ΕΠ είναι ο τρόπος με τον οποίο ο χρήστης αντιλαμβάνεται τις έννοιες του χώρου και του χρόνου και η ταυτόχρονη κατάδειξη με τη βοήθεια της σχέσης μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου (Sin & Zaman, 2010). Οι Cheng και Tsai (2013), επισήμαναν παράλληλα, ότι οι εφαρμογές ΕΠ μας επιτρέπουν να κατανοήσουμε σε βάθος τον τρόπο που σχετίζονται και διαπλέκονται μεταξύ τους ακόμη και διάφορες αφηρημένες έννοιες. Οι Klorfer και Squire (2008) τόνισαν την νέα ψηφιακή δυνατότητα που προσφέρεται στους μαθητές να έρθουν σε επαφή με φαινόμενα που στην πραγματική ζωή θα ήταν δύσκολο να προσεγγιστούν. Αυτοί είναι οι λόγοι για τους οποίους οι εφαρμογές ΕΠ έχουν γίνει στα χέρια των εκπαιδευτικών ένα ισχυρό εργαλείο (Martin et al., 2011). Με πιο απλά λόγια, η χρήση εφαρμογών ΕΠ στην εκπαίδευση κάνει τη μάθηση βιωματική για τους εκπαιδευομένους και στοχεύει κυρίως στο να γεφυρώσει το χάσμα της σχολικής αίθουσας και του εξωτερικού περιβάλλοντος καθώς και στο να αυξήσει την ικανότητα αντίληψης της πραγματικότητας από την πλευρά των μαθητών.

Προσφέροντας πολλαπλές ευκαιρίες σε μικρούς και μεγάλους για αλληλεπίδραση με το πραγματικό και το επαυξημένο περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο και δημιουργώντας ένα ενδιαφέρον και ελκυστικό περιβάλλον μάθησης, οι εφαρμογές ΕΠ λαμβάνουν θετική αποδοχή από τους μαθητές καθώς τους εισάγουν με παιχνιδιώδεις τρόπους στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Η χρήση εφαρμογών ΕΠ διευκολύνει τους μαθητές στο να

συσχετίζουν τα όσα έμαθαν με την πραγματικότητα αλλά και να παίρνουν πρωτοβουλίες για δικές τους εφαρμογές (Jerry & Aaron, 2010). Δεν είναι λίγες οι χρήσεις της Επαυξημένης Πραγματικότητας που καταγράφονται μέχρι σήμερα στη διεθνή εκπαιδευτική βιβλιογραφία. Πολλές εφαρμογές ΕΠ έχουν σχεδιαστεί και αξιοποιηθεί στα πλαίσια διδασκαλίας ποικίλων γνωστικών αντικειμένων όπως τα Μαθηματικά, οι Φυσικές Επιστήμες, η Μουσική Εκπαίδευση, η Βιολογία, η Αστρονομία και η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Να τονιστεί ότι οι δυνατότητες της ΕΠ δεν περιορίζονται στις λεγόμενες Επιστήμες του Ανθρώπου αλλά μπορούν να επεκταθούν και στη βελτίωση των γλωσσικών ικανοτήτων του (Billingurst et al., 2001) καθώς και στην ανάπτυξη εικονικής προοπτικής της ποίησης ή «visual poetry» (Bower et al., 2014).

Στη χώρα μας έχουν γίνει αξιόλογες προσπάθειες αξιοποίησης ή/και δημιουργίας εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας σε διάφορα διδακτικά αντικείμενα, τόσο με την επαύξηση σχολικών εγχειριδίων όσο και με το σχεδιασμό παιχνιδιών ΕΠ. Η καινοτομία ποικίλων εφαρμογών ΕΠ έγκειται στην ιδιότητα τρισδιάστατης απεικόνισης αντικειμένων – μοντέλων. Με τον τρόπο αυτό, στον τομέα της εκπαίδευσης η 3D απεικόνιση μπορεί να αξιοποιηθεί για την εις βάθος κατανόηση φαινομένων από τους μαθητές, στους οποίους η γνώση θα εντυπώνεται καλύτερα (Lamapauskas et al., 2007). Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι για να επιτευχθεί αποτελεσματικά ο σχεδιασμός μιας εκπαιδευτικής εφαρμογής ΕΠ χρειάζεται να ληφθεί υπόψη το μαθησιακό περιβάλλον, οι ιδιαιτερότητες του κάθε μαθητή, τα αξιώματα της ψυχολογίας του εκπαιδευομένου και φυσικά όλες οι θεωρίες που έχουν διατυπωθεί για τη μάθηση (Cuendet et al., 2013).



Εικόνα 15: Επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση

2.2 Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις και Επαυξημένη Πραγματικότητα

Το ενδιαφέρον για την Επαυξημένη Πραγματικότητα και για τη δημιουργία αποτελεσματικών μαθησιακών εμπειριών συνεχώς αυξάνεται. Η εκμάθηση θεωριών μπορεί να

χρησιμεύσει ως οδηγός και σύμβουλος για τους εκπαιδευτικούς που εξετάζουν την εφαρμογή εμπειριών και τεχνολογιών ΕΠ με τους μαθητές τους. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οι παιδαγωγικές προσεγγίσεις που καταγράφονται μέσα από τη χρήση κατάλληλων εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ είναι η μάθηση μέσω παιχνιδιού, η εμπλαισωμένη μάθηση, ο κονστρουκτιβισμός και η διερευνητική μάθηση. Πιο αναλυτικά:

Μάθηση μέσω παιχνιδιού (Game-based Learning): Η εξάσκηση των μαθητών στο να συνδυάζουν στα παιχνίδια τους την ΕΠ με την πραγματικότητα θα τους κάνει ικανούς να εφαρμόσουν κάτι ανάλογο με πολύ εύκολο τρόπο και στην πραγματική τους ζωή (Brom, Sisler, & Slavik, 2010). Οι μαθητές με τη βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας μαθαίνουν να μπαίνουν στα παιχνίδια τους σε συγκεκριμένους ρόλους. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα τους τροφοδοτεί με πληροφορίες, αλλά και τους μαθαίνει να εντοπίζουν τις πηγές από τις οποίες τις αντλούν (Dunleavy et al., 2009, Klopfer & Squire, 2008, Squire & Jan, 2007).

Εμπλαισωμένη Μάθηση (Situated Learning): Μέσω του συνδυασμού της εμπλαισωμένης μάθησης ή αλλιώς Αυθεντικής Μάθησης (Chen & Tsai, 2012, Dede, 2009, Dunleavy et al. 2009, Rasimah et al., 2011 όπ. αναφ. στο Bower et al., 2014) και του παιχνιδιού (Koutromanos et al., 2015) ο μαθητής βοηθιέται να μεταφέρει τον πραγματικό κόσμο μέσα στην τάξη αλλά και να ενσωματώσει τις προσωπικές του εμπειρίες μες την πραγματικότητα.

Κονστρουκτιβισμός (Constructivism): Ο κονστρουκτιβισμός υποστηρίζει ότι η μάθηση είναι μια διαδικασία η οποία προϋποθέτει την απόκτηση γνώσεων με την αυτενέργεια του μαθητή (Bruner, 1990). Αρκετές σύγχρονες θεωρίες μάθησης προέρχονται από το φιλοσοφικό πλαίσιο του κονστρουκτιβισμού, συμπεριλαμβανομένης της μάθησης με βάση την ανακάλυψη, την εμπλαισωμένη μάθηση και τη μάθηση μέσω παιχνιδιού. Οι τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας επιτρέπουν στους μαθητές να βιώσουν ενεργά το ψηφιακό περιεχόμενο και να ενσωματώσουν τις νέες πληροφορίες στην υπάρχουσα βάση γνώσης τους σε μια εξατομικευμένη διαδρομή ανακάλυψης. Ως εκ τούτου, οι θεωρίες για την ΕΠ είναι πολύ συμβατές με δόγματα του κονστρουκτιβισμού. Οι μαθητές χρησιμοποιώντας την ΕΠ μαθαίνουν να εμβαθύνουν σε διάφορες θεωρητικές έννοιες, αλλά και να εφευρίσκουν πιο ευέλικτους τρόπους διεξαγωγής των εργασιών τους (Bower et al., 2014).

Διερευνητική Μάθηση: Η Επαυξημένη Πραγματικότητα σύμφωνα με τους Durall, Gros, Maina, Johnson και Becker (2012), προσφέρει εμπειρίες που ακολουθούν τη μέθοδο της ανακαλυπτικής μάθησης, ξεφεύγοντας από το πλαίσιο της παραδοσιακής διδασκαλίας. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές παρατηρούν περισσότερες λεπτομέρειες στα φαινόμενα που οπτικοποιούνται με την βοήθεια της τεχνολογίας της ΕΠ και συνεργάζονται σε ένα περιβάλλον διάδρασης (Durall et al., 2012).

2.3 Επαυξημένη Πραγματικότητα και Εκπαιδευτικά Οφέλη

Μεγάλος αριθμός ερευνών καταγράφει τα παιδαγωγικά οφέλη από την εφαρμογή εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ (Billingham & Duenser, 2012). Δεδομένου ότι η χρήση των φορητών συσκευών (smartphones, tablets) παρέχει τη δυνατότητα για αλληλεπίδραση με ψηφιακό, διαδραστικό περιεχόμενο μέσω των ενσωματωμένων καμερών που διαθέτουν, αυτόματα αυτό δημιουργεί νέες ευκαιρίες στο χώρο της εκπαίδευσης για απομάκρυνση από τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας και ενσωμάτωση νέων μαθησιακών περιβαλλόντων όπου οι μαθητές θα αλληλεπιδρούν με αυτά απευθείας, με ποικίλους τρόπους. Η χρησιμοποίηση των κινητών συσκευών στην εκπαίδευση έχει προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα που οφείλονται στην πληθώρα των παρεχόμενων εφαρμογών αλλά και την αξιοποίηση τους (Tsiavos & Sofos, 2019). Αξιοποιώντας εφαρμογές ΕΠ, εκπαιδευτικοί και μαθητές συνδυάζουν σε πραγματικό χρόνο τις πραγματικές πληροφορίες που κατέχουν με εκείνες που δημιουργούν τα συστήματα ΕΠ, κατανοώντας καλύτερα τη δομή του κόσμου που μας περιβάλλει. Η ΕΠ απλοποιεί σύνθετες, δυσνόητες έννοιες και πληροφορίες και δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εξερευνήσουν και να αντιληφθούν το περιβάλλον γύρω τους. Τα μαθησιακά περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να προωθήσουν ένα πλήθος από δεξιότητες απαραίτητες για τη σημερινή κοινωνία της τεχνολογίας και της γνώσης (Rosenbaum et al, 2007) αυξάνοντας τα εσωτερικά κίνητρα για μάθηση και περαιτέρω διερεύνηση (Sotiriou & Bogner, 2008). Επιπρόσθετα, φαίνεται πως μέσα από τη χρήση εφαρμογών ΕΠ ενισχύονται ψυχοκινητικές, χωροχρονικές και γνωστικές δεξιότητες.

Πιο συγκεκριμένα, τα συστήματα ΕΠ προσφέρουν μια πιο ολοκληρωμένη και σφαιρική εικόνα στο χρήστη για τις χωροχρονικές έννοιες και παράλληλα παρουσιάζουν με σαφήνεια τον τρόπο που διαπλέκεται το εικονικό με το πραγματικό περιβάλλον (Sin &

Zaman, 2010). Έτσι οι μαθητές μπορούν πιο εύκολα να εφαρμόσουν στην πραγματική τους ζωή εκείνο που τους δίδαξε η τεχνολογία (Jerry & Aaron, 2010). Επίσης, είναι αξιοσημείωτα τα οφέλη που αποκομίζουν οι μαθητές με ειδικές δυσκολίες κατά την εκμάθηση ξένων γλωσσών χρησιμοποιώντας εφαρμογές και εκπαιδευτικά παιχνίδια με περιβάλλον ΕΠ. Σε αυτές τις περιπτώσεις η αξιοποίηση εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ στοχεύει στη βελτίωση της εκμάθησης της ξένης γλώσσας ως προς την ομιλία και την ακρόαση.

Η έρευνα έχει αποδείξει ότι οι μαθητές με τη βοήθεια της ΕΠ προσλαμβάνουν περισσότερες πληροφορίες (Billinghamst & Duenser, 2012 στο Bower et al., 2014). Παράλληλα, συμβάλει σημαντικά στις επιδόσεις των μαθητών (Jerry & Aaron, 2010, Lee, 2012, Rasimah et al., 2011; Tarnng & Ou, 2012 στο Bower et al., 2014) αφού με τη χρήση της ΕΠ προωθείται η μαθησιακή διαδικασία και οι μαθητές διαπιστώνουν ότι τα όσα έμαθαν έχουν αντίκρισμα μέσα στην καθημερινότητα τους (Jerry & Aaron, 2010 στο Bower et al., 2014). Οι Squire & Klorfer (2008) υποστήριξαν ότι τεχνολογικά μαθησιακά περιβάλλοντα Επαυξημένης Πραγματικότητας και αντίστοιχα παιχνίδια ενεργοποίησαν τους μαθητές και τους ώθησαν να ανασύρουν πρότερες γνώσεις ώστε στη συνέχεια να επιτύχουν ορθή σύνδεση της γνώσης με το φυσικό περιβάλλον.

Τα συμπεράσματα πολλών ερευνών συγκλίνουν στο ότι η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας σαφώς και αυξάνει τα κίνητρα για μάθηση, επιτυγχάνει μεγαλύτερη εμπλοκή των συμμετεχόντων και ταυτόχρονα υποστηρίζει την επικοινωνία μεταξύ τους. Με άλλα λόγια η χρήση της ΕΠ θα λέγαμε υποστηρίζει τη σύγχρονη τάση της συνδεσιμότητας και της αμεσότητας (Koutromanos, 2018). Είναι σημαντικό επίσης το γεγονός ότι η τεχνολογία της ΕΠ υποστηρίζει την εξ αποστάσεως εκπαίδευση.

Στην πλειοψηφία τους οι έρευνες που πραγματοποιούνται στον χώρο της εκπαίδευσης αναφορικά με τη χρήση εφαρμογών ΕΠ προσπαθούν να αξιολογήσουν τα μαθησιακά οφέλη μέσα από τη χορήγηση ερωτηματολογίων σε μαθητές ή/και εκπαιδευτικούς. Τα περισσότερα αποτελέσματα καταγράφουν σε μεγάλο βαθμό θετική μαθησιακή επίδραση, αφού οι μαθητές υποστήριξαν ότι κατανόησαν καλύτερα το περιεχόμενο του μαθήματος που διδάχθηκαν. Χαρακτηριστικά, έχουν καταγραφεί απαντήσεις που αφορούσαν τη βελτίωση της κατανόησης του τρισδιάστατου κόσμου, η οποία είναι κρίσιμη στα αντικείμενα που σχετίζονται με τη μοριακή δομή στη Χημεία, αλλά και αυξημένη συγκράτηση περιεχομένου στη μνήμη των εκπαιδευομένων (Fjeld et al., 2007). Επίσης,

χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις που έχουν καταγραφεί και σχετίζονται με τον ενθουσιασμό "wow effect" και την ικανοποίηση των παιδιών από τη σχετική δραστηριότητα (Boletsis & McCallum, 2013), την ενεργοποίηση της προσοχής και της περιέργειας (Cai, Chiang, & Wang, 2013) και την βελτίωση της στάσης απέναντι στο μάθημα (Akçayir et al., 2016). Αν και σημειώνεται μικρός αριθμός μελετών που αναφέρονται σε προβλήματα των εκπαιδευομένων με το χειρισμό μιας εφαρμογής (Fjeld et al., 2007), έχει παρατηρηθεί ότι η ευκολία χρήσης δεν συσχετίζεται με την ευχαρίστηση που δήλωσαν οι εκπαιδευόμενοι (Wojciechowski & Cellary, 2013), καθώς φαίνεται να είναι διατεθειμένοι να προσπαθήσουν περισσότερο ώστε να χρησιμοποιήσουν το ιδιαίτερα ελκυστικό νέο περιβάλλον μάθησης (Radu, 2014).

Αξίζει να σημειωθεί, ότι υπάρχει ένα ποσοστό ερευνών που τεκμηριώνει τα μαθησιακά οφέλη από τη χρήση εφαρμογών ΕΠ με ποσοτικούς όρους ύστερα από κάποιο κριτήριο αξιολόγησης. Ένα άλλο ποσοστό ερευνών μελετούν την επίδραση της χρήσης της ΕΠ στο μάθημα, συγκροτώντας μια ομάδα ελέγχου (control group) η οποία αξιολογείται πριν και μετά το νέο ερέθισμα (pre test vs post test). Τα στατιστικά αποτελέσματα αυτών των ερευνών αναδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της ΕΠ έναντι του συμβατικού τρόπου μάθησης. Σχετικά πρόσφατη έρευνα σε φοιτητές (Akçayir, et al., 2016) έδειξε ότι η χρήση ΕΠ σχετικά με πειράματα ηλεκτρικών κυκλωμάτων βελτίωσε τις εργαστηριακές τους δεξιότητες και τους βοήθησε να χτίσουν θετική στάση ως προς το μάθημα της Φυσικής.

Τέλος, εκτός των προαναφερθέντων πλεονεκτημάτων καταγράφονται συμπληρωματικά και άλλα οφέλη από τη χρήση της ΕΠ, όπως είναι η εξοικονόμηση πόρων αναφορικά με την προσομοίωση πειραμάτων χημείας έναντι του κόστους που απαιτεί ένα πλήρες εξοπλισμένο εργαστήριο.

2.4 Επαυξημένη Πραγματικότητα- Περιορισμοί και Εμπόδια

Παρά τα θετικά αποτελέσματα που προκύπτουν από έρευνες αναφορικά με τα οφέλη της ΕΠ στην εκπαίδευση, η ενσωμάτωσή της στη μαθησιακή διαδικασία είναι ακόμη περιορισμένη και αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις. Αδιαμφισβήτητη η υιοθέτηση νέων μεθόδων διδασκαλίας με τη χρήση καινοτόμων τεχνολογιών όπως η ΕΠ είναι μια απαιτητική και περίπλοκη διαδικασία που απαιτεί τεχνολογική επιμόρφωση, κατάρτιση και πολλές ώρες

αφοσίωσης και προσπάθειας για μια σωστή παιδαγωγική προσέγγιση της ΕΠ. Επιπλέον, αρκετές εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας έχει διαπιστωθεί ότι δεν προσφέρονται για τη νοητική ανάπτυξη των μαθητών ούτε επιτυγχάνουν να κινητοποιήσουν τις συμπεριφορές εκείνες που συμβάλλουν στην ωρίμανση τους (Chau, 2014).

Επιπρόσθετα, οι μαθητές από την πλευρά τους ενδέχεται να αντιμετωπίσουν τεχνικές δυσκολίες ως προς τη χρήση κάποιων εφαρμογών ΕΠ που συνδυάζουν περίπλοκα χαρακτηριστικά. Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές οι οποίες δεν έχουν δοκιμαστεί από αρκετούς χρήστες και σε μεγάλο βαθμό ενδέχεται να παρουσιάσουν δυσκολίες που δύσκολα θα κάμπτονται αν δεν έχει προηγηθεί επανάληψη στη χρήση της. Κάποιες εφαρμογές έχει αποδειχθεί ότι δεν είναι εύκολο να εφαρμοστούν στην τάξη διότι κατηγορούνται ότι διασπούν την προσοχή των μαθητών.

Οι δάσκαλοι αφετέρου οφείλουν να επιδεικνύουν μεγαλύτερη προσοχή ως προς την επιλογή των εφαρμογών που αξιοποιούν στο μάθημά τους. Οφείλουν να εξετάζουν προηγουμένως το περιεχόμενο της κάθε εφαρμογής, το βαθμό δυσκολίας, το ηλικιακό επίπεδο στο οποίο αυτή απευθύνεται, καθώς και να προνοούν για τη διάρκεια της χρήσης της εφαρμογής μέσα στη σχολική αίθουσα. Πολλές φορές γονείς και εκπαιδευτικοί διαμαρτύρονται για το επίπεδο και την ποιότητα του λογισμικού ως μη συμβατού με το επίπεδο των παιδιών τους και ισχυρίζονται ότι δεν προσφέρει τα όσα υπόσχεται (Higgins, Boone & Pierce, 2005). Γι' αυτό είναι αναγκαίο να διεξάγονται έρευνες που θα αναδεικνύουν τα πλεονεκτήματα και τα προβλήματα που ανακύπτουν από την χρήση εφαρμογών ΕΠ.

Επίσης, η ανάπτυξη νέων εφαρμογών δεν εγγυάται την ύπαρξη αυτών τα επόμενα χρόνια. Δεν είναι γνωστό τι διάρκεια ύπαρξης έχει κάθε εφαρμογή, ούτε αν υπάρχει ανανέωση και βελτίωση αυτής. Επομένως όσο κι αν κρίνεται κατάλληλο το περιεχόμενο μιας εφαρμογής για εκπαιδευτικούς σκοπούς δεν συνεπάγεται τη μακροχρόνια χρήση της. Κατά συνέπεια, είναι δύσκολο τα προγράμματα σπουδών κάθε εκπαιδευτικής βαθμίδας να προτείνουν κάποια είδη εφαρμογών ως συμπληρωματικό μέσο για τη διδασκαλία ενός θέματος.

2.5 Επαυξημένη Πραγματικότητα και Αυτισμός

Η ανάπτυξη φορητών και κινητών τεχνολογιών μπορεί να βοηθήσει τόσο την γενική όσο και την ειδική αγωγή. Η διαταραχή του φάσματος του αυτισμού (ΔΑΦΑ) είναι μια νευροαναπτυξιακή αναπηρία που χαρακτηρίζεται κυρίως από μειωμένη κοινωνική επικοινωνία. Σύμφωνα με τους (Baio et al., 2018) περίπου 1 στα 59 παιδιά έχει αναγνωριστεί ότι έχει ΔΑΦΑ. Τα συμπτώματα συνήθως εμφανίζονται μέχρι την ηλικία των τριών ετών. Εκτός από τις βλάβες στον κοινωνικό τομέα, όπου το αυτόνομο νευρικό σύστημα φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο, άλλα αυτιστικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν περιορισμένο φάσμα ενδιαφερόντων σε συνδυασμό με άκαμπτες και περιορισμένες ή επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές (στερεότυπα). Είναι επίσης σύνηθες οι μαθητές με ΔΑΦΑ να αναστατώνονται από μικρές αλλαγές στη ρουτίνα τους. Εκτός από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν όμως, τα άτομα με ΔΑΦΑ μπορεί επίσης να έχουν εξαιρετικές δυνάμεις και επιδόσεις, όπως: εξαιρετικά βελτιωμένη μνήμη, να μαθαίνουν τα πράγματα λεπτομερώς, να είναι ισχυροί οπτικοί και ακουστικοί μαθητές ή ακόμα και να υπερέχουν στην επιστήμη (π.χ. μαθηματικά, μουσική κ.λπ.).

Οι μαθησιακές δυσκολίες σε παιδιά με ΔΑΦΑ είναι σχετικά με θέματα επιλεκτικής προσοχής, έλλειψη κινήτρων, γνωστική ικανότητα, ελλείμματα εκτελεστικής λειτουργίας και άλλα. Παρ' όλα αυτά, αρκετές μελέτες δείχνουν ότι με την ενσωμάτωση κατάλληλης τεχνολογίας τα παιδιά αυτά θα μπορούσαν να βελτιώσουν το εκπαιδευτικό τους κίνητρο. Καθώς τα παιδιά με ΔΑΦΑ είναι πιο ευαίσθητα, η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να τους παρέχει πιο διαισθητικές τεχνικές αλληλεπίδρασης και να τους προσφέρει την ευκαιρία να αλληλοεπιδράσουν με 3D αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο. Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας λειτουργεί υποστηρικτικά στην ειδική εκπαίδευση καθώς γεφυρώνει διαισθητικές και ενδιαφέρουσες μαθησιακές διαδικασίες για παιδιά που αντιμετωπίζουν δυσκολίες, συνδυάζοντας τον πραγματικό και τον εν δυνάμει κόσμο. Γενικά, οι εφαρμογές ΕΠ προσπαθούν να κινητοποιήσουν τους μαθητές με ΔΑΦΑ μέσα από μια πολυαισθητηριακή εμπειρία μάθησης που θα ενισχύει τη μνήμη τους και θα τους ωθεί σε μια επιτυχημένη αλληλεπίδραση με το περιβάλλον.

Πρόσφατα μελετητές (Chien-Hsu Chen et al., 2015) διερεύνησαν εάν η τεχνολογία της ΕΠ θα μπορούσε να επιτρέψει στους εφήβους με αυτισμό, να αναγνωρίσουν πιο εύκολα τη συναισθηματική έκφραση. Τρισδιάστατα μοντέλα προσώπου φτιάχτηκαν για να

χρησιμοποιηθούν ως «μάσκες» επικάλυψης και κάθε ένα άλλαζε ψηφιακά για να παρουσιάσει κοινές εκφράσεις του προσώπου. Στους συμμετέχοντες δόθηκε μια διήγηση με εικόνες που υπογράμμιζαν ένα συγκεκριμένο συναίσθημα και στη συνέχεια τους ζητήθηκε να επιλέξουν την κατάλληλη μάσκα συναισθημάτων. Χρησιμοποιώντας ένα σύστημα καθρέφτη ΕΠ, αυτή η εικονική μάσκα εμφανίστηκε πάνω από το πρόσωπο του συμμετέχοντα για να ενισχύσει το συναίσθημα που περιέγραφε. Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το σύστημα ΕΠ ευαισθητοποίησε τα συναισθήματα του προσώπου και αύξησε τη συνεχή και επιλεκτική προσοχή, ενώ οι γονείς των συμμετεχόντων ανέφεραν βελτιώσεις στις κοινωνικές δεξιότητες και προσπάθειες έκφρασης συναισθημάτων.

Κεφάλαιο 3. Κινητή Μάθηση και Επαυξημένη Πραγματικότητα

3.1 Εισαγωγή

Βάση πρόσφατων παιδαγωγικών ερευνών, κρίνεται αναγκαία η παρουσία και η ενσωμάτωση νέων εργαλείων και μέσων που να βελτιώνουν την κατανόηση εννοιών και φαινομένων. Χαρακτηριστικό εργαλείο αποτελούν οι φορητές συσκευές οι οποίες δημιουργούν ένα ελκυστικό περιβάλλον μάθησης (Amanatidis, 2010). Η νέα αυτή μορφή μάθησης σε καμία περίπτωση δεν έρχεται να μειώσει ή να αντικαταστήσει τις μέχρι τώρα μεθόδους διδασκαλίας αντίθετα επιδιώκει να βοηθήσει και να ενισχύσει τη δια ζώσης διδασκαλία, αναδεικνύοντας τον κεφαλαιώδη θετικό ρόλο της (Lohnari, 2016). Η κινητή μάθηση (mobile learning) αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο οι φορητές συσκευές αξιοποιούνται στην εκπαίδευση προσφέροντας νέες μαθησιακές εμπειρίες (Sharples, Roschelle 2010). Πιο συγκεκριμένα, η κινητή μάθηση ορίζεται ως η χρήση κινητών συσκευών με σκοπό την πρόσβαση σε εκπαιδευτικό υλικό και την ανάπτυξη συνεργασίας και επικοινωνίας. Ταυτόχρονα, περιλαμβάνει τη διαδραστική σχέση μεταξύ μαθητών, εκπαιδευτικών και μαθησιακών αντικειμένων (Oyelere et al., 2017). Σύμφωνα με τους Roschelle, (2003), Trifonova & Ronchetti, (2004) ο όρος κινητή μάθηση αφορά τη διανομή εκπαιδευτικού περιεχομένου με κινητές-φορητές συσκευές, όπως έξυπνα τηλέφωνα, tablets ή ηλεκτρονικές ατζέντες. Κατά τον Traxler (2005), η κινητή μάθηση θα μπορούσε να οριστεί ως η κάθε μαθησιακή παροχή στην οποία περιλαμβάνονται smartphones, tablets ή φορητοί υπολογιστές. Οι Shuler, Winters & West (2012) ορίζουν την κινητή μάθηση ως τη διαδικασία μάθησης μέσω της αλληλεπίδρασης μεταξύ χρηστών και κινητών συσκευών, ανεξάρτητα από το εάν η κινητή συσκευή έχει ή όχι περιορισμούς στο χρόνο ή στον τόπο. Σήμερα ο μαθητής χάρη στην φορητότητα των μέσων της μάθησης μπορεί να αντλήσει πληροφορίες, να επικοινωνήσει και να ενεργήσει διαδραστικά έξω από το κλασικό περιβάλλον της τάξης (Parsons, Ryu, Cranshaw, 2007).

Η ραγδαία εξέλιξη και η συνεχής βελτίωση των φορητών συσκευών συμβάλλει σημαντικά στη δημιουργία και στον σχεδιασμό νέων κατάλληλων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων παρέχοντας εξαιρετικές δυνατότητες και άνεση κατά τη χρήση. Οι φορητές συσκευές πληρούν τις προδιαγραφές συνήθως για την εγκατάσταση εφαρμογών ΕΠ καθώς επιτρέπουν στο χρήστη να μετακινείται στο χώρο σε πραγματικό χρόνο και ταυτόχρονα να

αλληλεπιδρά με τα εικονικά αντικείμενα. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές μπορούν να επεμβαίνουν και να αλλάζουν τα χαρακτηριστικά (σχήμα, χρώμα, μέγεθος) των εικονικών αντικειμένων που παρουσιάζονται στην οθόνη τους ώστε να κατανοούν σε μεγαλύτερο βαθμό φαινόμενα ή έννοιες που στην πραγματική ζωή δεν είναι εφικτό να παρατηρήσουν.

Η φορητή μάθηση διαθέτει ένα μεγάλο εύρος εργαλείων προς αξιοποίηση από την πλευρά της εκπαιδευτικής κοινότητας και προσφέρει πληθώρα δυνατοτήτων και ευκαιριών στους μαθητές της σύγχρονης εποχής οι οποίοι κατακτούν γνώσεις και τεχνολογικό γραμματισμό μέσω της εργασίας τους με αυτά τα μέσα. Οι Luchini, Quintana & Soloway (2004), θεωρούν την άμεση και γρήγορη πρόσβαση σε εργαλεία και δεδομένα διαμέσου αυτών των έξυπνων κινητών συσκευών ως ένα από τα μεγαλύτερα προνόμια που παρέχονται στους μαθητές κατά τη διάρκεια μαθησιακών δραστηριοτήτων εντός και εκτός της τάξης.

Οι πιο πρόσφατες έρευνες αναφορικά με τις κινητές τεχνολογίες συγκλίνουν στο ότι επηρεάζουν θετικά τη μάθηση. Η πιο υποσχόμενη λειτουργία του πλαισίου μάθησης για κινητά είναι τα άλλα κανάλια επικοινωνίας και συνεργασίας που μπορεί να προσφέρει (Kukulka-Hulme, 2013). Οι Swank, Hoof, Kratoski & Hunger (2005) αναφέρουν πως η εύκολη χρήση ενός φορητού τεχνολογικού εργαλείου συμβάλλει στη συνεργασία, την κοινωνική αλληλεπίδραση και την ενεργό συμμετοχή των μαθητών. Παρομοίως οι Bradley & Holley (2011) βασιζόμενοι σε ερευνητικά αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι η χρήση φορητών τεχνολογιών συμβάλλει στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για ενασχόληση καθώς και στην ενίσχυση των κινήτρων τους. Πολλές μελέτες πιστεύουν ότι η χρήση φορητής τεχνολογίας μπορεί να ενισχύσει τη συνεργατική διδασκαλία και να προωθήσει την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών (Rossin et al., 2012).

Ένα ακόμη πλεονέκτημα των φορητών συσκευών είναι το χαμηλό κόστος και ότι είναι ευρέως διαθέσιμες. Επίσης υπερτερούν έναντι άλλων λόγω του μεγέθους και του βάρους, γι' αυτό και οι χρήστες μπορούν γρήγορα και αποτελεσματικά να τις χρησιμοποιούν. Επιπλέον, γνωστές γλώσσες προγραμματισμού και λειτουργικά συστήματα υποστηρίζονται από τις φορητές συσκευές διευκολύνοντας έτσι την ανάπτυξη εφαρμογών ΕΠ.

Τα τελευταία χρόνια υλοποιούνται πολλά ενδιαφέροντα εκπαιδευτικά σχέδια με βάση το παιχνίδι (games-based learning) ενσωματώνοντας το φυσικό περιβάλλον στη μάθηση. Για παράδειγμα, ένα γνωστό παιχνίδι για την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις

της το TimeLab, καθώς και παιχνίδια από το MIT Scheller teacher education program, με προσομοιώσεις Επαυξημένης Πραγματικότητας, αποτελούν μαθησιακές δραστηριότητες που με τη χρήση της κινητής μάθησης επιφέρουν εξαιρετικά αποτελέσματα.

Ωστόσο υπάρχουν και ορισμένοι περιορισμοί όσον αφορά τη χρήση των κινητών συσκευών, όπως είναι η ανάγκη για αξιόπιστη σύνδεση στο Internet. Οι περισσότερες έρευνες αναδεικνύουν προβλήματα που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά της συσκευής ή του δικτύου καθώς και με την ετοιμότητα τόσο των εκπαιδευτών όσο και των εκπαιδευομένων. Οι χαμηλές σε ταχύτητα συνδέσεις Διαδικτύου περιορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη χρηστικότητα των φορητών συσκευών. Στην πραγματικότητα, παρόλο που η ποιότητα και η ταχύτητα του επεξεργαστή και της μνήμης των κινητών συσκευών αναβαθμίζονται συνεχώς, μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργικότητα όταν η εφαρμογή είναι ιδιαίτερα απαιτητική (Rodden et al., 1998). Επιπλέον, οι μπαταρίες των φορητών συσκευών περιορίζουν σημαντικά τους χρήστες ως προς την αυτονομία τους, με αποτέλεσμα να χάνουν την εμπιστοσύνη τους στο εκάστοτε σύστημα (Bidin & Ziden, 2013). Επίσης, η σχετικά μικρή οθόνη αυτών των έξυπνων συσκευών μπορεί να προκαλεί αναδιάρθρωση των αντικειμένων που εμφανίζονται σε αυτή με αποτέλεσμα να δυσχεραίνει ή να εμποδίζει τη σωστή λειτουργία των εφαρμογών. Τέλος, προβληματισμοί σημειώνονται και για το κόστος των υλικών, του λογισμικού καθώς και για την αξιοπιστία του περιεχομένου των εφαρμογών, παιχνιδιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι αρκετές εφαρμογές ακόμη κι αν έχουν ένα παιγνιώδη χαρακτήρα, έχουν την τάση να επαναλαμβάνουν κάποια εθιστικά μοτίβα κατά τη φάση του σχεδιασμού τους, χωρίς ωστόσο να εξασφαλίζουν ξεκάθαρα μαθησιακά οφέλη (Neumann, & Neumann, 2011).

3.2 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη ελληνικών εκπαιδευτικών εφαρμογών

ΕΠ

Τα τελευταία χρόνια έχουν υλοποιηθεί αξιόλογες έρευνες στη χώρα μας οι οποίες αφορούν στο σχεδιασμό και τη χρήση εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ στα πλαίσια του Αναλυτικού Προγράμματος. Στην ενότητα αυτή καταγράφεται η δημιουργία και ανάπτυξη κάποιων εκπαιδευτικών εφαρμογών, παιχνιδιών Επαυξημένης Πραγματικότητας με ιδιαίτερα θετικό πρόσημο ως προς την εφευρετικότητα και την επιλογή θέματος.

Η πιο πρόσφατη προσπάθεια που έχει καταγραφεί έγινε το 2019 και αφορά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη εφαρμογής για το μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου από τον εκπαιδευτικό Πληροφορικής Παναγιώτη Τσιάβο και τον καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου Σοφό Αλιβίζο. Η έρευνα τους (Tsiavos&Alivizos, 2019) αποσκοπούσε στο να διερευνήσουν την επίδραση του βιβλίου ΕΠ τόσο στις μαθησιακές επιδόσεις όσο και στο ενδιαφέρον και στάση των μαθητών ως προς το μάθημα. Οι καθηγητές χρησιμοποίησαν την πλατφόρμα της Unity και τη βιβλιοθήκη της Vuforia για τον εύκολο και γρήγορο σχεδιασμό της εφαρμογής που θα δημιουργούσε επαύξηση του σχολικού βιβλίου. Τα αποτελέσματα έδειξαν να ενισχύεται το ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα, η κινητοποίησή τους και τέλος να σημειώνονται καλύτερες μαθησιακές επιδόσεις με τη χρήση της ΕΠ. Το 2018 σχεδιάστηκε και αξιολογήθηκε ένα παιχνίδι ΕΠ ιστορικού περιεχόμενου. Το παιχνίδι “Σαλαμίν” αποτελεί ένα παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας τοποθεσίας για την τοπική ιστορία της Σαλαμίνας (Koutromanos & Lampropoulos, 2017). Η ανάπτυξη του παιχνιδιού πραγματοποιήθηκε στην πλατφόρμα ARIS από εκπαιδευτικό ενός σχολείου της Σαλαμίνας. Στην έρευνα συμμετείχαν 30 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης από διάφορα σχολεία της Αττικής, οι οποίοι είχαν διδάξει το μάθημα της Ιστορίας στην Δ΄, Ε΄ και ΣΤ΄ τάξη. Οι εκπαιδευτικοί αφού έπαιξαν το παιχνίδι στη Σαλαμίνα χρησιμοποιώντας το κινητό τους είτε με κινητό που τους παρέιχαν οι ερευνητές, στη συνέχεια απαντήσαν μέσω μιας 5/βαθμης κλίμακας Likert (1=Διαφωνώ κάθιστα έως 5=Συμφωνώ απόλυτα) κατά πόσο συμφωνούν ή διαφωνούν με το περιεχόμενο των προτάσεων (Koutromanos, Lampropoulos 2018). Τα αποτελέσματα έδειξαν ικανοποίηση των χρηστών ως προς την αξιοποίηση της εφαρμογής, υψηλό ενδιαφέρον και ενθουσιασμό για το περιεχόμενο αυτής.

Η έρευνα των Μαρκούζη & Φεσάκη (2016) οι οποίοι αξιοποίησαν την πλατφόρμα ARIS αναπτύσσοντας το παιχνίδι ΕΠ “Rhodes K-Nights”, αποτέλεσε επίσης ένα αξιόλογο εγχείρημα. Σκοπός του παιχνιδιού ήταν να εισάγει τον παίκτη στη μεσαιωνική ιστορία της Ρόδου, γνωρίζοντας, μέσα από τις φορητές συσκευές, τη γοτθική και μεσαιωνική αρχιτεκτονική της. Η εφαρμογή δοκιμάστηκε πιλοτικά σε 7 φοιτητές οι οποίοι έδειξαν ικανοποίηση και θετική στάση απέναντι στην τεχνολογία της ΕΠ. Στη συνέχεια, οι Κουτρομάνος, Τζόρτζογλου, Σοφός (2018) αφού σχεδίασαν και ανέπτυξαν ένα παιχνίδι Επαυξημένης Πραγματικότητας για την περιβαλλοντική εκπαίδευση με τίτλο «Σώσε την Έλλη! Σώσε το

περιβάλλον!», προχώρησαν στην αξιολόγησή του. Επρόκειτο για ένα παιχνίδι που εξελίχθηκε σε μια συγκεκριμένη περιοχή της Σαντορίνης. Το παιχνίδι δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα ARIS (Augmented Reality for Interactive Storytelling) (<http://arisgames.org/>). Συμμετείχαν 40 μαθητές από δύο τμήματα της Δ΄ τάξης. Προκειμένου να αξιολογηθεί η αποδοχή της ΕΠ από τους μαθητές χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο που μετρούσε την πρόθεση/διάθεση των παιδιών, την αντιληπτική ικανότητα της χρήσης του παιχνιδιού και τέλος την κοινωνική επίδραση. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν θετική προδιάθεση των μαθητών απέναντι στο παιχνίδι αφού το χαρακτήρισαν εύκολο, χρήσιμο και διασκεδαστικό.

Μια εξίσου αξιόλογη έρευνα πραγματοποιήθηκε από τους Koutromanos & Styliaras (2015) οι οποίοι σχεδίασαν, ανέπτυξαν και αξιολόγησαν το παιχνίδι «Τα κτίρια μιλούν για την πόλη μας» (The Buildings Speak About Our City). Το παιχνίδι αυτό βασιζόταν στην τοποθεσία του χρήστη και σκοπό είχε να ενεργοποιήσει το ενδιαφέρον των μαθητών Δημοτικής εκπαίδευσης σχετικά με την ανακάλυψη καπναποθηκών σε μια πόλη της Δυτικής Ελλάδας, οι οποίες είχαν ιστορική, αρχιτεκτονική και πολιτιστική αξία. Στόχος των ερευνητών ήταν οι μαθητές να εξερευνήσουν τη σχέση αυτών των κτιρίων με την οικονομική και πολιτιστική ανάπτυξη της πόλης. Για να επιτευχθεί αυτό, οι μαθητές μοιράστηκαν σε τρεις ομάδες και ανέλαβαν ρόλους ιστορικών, αρχιτεκτόνων και δημοσιογράφων. Το σενάριο του παιχνιδιού ΕΠ αξιολογήθηκε από 5 εκπαιδευτικούς και 21 μαθητές ηλικίας 10-12 ετών. Οι μαθητές μέσω της εφαρμογής είχαν ενεργό ρόλο, συμμετείχαν και αναλάμβαναν πρωτοβουλίες.

Κατά τον ίδιο τρόπο, ακολούθησε η δημιουργία και αξιολόγηση της εφαρμογής ΕΠ “PlatoAR” που αφορούσε τον αρχαιολογικό χώρο της Ακαδημίας Πλάτωνος και απευθυνόταν σε μαθητές της Δ΄ Δημοτικού. Τα δεδομένα της αξιολόγησης της εφαρμογής συλλέχθηκαν μέσω παρατήρησης, συνεντεύξεων και ερωτηματολογίων από εκπαιδευτικούς και μαθητές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή ήταν εύχρηστη, ενώ φάνηκε να επιτυγχάνεται σε μεγάλο βαθμό η κατάσταση ροής (Κουτρομάνος&Μπουντέκας, 2020).

Οι Efstathiou et al. (2018) εξέτασαν κατά πόσο ένα περιβάλλον ΕΠ “Young Archaeologists” που υλοποιήθηκε στην πλατφόρμα ΕΠ “TraceReaders” για ταμπλέτες (tablets), συνέβαλε στο να αναπτυχθεί ιστορική ενσυναίσθηση σε μαθητές Γ΄ Δημοτικού και κατά πόσο κατανόησαν το εννοιολογικό πλαίσιο. Παρόμοια έρευνα πραγματοποίησαν

οι Ekonomou & Vosinakis (2018) οι οποίοι αξιοποίησαν το παιχνίδι ΕΠ κρυμμένου θησαυρού “Oracle of Delphi app”, που αναπτύχθηκε στην πλατφόρμα ΕΠ “ARIS” για φορητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα iOS και απευθυνόταν σε μαθητές του Γυμνασίου, με σκοπό τη διδασκαλία της Ιστορίας των Δελφών.

Η έρευνα της Παναγοπούλου (2016) σχετικά με την επαύξηση ενός σχολικού εγχειριδίου και τα αποτελέσματα αυτού σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, έδωσε σημαντικά ευρήματα. Διαλέγοντας ένα μάθημα από το σχολικό εγχειρίδιο των Λογοτεχνικών Κειμένων για ενίσχυση του με τη χρήση της ΕΠ και δοκιμάζοντας το σε μαθητές του τμήματος ένταξης τα αποτελέσματα παρουσίασαν αυξημένο ενδιαφέρον και διάθεση για συμμετοχή στη διαδικασία καθώς και ενισχυμένη αυτοπεποίθηση ως προς την ικανότητα τους να αντιλαμβάνονται τη νέα γνώση.

Οι Arvanitis και οι συνεργάτες του (2009) υλοποίησαν ένα project (CONNECT) που στόχο είχε να ενισχύσει τη μάθηση μέσω ενός συστήματος ΕΠ και να αξιοποιηθεί επιτυχώς από παιδιά με σωματικές αναπηρίες. Τα αποτελέσματα της έρευνας τους ανέδειξαν πόσο συμβάλλει η ενσωμάτωση της ΕΠ στην κατανόηση του μαθήματος, οπτικοποιώντας δύσκολες έννοιες.

3.3 Αξιολόγηση εφαρμογών ΕΠ για κινητές συσκευές

Τα τελευταία χρόνια πολλές εφαρμογές ΕΠ που απευθύνονται σε μικρές ηλικιακές ομάδες σημειώνουν ραγδαία αύξηση. Πολλές διατίθενται δωρεάν ενώ άλλες όχι, μέσω των δύο γνωστών διαδικτυακών καταστήματα (Google Play και App Store) (Nadworny, 2017) και αυτοαποκαλούνται εκπαιδευτικές. Ωστόσο, απλά η αξιοποίηση έξυπνων κινητών συσκευών και των εφαρμογών που τα συνοδεύουν, είτε μιλάμε για τυπική είτε για άτυπη μορφή εκπαίδευσης δεν μπορεί να είναι πανάκεια (Fabian & MacLean, 2014). Πολλές εφαρμογές που παρουσιάζονται ως «εκπαιδευτικές», στην πραγματικότητα έχουν ελάχιστα μαθησιακά οφέλη (Verenikina & Kevin, 2011). Δυστυχώς οι περισσότερες εφαρμογές που βρίσκονται στις κινητές συσκευές δεν πληρούν τις προδιαγραφές για την ποιότητα και το επίπεδο των γνώσεων που χρειάζονται οι μαθητές (Vaala, Ly, & Levine, 2015). Τα παιδιά φαίνεται να είναι απασχολημένα με εκπαιδευτικές εφαρμογές, αλλά στην πραγματικότητα, επειδή αυτές οι εφαρμογές είναι ηλικιακά ή/και αναπτυξιακά ακατάλληλες,

καταλήγουν να χάνουν χρόνο χωρίς να τους δίνουν την ευκαιρία να σχεδιάσουν, να δημιουργήσουν και να εκφράσουν τον εσωτερικό τους κόσμο (Bers & Resnick, 2015).

Εφόσον οι μαθησιακές δραστηριότητες δεν παύουν ποτέ να είναι κομμάτι της ζωής μας, το επίκεντρο του σχεδιασμού και της αξιολόγησης των εκπαιδευτικών εφαρμογών πρέπει να είναι η μαθησιακή εμπειρία που παρέχει στους χρήστες (Parson, Ryu, Cranshaw, 2007). Οι εφαρμογές ΕΠ διαφέρουν από τις συνηθισμένες εφαρμογές που προϋποθέτουν απλά τη χρήση ενός ποντικιού και ενός πληκτρολογίου. Στις εφαρμογές ΕΠ απαιτείται άλλου είδους αξιολόγηση καθώς συνδυάζονται ψηφιακά, εικονικά αντικείμενα με το πραγματικό περιβάλλον με τη βοήθεια αισθητήρων και συστημάτων πλοήγησης. Επιπλέον, κατά τη χρήση εφαρμογών ΕΠ στην τάξη, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κι άλλοι παράγοντες, όπως η διαχείριση του χρόνου, ο χώρος στην τάξη, η ανάγκη διατήρησης ενός λογικού επιπέδου πειθαρχίας για τη μείωση του φόρτου εργασίας των εκπαιδευτικών καθώς και η ετερογένεια των εκπαιδευομένων στην τάξη (Dillenbourg & Jermann, 2010). Επίσης, είναι σημαντικό κατά τον σχεδιασμό μιας εκπαιδευτικής εφαρμογής να ενσωματώνονται οι παράγοντες ενοποίησης όπως είναι η παροχή σαφών οδηγιών στον χρήστη, η προτροπή για ορθολογική χρήση των πολυμεσικών στοιχείων, η αξιοποίηση πολλαπλών καναλιών επικοινωνίας, η διάθεση κατάλληλων πολυτροπικών χαρακτηριστικών, η απουσία βίαιων χαρακτήρων ή δράσεων, η μη αντανάκλαση αρνητικών κοινωνικών αξιών και η μη αναπαραγωγή πολιτισμικών, εθνοτικών ή διαφυλικών στερεοτύπων (Goodwin & Highfield, 2012). Σύμφωνα με τους Hirsh-Pasek et al., (2015) τα βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν οι κινητές εκπαιδευτικές εφαρμογές είναι η ενεργός συμμετοχή, η εμπλοκή με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο, η ενίσχυση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και η βίωση ουσιαστικής μάθησης. Δυστυχώς η αγορά εκπαιδευτικών εφαρμογών δεν παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες προκειμένου να οδηγηθούν οι εκπαιδευτικοί και οι γονείς στη σωστή λήψη αποφάσεων σχετικά με την αξιοποίηση ή μη των εφαρμογών αυτών (Vaala et al., 2015). Η δημοσίευση εκατοντάδων νέων εφαρμογών κάθε μέρα εμποδίζει τους ερευνητές, τους εκπαιδευτικούς και τους γονείς να αξιολογούν σωστά και συστηματικά τις εφαρμογές που εισέρχονται στην ψηφιακή αγορά (Hirsh-Pasek et al., 2015, Kucirkova, Messer, Sheehy & Panadero, 2014).

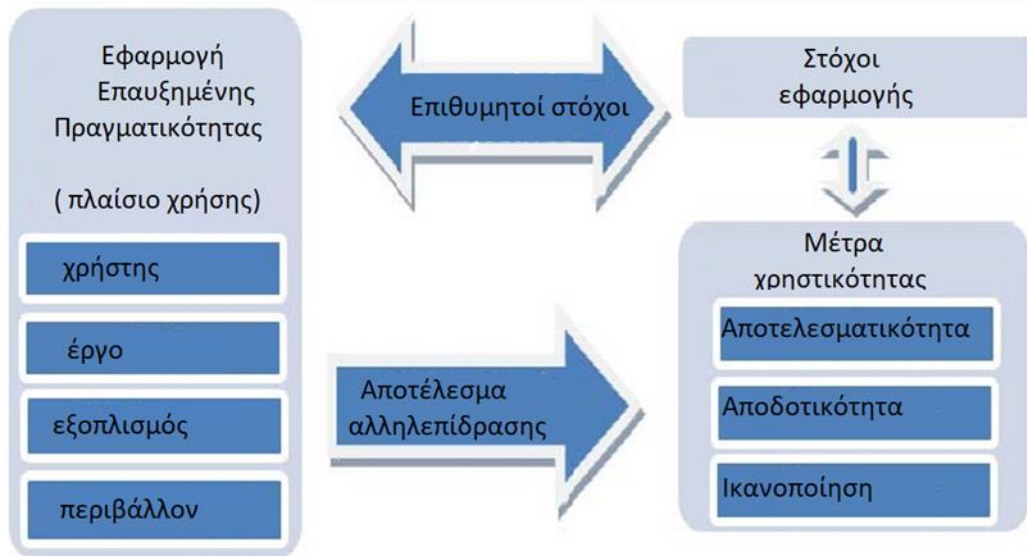
Όπως σε κάθε νέο τεχνολογικό προϊόν έτσι και στις εφαρμογές ΕΠ η επιτυχία τους είναι άμεσα εξαρτώμενη από την αποδοχή και την τελική αξιολόγηση που θα λάβουν από

τους χρήστες. Η επιτυχία μιας εφαρμογής επιτυγχάνεται όταν είναι κοινώς αναγνωρισμένα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της. Για να είναι εφικτό αυτό χρειάζεται η ανάπτυξη ενός μέτρου ευχρηστίας. Σύμφωνα με την άποψη των Preece, Rogers και Sharp (2002), οι σχεδιαστές συστημάτων ΕΠ θα πρέπει να θέσουν στόχους λειτουργικότητας και χρηστικότητας των προϊόντων, καθώς και να προσφέρουν έναν πλούσιο περιβάλλον μαθησιακής εμπειρίας, έτσι ώστε το σύστημά τους να είναι ευχάριστο, ικανοποιητικό και να παρακινεί τους χρήστες. Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα ποιότητας λογισμικών (International Organization for Standardization) ISO 9241-11 ο ορισμός της χρηστικότητας αποδίδεται στο βαθμό με τον οποίο οι χρήστες μιας εφαρμογής μπορούν να εργαστούν αποτελεσματικά, αποδοτικά και με ικανοποίηση. Αυτό το πρότυπο υποδηλώνει ότι η χρηστικότητα μπορεί να μετρηθεί κατά τη διάρκεια ή μετά τη χρήση ενός συστήματος. Καθορίζει ένα πλαίσιο βασισμένο στα τρία συστατικά της χρηστικότητας και στη μεταξύ τους σχέση. Τα συστατικά αυτά αναφέρονται:

- Στους στόχους της χρήσης του προϊόντος- εφαρμογής.
- Στα πλαίσια της χρήσης του (περιγραφή του πεδίου εφαρμογής).
- Στα μέτρα χρηστικότητας.

Το παραπάνω πρότυπο ορίζει επίσης κάποιες γενικές μεταβλητές για τη μέτρηση της χρηστικότητας οι οποίες αναφέρονται:

- **Στην αποτελεσματικότητα:** Δηλαδή σε τι βαθμό και με τι ακρίβεια οι στόχοι που τέθηκαν κατά τον σχεδιασμό μιας εφαρμογής μπορούν να επιτευχθούν.
- **Στην αποδοτικότητα:** Δηλαδή το κόστος των πόρων που δαπανήθηκαν για το σχεδιασμό και την υλοποίηση της εφαρμογής.
- **Στην ικανοποίηση:** Δηλαδή σε τι βαθμό οι χρήστες αισθάνονται άνετα και είναι απαλλαγμένοι από δυσκολίες και εμπόδια ώστε να απολαμβάνουν την αλληλεπίδραση με το προϊόν.



Εικόνα 16: Πλαίσιο ευχρηστίας προσαρμοσμένο σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας.

Ο Nielsen (1994) βασισμένος στον παραπάνω ορισμό, περιέγραψε ότι η ευχρηστία και η χρηστικότητα μπορούν να αναλυθούν στις παρακάτω παραμέτρους:

- 1) Ο χρήστης πρέπει να λαμβάνει σχόλια για το τι συμβαίνει στο σύστημα εφαρμογής ΕΠ, διαφορετικά θα χαθεί κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον και θα αποσυρθεί.
- 2) Ο σχεδιασμός του συστήματος πρέπει να ταιριάζει και να ακολουθεί τις συμβάσεις του πραγματικού κόσμου, ώστε οι πληροφορίες να εμφανίζονται σε φυσικό πλαίσιο και με λογική σειρά. Η κλίμακα των αντικειμένων και οι κινούμενες εικόνες θα πρέπει να εναρμονίζονται με το περιβάλλον της εφαρμογής. Οι χρήστες θα πρέπει να αλληλεπιδρούν με τα εικονικά αντικείμενα όπως θα έκαναν και στον πραγματικό κόσμο.
- 3) Η εφαρμογή πρέπει να παρέχει ελευθερία ώστε ο χρήστης να μπορεί να εκτελεί τις ενέργειες που επιθυμεί και να αναιρεί τις λανθασμένες. Ενέργειες όπως η επανάληψη και η αναίρεση πρέπει να είναι απλές.
- 4) Συνοχή και πρότυπα: Ο χρήστης πρέπει να αλληλεπιδρά με τον ίδιο τρόπο με όλα τα αντικείμενα. Κάθε δείκτης πρέπει να σχετίζεται με μια συγκεκριμένη ενέργεια ή εικονικό αντικείμενο για την αποφυγή λαθών.

- 5) Πρόληψη σφαλμάτων: Η εφαρμογή πρέπει να είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να αποφεύγονται λάθη και να αποτρέπονται ανεπιθύμητες ενέργειες. Είναι σημαντικό ο χρήστης να λαμβάνει εύκολα κατανοητά μηνύματα ως ανατροφοδότηση.
- 6) Αναγνώριση αντί για ανάκληση: Αυτό καθορίζει εάν ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή με διαισθητικό τρόπο. Οι λειτουργίες του δείκτη και η τοποθέτηση στη σκηνή πρέπει να απομνημονεύονται εύκολα.
- 7) Ευελιξία και αποτελεσματικότητα χρήσης: Οι αρχάριοι χρήστες πρέπει να είναι σε θέση να αλληλεπιδρούν με την εφαρμογή γρήγορα με ευέλικτους τρόπους καθώς και να διευκολύνεται η επικοινωνία τους με τους υπόλοιπους. Είναι σημαντικό να μην χρειάζεται να παρακολουθήσουν κάποιο εισαγωγικό βίντεο με οδηγίες κατά την έναρξη της εφαρμογής. Τέλος ο χρήστης πρέπει να τοποθετείται εύκολα στο περιβάλλον.
- 8) Αισθητική και μινιμαλιστική σχεδίαση: Το σύστημα δεν πρέπει να παρέχει μη σχετικές πληροφορίες στο χρήστη κατά τη διάρκεια διαλόγου. Οι μη σχετικές πληροφορίες συναγωνίζονται τις σχετικές και τελικά η προσοχή του χρήστη επικεντρώνεται σε ασήμαντες πτυχές.
- 9) Είναι σημαντικό η εφαρμογή να βοηθά τους χρήστες να αναγνωρίσουν στοιχεία, να διαγνώσουν σφάλματα και να ανακτήσουν πληροφορίες από αυτά. Το σύστημα πρέπει να υποδεικνύει με ακρίβεια τα προβλήματα και να προτείνει λύσεις με επικοδομητικό τρόπο.
- 10) Βοήθεια και τεκμηρίωση: Οι πληροφορίες πρέπει να μπορούν να βρεθούν εύκολα και να επικεντρώνονται στην εργασία του χρήστη με συνοπτικό τρόπο.

Το 2010, όταν η εταιρεία Apple παρουσίασε την πρώτη ταμπλέτα (iPad), πραγματοποιήθηκαν και αντίστοιχες έρευνες προκειμένου να αξιολογήσουν το βαθμό καταλληλότητας των εκπαιδευτικών εφαρμογών. Ωστόσο στη χώρα μας δεν υπήρξαν ανεξάρτητοι εκπαιδευτικοί οργανισμοί (όπως για παράδειγμα, ο Common Sense Media ή ο Children's Technology Review), σκοπός των οποίων ήταν η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών εφαρμογών για φορητές συσκευές ούτως ώστε να παρέχουν πληροφορίες στους εκπαιδευτικούς και στους γονείς σχετικά με την αξιοποίηση ή μη αυτών των εφαρμογών.

Στη χώρα μας έχουν γίνει προσπάθειες αξιολόγησης εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας. Οι Galatis et al. (2016) εξέτασαν τον οδηγό ΕΠ “KnossosAR”, για φορητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android, ως προς την υποστήριξη της ξενάγησης μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στον αρχαιολογικό χώρο της Κνωσσοῦ. Η αξιολόγηση αφορούσε δείγμα 16 μαθητών. Το 2017, δύο Έλληνες ερευνητές αξιολόγησαν ελληνικές εκπαιδευτικές εφαρμογές για συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android για παιδιά προσχολικής ηλικίας χρησιμοποιώντας ως εργαλείο αξιολόγησης την Κλίμακα Διαβαθμισμένων Κριτηρίων για την Αξιολόγηση Εκπαιδευτικών Κινητών Εφαρμογών για Παιδιά Προσχολικής Ηλικίας (REVEAC - Rubric for the Evaluation of Educational Apps for preschool Children) (Papadakis, Kalogiannakis & Zaranis, 2017). Η έρευνα αποτύπωσε αρνητικό πρόσημο. Οι περισσότερες από τις εφαρμογές που εξέτασαν δεν ήταν αναπτυξιακά κατάλληλες και δεν είχαν ληφθεί υπόψη σημαντικοί παράγοντες στο στάδιο σχεδιασμού οι οποίοι θα παρακινούσαν τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία με τρόπους που θα προωθούσαν την καλύτερη ανάπτυξή τους (Kalogiannakis&Papadakis, 2017). Κρίνεται εξαιρετικά σημαντικό επομένως η εύρεση ενός κοινού εργαλείου/κλίμακας αξιολόγησης εκπαιδευτικών εφαρμογών με τη χρήση ΕΠ.

Κεφάλαιο 4. Πλατφόρμες Ανάπτυξης εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας

4.1 Εισαγωγή

Η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση έχει ως στόχο να βελτιώσει τη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών μέσω των φορητών συσκευών. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, πολυάριθμα αποτελέσματα ερευνών συγκλίνουν στα μαθησιακά οφέλη που έχει η ενσωμάτωση της ΕΠ στη διδασκαλία. Ωστόσο οι περισσότερες εφαρμογές απαιτούν εξειδικευμένες ομάδες προγραμματιστών για τη δημιουργία του λογισμικού και τη συντήρησή τους. Οι εκπαιδευτικοί, μη έχοντας γνώσεις σχετικά με τον προγραμματισμό, διστάζουν και αδυνατούν να επιχειρήσουν ένα εγχείρημα που θα βασίζεται στην τεχνολογία της ΕΠ. Σε μια προσπάθεια να λυθεί αυτό το πρόγραμμα και να επιτρέψει στους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν εύκολα περιεχόμενο ΕΠ για υπάρχοντα σχολικά βιβλία αναπτύχθηκε η πλατφόρμα ARTutor από τρεις καθηγητές του Πανεπιστημίου Θράκης (Lytridis, Tsinakos & Kazanidis, 2018). Η πλατφόρμα ARTutor αποτελείται από μια διαδικτυακή εφαρμογή που λειτουργεί ως εργαλείο συγγραφής ΕΠ και μια συνοδευτική εφαρμογή για κινητά που χρησιμοποιείται για πρόσβαση και αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο ΕΠ. Επιπλέον, η εφαρμογή ARTutor επιτρέπει στους μαθητές να κάνουν ερωτήσεις προφορικά και να λαμβάνουν απαντήσεις με βάση το περιεχόμενο του βιβλίου. Η κύρια λειτουργία της εφαρμογής είναι να αναγνωρίζει εικόνες-στόχους και να τις επαυξάνει. Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί για κινητά με λειτουργικό σύστημα iOS και Android ενώ λειτουργεί στην αγγλική και στην ελληνική γλώσσα. Για να εισέλθει κάποιος στο εργαλείο συγγραφής πρέπει να διαθέτει έναν λογαριασμό Google. Το διαδικτυακό εργαλείο συγγραφής χρησιμοποιείται από τον εκπαιδευτικό για να ανεβάσει το εκπαιδευτικό υλικό, δηλαδή ένα βιβλίο και τις αντίστοιχες επαυξήσεις του. Αφού συνδεθεί με έναν λογαριασμό Google, ο καθηγητής μπορεί να δει τα προηγούμενα επαυξημένα βιβλία του ή να δημιουργήσει ένα νέο βιβλίο. Κατά τη δημιουργία ενός νέου βιβλίου, ο καθηγητής πρέπει να ανεβάσει ένα έγγραφο σε μορφή PDF δίνοντας έναν τίτλο, μια σύντομη περιγραφή και μια κατηγορία. Το έγγραφο μπορεί να είναι ένα ηλεκτρονικό βιβλίο, σημειώσεις διαλέξεων, παρουσιάσεις και άλλο εκπαιδευτικό υλικό. Επίσης, ο καθηγητής επιλέγει τη γλώσσα στην οποία γράφεται το ηλεκτρονικό βιβλίο. Μετά την ολοκλήρωση της μεταφόρτωσης του

αρχείου εκτελούνται εργασίες έως ότου ο διακομιστής εξάγει το κείμενο που επιθυμεί ο χρήστης.



Εικόνα 17: Εφαρμογή ARTutor

4.2 Εργαλεία Ανάπτυξης Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας

Στη συνέχεια παρατίθενται κάποιες δημοφιλείς πλατφόρμες ανάπτυξης περιεχόμενου ΕΠ οι οποίες προσφέρουν πολλαπλές δυνατότητες στους χρήστες.

- **ARIS**

Στην πλατφόρμα ARIS (Augmented Reality for Interactive Storytelling) (<http://arisgames.org/>) μπορούν να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν παιχνίδια ΕΠ. Πρόκειται για μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα για συσκευές κινητής τεχνολογίας που υποστηρίζουν λειτουργικά συστήματα iOS. Στο ARIS μπορούν να αναπτυχθούν εφαρμογές με βάση την τοποθεσία του χρήστη, όπως διαδραστικές ιστορίες ή περιηγήσεις. Οι παίκτες εμπλέκονται σε αποστολές, εξερευνούν το περιβάλλον συλλέγοντας αντικείμενα και μπορούν ακόμη και να μιλήσουν στους εικονικούς χαρακτήρες.

- **ARkit**

Η ARkit της Apple (<https://developer.apple.com/augmented-reality/>) είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας η οποία προσφέρει χαρακτηριστικά που μπορούν να παρακολουθούν το περιβάλλον χωρίς καμία άλλη βαθμονόμηση. Το νέο ARkit4 παρουσιάζει ένα ολοκαίνουργιο DEPTH API (Application Program Interface)

δημιουργώντας ένα νέο τρόπο πρόσβασης στις λεπτομερείς πληροφορίες βάθους που συλλέγονται από τον σαρωτή LiDAR στο iPhone 12 Pro, το iPhone 12 Pro Max και το iPad Pro. Αξιοποιούνται επίσης τα δεδομένα υψηλότερης ανάλυσης από τους χάρτες Apple για να τοποθετήσουν εμπειρίες ΕΠ σε ένα συγκεκριμένο σημείο στον κόσμο στις εφαρμογές iPhone και iPad.

- **ARcore**

Το ARCore της Google (<https://developers.google.com/ar>) είναι μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα για προγραμματιστές εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Το ARCore είναι μία από τις πιο εκτεταμένα χρησιμοποιούμενες πλατφόρμες ανάπτυξης για τη δημιουργία πληθώρας δυνατοτήτων ΕΠ. Μερικά από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του ARCore περιλαμβάνουν την εκτίμηση του φωτός, την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και την ανίχνευση του περιβάλλοντος.

- **ARToolkit**

Το ARToolkit (<https://github.com/artoolkit>) είναι μια εργαλειοθήκη ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας πλούσια σε δυνατότητες. Είναι η παλαιότερη βιβλιοθήκη ανάπτυξης ΕΠ. Παρά το γεγονός ότι είναι ένα δωρεάν εργαλείο, προσφέρει χαρακτηριστικά που είναι παρόμοια με πολλά εργαλεία επί πληρωμή. Για παράδειγμα, το ARToolkit υποστηρίζει τόσο μεμονωμένες όσο και διπλές συσκευές κάμερας. Παρέχει επίσης δυνατότητες εντοπισμού βάσει GPS και ψηφιακές δυνατότητες πυξίδας που επιτρέπουν να αποτελεσματική τοποθεσία με βάση εφαρμογές ΕΠ.

- **EasyAR**

Η πλατφόρμα EasyAR (<https://www.easyar.com/>) υπάρχει διαθέσιμη σε δωρεάν έκδοση αλλά και σε Pro επί πληρωμή. Υποστηρίζει τα συστήματα iOS και Android. Ακόμη και η Basic έκδοσή αυτής της πλατφόρμας υποστηρίζει πολλές λειτουργίες συγκριτικά με άλλα εργαλεία ΕΠ.

- **Xzimg**

Το XZIMG Augmented Face (<https://www.xzimg.com/>) είναι ένα ιδιόκτητο λογισμικό που προσφέρει λειτουργίες όρασης υπολογιστή για την αναγνώριση και την παρακολούθηση ανθρώπινων προσώπων σε ροές βίντεο. Υποστηρίζει συστήματα iOS, Android. Είναι διαθέσιμο με ετήσιο κόστος.

- **Kudan**

Το Kudan (<https://www.kudan.io/>) ένα από τα πιο ισχυρά λογισμικά σε περιβάλλοντα ανάπτυξης εφαρμογών ΕΠ. Δέχεται ένα ευρύ φάσμα δεδομένων αισθητήρων για εντοπισμό και χαρτογράφηση, όπως μονοφθαλμικές και στερεοφωνικές οπτικές κάμερες, κάμερες ανίχνευσης φωτός και εύρους (Lidar), κάμερες χρόνου πτήσης (ToF), μονάδες αδρανειακής μέτρησης (IMU) και παγκόσμια δορυφορικά συστήματα πλοήγησης (GNSS). Μπορεί να υποστηρίξει συστήματα Android και iOS.

- **Vuforia**

Η Vuforia (<https://developer.vuforia.com/>) είναι ευρέως γνωστή ως το πιο καλό εργαλείο για έργα ανάπτυξης επαυξημένης πραγματικότητας. Με την υποστήριξη τόσο για Android όσο και για iOS, η Vuforia προσφέρει μια σειρά από μοναδικά χαρακτηριστικά. Οι προγραμματιστές σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιούν τη Vuforia για να δημιουργήσουν μια ποικιλία εφαρμογών που βασίζονται σε ΕΠ. Μερικά από τα πιο εντυπωσιακά χαρακτηριστικά της Vuforia περιλαμβάνουν πολλαπλή αναγνώριση αντικειμένων, αναγνώριση κειμένου, 3D γεωμετρικό χάρτη, και την ικανότητα «έξυπνου» εδάφους, μεταξύ άλλων.

Εκτός από τις παραπάνω πλατφόρμες ανάπτυξης εφαρμογών ΕΠ υπάρχουν και αρκετά εργαλεία ΕΠ για τη δημιουργία αντίστοιχου περιεχομένου που δεν απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις προγραμματισμού. Οι παρακάτω πλατφόρμες και εφαρμογές συγκαταλέγονται σε αυτή την κατηγορία.

- **Studio Metaverse**

Το Studio Metaverse (<https://studio.gometa.io/discover/me>) είναι μια πλατφόρμα για δημιουργία υλικού Επαυξημένης Πραγματικότητας η οποία όμως δεν απαιτεί γνώσεις προγραμματισμού. Είναι ένα εκπληκτικό εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς που χαρίζει πολλές δυνατότητες για το σχεδιασμό και την υλοποίηση εμπειριών ΕΠ μέσα στην τάξη.

- **Wikitude**

Ένα από τα παλαιότερα κινητά πλαίσια ανάπτυξης, το Wikitude (<https://www.wikitude.com>), διαθέτει εφαρμογές μεταξύ πλατφορμών και υποστήριξη ανάπτυξης παιχνιδιών. Κωδικοποιείται μόνο μία φορά και μπορεί να αναπτυχθεί σε διάφορες πλατφόρμες όπως Android, iOS, Windows κ.λπ. Το Wikitude συνοδεύεται από ενσωμάτωση στο cloud, επιτρέποντας στο χρήστη να εργάζεται σε έργα μεγάλης κλίμακας. Το Wikitude διαθέτει επίσης εντυπωσιακά χαρακτηριστικά για την ενίσχυση του περιεχομένου εντός της ψηφιακής οθόνης, όπως το Multiple Object & Scene Tracking, το Instant Tracking , κ.λπ.

- **Zappar**

Η εφαρμογή Zappar (<https://www.zappar.com/>) επιτρέπει στους χρήστες να βιώσουν το περιεχόμενο ΕΠ σε οποιοδήποτε από τα δύο μεγάλα λειτουργικά συστήματα για κινητές συσκευές, iOS και Android.

- **BlippAR**

Το BlippAR (<https://www.blippar.com/>) είναι ένας τρισδιάστατος viewer επαυξημένης πραγματικότητας που παρέχει τη δική του εφαρμογή για κινητές συσκευές και μία πλατφόρμα στο διαδίκτυο, ώστε οι χρήστες να μπορούν να καταχωρούν τους δείκτες τους και να τους συνδέουν με πολλά οπτικά και διαδραστικά στοιχεία. Με το διαδικτυακό εργαλείο BlippBuilder οι χρήστες μπορούν να επαυξήσουν βίντεο, κινούμενα σχέδια, ήχο κ.α. Μπορεί να εγκατασταθεί τόσο σε συσκευές iOS όσο και σε Android. Η BlippAR έχει δημιουργήσει κάποιες πρότυπες εφαρμογές για εκπαιδευτικό σκοπό και τις έχει προωθήσει σε σχολεία ανά τον κόσμο. Ενδεικτικά κάποιες από αυτές είναι το «Volcano activity», το «Solar system», κ.α.

- **LayAR**

Η ανοιχτή πλατφόρμα ανάπτυξης της LayAR (<https://www.layar.com/about/>) προσφέρει τη δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών ΕΠ προσπαθώντας να γεφυρώσει το χάσμα του έντυπου και του ψηφιακού κόσμου. Δεν απαιτούνται ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού για την αξιοποίηση της πλατφόρμας, ωστόσο παρέχονται και ειδικά πακέτα ανάπτυξης για

πιο σύνθετες εφαρμογές. Διατίθεται σε απλή και πλήρη έκδοση. Σήμερα αποτελεί μέλος του ομίλου της Blippar.

- **ROAR**

Η ROAR (<https://theroar.io/>) είναι μια πλατφόρμα διαχείρισης περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας που επικαλύπτει αντικείμενα πραγματικού κόσμου με ψηφιακά καθλωτικές πληροφορίες. Με τη ROAR ο χρήστης μπορεί να αυξήσει τον πραγματικό κόσμο με βίντεο, ήχο και 3D γραφικά μοντέλα, κινούμενα σχέδια, gamification και πολλά άλλα. Υποστηρίζει συσκευές iOS και Android.

- **DroidAR**

Το DroidAR (<https://bitstars.github.io/droidar/>) είναι ένα πλαίσιο για επαυξημένη πραγματικότητα σε περιβάλλον Android. Είναι δυνατή η ΕΠ βάσει τοποθεσίας και η ΕΠ βάσει δεικτών. Το DroidAR μπορεί να μεταφορτωθεί ελεύθερα και να χρησιμοποιηθεί με την άδεια GNU GPL v3 από το αποθετήριο GitHub, ενώ είναι επίσης διαθέσιμο με εμπορική άδεια.

- **KaviAR**

Το KaviAR (<https://www.kaviar.app/uk/>) αποτελεί μια εργονομική πλατφόρμα και είναι πολύ εύκολο στη χρήση. Δεν απαιτεί γνώσεις προγραμματισμού και ιδιαίτερη εκπαίδευση. Είναι εύκολη στη χρήση και χάρη στην υποστήριξη του Cloud, η εργασία και τα αντικείμενα ΕΠ είναι άμεσα διαθέσιμα στο Διαδίκτυο.

- **3DQR**

Το διαδικτυακό εργαλείο 3DQR (<https://3dqr.de/>) συνδυάζει τους κώδικες QR με την Επαυξημένη Πραγματικότητα. Παρέχει πολλές δυνατότητες όπως τη μετατροπή δεδομένων, περιεχόμενων βιβλίων και διαδικασιών σε περιβάλλοντα ΕΠ. Οι 3D απεικονίσεις που δημιουργεί ο χρήστης τοποθετούνται απευθείας σε ένα βιβλίο, μηχανή ή περιβάλλον για λεπτομερείς πληροφορίες ή σύνθετες οδηγίες. Για τη σάρωση των 3DQR κωδικών που δημιουργούμε με το διαδικτυακό εργαλείο Studio 3DQR χρειαζόμαστε την εφαρμογή 3DQR

που πρέπει να βρούμε και να εγκαταστήσουμε στις έξυπνες συσκευές μας (έξυπνα γυαλιά, έξυπνα τηλέφωνα και ταμπλέτες) που υποστηρίζουν iOS και Android λειτουργικά.

- **Zapworks**

Το Zapworks (<https://zap.works/>) το οποίο είναι εργαλείο του zappar, είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα που προσφέρει το Zapworks Designer και το Zapworks Studio για τη δημιουργία δραστηριοτήτων Επαυξημένης Πραγματικότητας. Το διαδικτυακό Zapworks Designer ενδείκνυται για αξιοποίηση στις αίθουσες διδασκαλίας.

4.3 Εκπαιδευτικές Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας

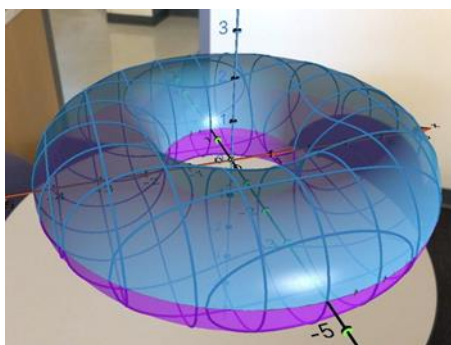
Οι σύγχρονες συσκευές κινητής τεχνολογίας, όπως οι ταμπλέτες και τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα λόγω των εξελιγμένων χαρακτηριστικών και των αναβαθμισμένων δυνατοτήτων τους (Koutromanos, Sofos, & Anraamidou, 2015), αποτελούν ιδανική πλατφόρμα για την απεικόνιση της ΕΠ (Chao et al., 2014), με αποτέλεσμα να παρατηρείται η ολοένα αυξανόμενη χρήση εφαρμογών κινητής Ε.Π. (Chou & Chanlin, 2014). Έτσι, δεν προκαλεί εντύπωση ότι η αγορά για εφαρμογές φιλικές προς τα παιδιά αυξάνεται συνεχώς (Tian, Nagappan, Lo & Hassan, 2015). Στα δύο δημοφιλή ηλεκτρονικά καταστήματα (App Store και Play Store), στην κατηγορία εκπαιδευτικές εφαρμογές, ανήκουν περισσότερες από 100.000 εφαρμογές (Dua & Meacham, 2016, Nadworny, 2017).

Με την ταχεία ανάπτυξη που παρατηρείται, οι τεχνολογίες ΕΠ ενσωματώνονται σε όλους τους τομείς της ζωής μας και στην εκπαίδευση. Έτσι εξηγείται και το γεγονός της τεράστιας δημοτικότητας των εκπαιδευτικών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Αναμένεται ότι οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας για την εκπαίδευση θα φέρουν επανάσταση σε όλες τις μαθησιακές διαδικασίες. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές δημοφιλείς εμπορικές εκπαιδευτικές εφαρμογές ΕΠ.

- **GeoGebra AR**

Το GeoGebra (<https://www.geogebra.org/m/R8Qd7U8y>) είναι μια εφαρμογή μαθηματικών επαυξημένης πραγματικότητας, ένα προηγμένο εργαλείο που βοηθά να γίνει η γεωμετρία απλούστερη! Με τη βοήθειά του, οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν τυχαίο μαθηματικό αντικείμενο σε οποιαδήποτε επιφάνεια και να το επιθεωρήσουν από

διαφορετικές γωνίες. Αυτό το εργαλείο προσφέρει έναν ελκυστικό και διαδραστικό τρόπο εκμάθησης των σχημάτων και των βασικών αρχών γεωμετρίας.



Εικόνα 18: Geogebra

- **Arloon Solar System**

Η εφαρμογή Arloon Solar System (<https://play.google.com/store/apps/>) είναι ένα διαδραστικό εργαλείο που επιτρέπει σε εκπαιδευτικούς και μαθητές να έρθουν σε επαφή με τρισδιάστατα μοντέλα του ηλιακού συστήματος καθώς και να γνωρίσουν τον πλανήτη γη ως ουράνιο σώμα. Μετά την τελευταία αναβάθμιση της εφαρμογής πλέον υποστηρίζεται και η ελληνική γλώσσα.

- **Exoplanet**

Το Exoplanet (<http://exoplanetapp.com/>) είναι ένα διασκεδαστικό διαδραστικό εργαλείο που βοηθά τους μαθητές να ανακαλύψουν πλανήτες. Διαθέτει επίσης έναν χάρτη ουρανού και ένα υψηλής ποιότητας οπτικό μοντέλο του ηλιακού μας συστήματος. Οι προγραμματιστές αυτής της εφαρμογής το ενημερώνουν αρκετά τακτικά. Συνεπώς, οι πληροφορίες και τα πραγματικά περιστατικά που παρουσιάζονται σε αυτές παραμένουν συναφή.

- **Sky View**

Η εφαρμογή Sky View (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.t11.skyviewfree>) είναι μια αρκετά απλή εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας. Μας βοηθά να εξερευνήσουμε τον νυχτερινό ουρανό. Στρέφοντας τη συσκευή μας στον ουρανό εμφανίζονται στην οθόνη μας οι θέσεις των πλανητών, ο Ήλιος και η Σελήνη τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Ταυτόχρονα μπορούμε να δούμε τη θέση του διαστημικού σταθμού (ISS – International Space Station) καθώς και τη θέση του διαστημικού τηλεσκοπίου Hubble.

- **Big Bang AR**

Η νέα εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας του Cern (<https://play.google.com/store/apps/details?id=ch.cern.BigBangAR&hl=el&gl=US>) του μεγαλύτερου κέντρου για τη φυσική στοιχειωδών σωματιδίων, περιγράφει τη συναρπαστική ιστορία της δημιουργίας του σύμπαντος. Υποστηρίζει συστήματα iOS και Android.

- **Touch Surgery**

Το Touch Surgery (<https://www.touchsurgery.com/>) είναι ένας εξαιρετικός προσομοιωτής χειρουργικής επέμβασης που επιτρέπει στους φοιτητές ιατρικής να εφαρμόζουν τις θεωρητικές τους γνώσεις στην πράξη. Είναι μια βραβευμένη εφαρμογή διαθέσιμη τόσο για συσκευές iOS όσο και για συσκευές Android.

- **Anatomy 4D**

Το Anatomy4D
(https://play.google.com/store/apps/details?id=com.DanikTM.ARAnatomy&hl=en_US&gl=US) προσφέρει μια λεπτομερή απεικόνιση της ανθρώπινης ανατομίας. Με τη βοήθειά του, οι μαθητές μπορούν να μελετήσουν συστήματα οργάνων και δομές οστών απευθείας από τις συσκευές τους. Υπάρχει η δυνατότητα μεγέθυνσης, σμίκρυνσης ή περιστροφής οποιουδήποτε τρισδιάστατου οργάνου.

- **Humanoid 4D+**

Η εφαρμογή Humanoid 4D+
(<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.OctagonStudio.ARSkeletal&hl=en>) είναι μια εφαρμογή που αξιοποιεί την τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας και μας βοηθά να εξερευνήσουμε τα μέρη του σώματος μας λεπτομερώς.

- **Quiver – 3D coloring app**

Για να χρησιμοποιήσουν το Quiver (<https://quivervision.com/>) οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να εκτυπώσουν σελίδες χρωματισμού (εικόνες ενεργοποίησης που παρέχονται από το QuiverVision) τις οποίες χρωματίζουν οι μαθητές. Η εφαρμογή επιτρέπει στα παιδιά

διαφορετικές επιλογές προβολής, τη δυνατότητα χειρισμού της εικόνας και ακόμη και τη "λήψη φωτογραφιών και βίντεο".

- **Crayola Color Alive**

Η εφαρμογή Crayola Color Alive (<https://www.crayola.com/splash/products/coloralive>) της εταιρίας Daqri, αποτελεί ένα μοναδικό εργαλείο που βασίζεται στην τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Μπορεί να ζωντανέψει τις ζωγραφιές των παιδιών στην οθόνη μιας κινητής συσκευής. Η εφαρμογή διαθέτει έτοιμες εικόνες τις οποίες οι μαθητές μπορούν να βάψουν με τα χρώματα που θα επιλέξουν.

- **Elements 4D**

Η εφαρμογή Elements 4D (<https://freeps.top/apps/education/elements-4d-by-daqri>) προσφέρει ένα νέο, διασκεδαστικό τρόπο για να ζήσουν οι μαθητές την επαυξημένη πραγματικότητα και να μάθουν για τη χημεία της πραγματικής ζωής. Σε συνδυασμό με χάρτινα ή ξύλινα μπλοκ που είναι χαραγμένα με τα σύμβολα 36 στοιχείων από τον περιοδικό πίνακα, αυτή η εφαρμογή θα μετατρέψει αμέσως ένα απλό, άψυχο αντικείμενο σε δυναμικές, 4D αναπαραστάσεις κάθε στοιχείου. Η εφαρμογή επιτρέπει την αλληλεπίδραση με τα 36 στοιχεία μαθαίνοντας τα ονόματά τους, πώς μοιάζουν και τα ατομικά τους βάρη. Επίσης οι μαθητές μαθαίνουν μοναδικά, διασκεδαστικά γεγονότα για κάθε στοιχείο, ενώ μπορούν να συνδυάσουν δύο στοιχεία μαζί και να δουν πώς αντιδρούν.

- **ARLOON Plants**

Η εφαρμογή ARLOON Plants (<http://www.arloon.com/apps/plants/>) βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τη δομή και τις λειτουργίες των φυτών. Μπορεί να αξιοποιηθεί στο μάθημα Μελέτη Περιβάλλοντος και σε project με θέμα τη ζωή των φυτών. Μέσω της εφαρμογής οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί βρίσκουν πολλές πληροφορίες για τα φυτά, παίζουν παιχνίδια και κυρίως μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας παρακολουθούν σε πραγματικό περιβάλλον την προβολή εντυπωσιακών σκηνών από τα μέρη των φυτών. Υποστηρίζεται τόσο από συστήματα iOS όσο και από Android.

- **AR Circuits**

Με την εφαρμογή AR Circuits (<http://arcircuits.com/>) οι μαθητές είναι σε θέση να δημιουργήσουν και να δοκιμάσουν ρεαλιστικά ηλεκτρικά κυκλώματα χωρίς έξοδα. Επιπλέον οι ανησυχίες για την ασφάλεια και τις δυσκολίες που συνοδεύουν τα φυσικά ηλεκτρικά εξαρτήματα, μειώνονται στο ελάχιστο.

- **Google Expeditions**

Το Google Expeditions (<https://sites.google.com/tcsnc.org/tcs-g-expeditions/home>) είναι ένα εργαλείο μάθησης και διδασκαλίας που επιτρέπει την εξερεύνηση αντικειμένων μέσω ΕΠ. Οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν ιστορικά αξιοθέατα, να πλησιάσουν τους καρχαρίες, ακόμη και να επισκεφθούν το διάστημα!

4.4 Βιβλία και Παιχνίδια Επαυξημένης Πραγματικότητας

Τα βιβλία χρησιμοποιούνται ως εργαλείο για την υποστήριξη της μάθησης και της απόκτησης γνώσεων. Η πρόοδος στην τεχνολογία καθιστά, ωστόσο το βιβλίο διαθέσιμο και σε ηλεκτρονική μορφή. Σήμερα, οι νέες ψηφιακές συσκευές βρίσκονται σε γρήγορη ανάπτυξη, προσφέροντας ευκαιρίες για να καινοτομήσουν τόσο στους μαθητές όσο και στους εκπαιδευτικούς. Τα βιβλία Επαυξημένης Πραγματικότητας εντάσσονται στα συστήματα ΕΠ που στηρίζονται στην εικόνα (Cheng & Tsai, 2016) και συνιστούν μία εμπλουτισμένη εκδοχή των έντυπων βιβλίων (Billinghamst, Kato, & Rouryren, 2001) οι σελίδες των οποίων, διαμέσου συγκεκριμένης εφαρμογής σε έξυπνο κινητό τηλέφωνο ή ταμπλέτα, επαυξάνονται με ψηφιακό περιεχόμενο (π.χ. τρισδιάστατα αντικείμενα, εικόνες, ήχος, κείμενο) (Grasset, Dünser, Seichter, & Billinghamst, 2008). Η αλληλεπίδραση στα βιβλία ΕΠ πρώτης γενιάς ουσιαστικά ήταν σχεδόν απύσχα και ο χρήστης απλά έβλεπε ή άκουγε το επαυξημένο αντικείμενο. Σήμερα, τα βιβλία ΕΠ παρέχουν διαφορετικού είδους αλληλεπίδραση, όπως αυξομείωση ή περιστροφή του επαυξημένου αντικειμένου, μετακίνηση και έλεγχο στον χώρο του βιβλίου αλλά και εκτός αυτού (Κουτρομάνος, 2019). Η προστιθέμενη αξία των βιβλίων ΕΠ έγκειται στη σύζευξη της τεχνολογίας με το περιεχόμενο του βιβλίου στο ίδιο το πλαίσιο του και ειδικότερα στη δυνατότητα πρόσβασης των μαθητών σε ψηφιακό οπτικοακουστικό υλικό και δραστηριότητες που συμβάλλουν στην ενίσχυση και την καλύτερη κατανόηση των στατικών κειμενικών πληροφοριών και εικόνων του έντυπου

περιεχομένου (Βουδούρη, κ.ά., 2016; Παναγοπούλου & Καραγιαννίδης 2017; Μαυροματίδου & Κουτρομάνος, 2017).

Εκτός όμως από τα βιβλία Επαυξημένης Πραγματικότητας τα τελευταία χρόνια έχει εμφανιστεί ένας αυξανόμενος αριθμός μελετών που εστιάζουν σε παιχνίδια ΕΠ και στην θετική επίδραση των σοβαρών παιχνιδιών (serious games) στον εκπαιδευτικό τομέα. Οι περισσότερες εκπαιδευτικές εφαρμογές ΕΠ ψυχαγωγικού χαρακτήρα περιλαμβάνουν διαδραστικές αφηγήσεις ιστοριών (interactive storytelling), σοβαρά παιχνίδια (serious games), παιχνίδια περιπέτειας (adventures games), παιχνίδια λήψης αποφάσεων (decision games), παιχνίδια ρόλων (role playing games), διαδραστικές ξεναγήσεις (guided tours), εκπαιδευτικές εκδρομές (field trips) ή προσομοιώσεις σε πραγματικό κόσμο (real world simulations).

Τα παιχνίδια ΕΠ βασίζονται είτε σε συστήματα εικόνας (image-based systems) είτε τοποθεσίας (location-based systems) είτε στο συνδυασμό αυτών των δύο συστημάτων (Κουτρομάνος, 2017). Τα παιχνίδια ΕΠ διαμέσου της εναπόθεσης και θέασης ψηφιακών αντικειμένων στο φυσικό περιβάλλον, είναι ιδανικά για τη διδασκαλία και μάθηση σε περιοχές που έχουν πλούσια τοπική ιστορία και πολιτισμό (Malegiannaki & Daradoumis, 2017).

Κεφάλαιο 5. Μεθοδολογία έρευνας

5.1 Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη αποτελεί εκπόνηση διπλωματικής εργασίας στο πλαίσιο του διδρυματικού προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών «Παιδαγωγικά μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών & Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων» της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Για τις ανάγκες υλοποίησης της εργασίας αυτής πραγματοποιήθηκε Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (Systematic Literature Review -SLR) σχετικά με τα χαρακτηριστικά εκπαιδευτικών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας προκειμένου να εντοπιστεί κατά πόσο αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά σε διάφορες πτυχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ποιες είναι οι σύγχρονες τάσεις και οι μελλοντικές προοπτικές τους. Μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι ένα μέσο αναγνώρισης, αξιολόγησης και ερμηνείας όλων των διαθέσιμων ερευνών που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα, θέμα, ή φαινόμενο ενδιαφέροντος (Kitchenham, 2004). Η δόμηση της παρούσας εργασίας ακολουθεί το πρωτόκολλο ανασκόπησης PRISMA Checklist (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, 2009).

5.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Στα πλαίσια της εργασίας το βασικό ερώτημα που διερευνάται είναι ο βαθμός στον οποίο οι προτεινόμενες εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας ενδείκνυται για εκπαιδευτική χρήση. Κατά την αναζήτηση μελετήθηκαν έρευνες και, συγκεκριμένα, έγινε ανασκόπηση στη βιβλιογραφία για εργασίες που σχετίζονταν με την αξιοποίηση εφαρμογών ΕΠ σε ένα ευρύτερο πλαίσιο εκπαίδευσης. Για το σκοπό αυτό έγινε εξέταση των ακόλουθων ερευνητικών ερωτημάτων:

- 1) Ποια η ομάδα στόχος της εφαρμογής;
- 2) Για ποιο γνωστικό αντικείμενο σχεδιάστηκε η εφαρμογή;
- 3) Σε ποια χώρα δοκιμάστηκε η εφαρμογή;
- 4) Αξιοποιήθηκε στην γενική ή στην ειδική εκπαίδευση;
- 5) Ποιος ήταν ο σκοπός της έρευνας;
- 6) Ποια ήταν τα εργαλεία σχεδιασμού της εφαρμογής;
- 7) Ποιος τύπος Επαυξημένης Πραγματικότητας χρησιμοποιήθηκε;

- 8) Ποιο λειτουργικό σύστημα χρησιμοποιούσε η εφαρμογή;
- 9) Τι τεχνολογικά μέσα/εξοπλισμός αξιοποιήθηκαν;
- 10) Ποια μέθοδος αξιολόγησης ακολουθήθηκε και με ποια εργαλεία;
- 11) Πόσοι αξιολόγησαν την εφαρμογή και τι ειδικότητα είχαν;
- 12) Υπήρχε εγκυρότητα και αξιοπιστία της μεθόδου υποκειμενικής αξιολόγησης;
- 13) Ποιους εκπαιδευτικούς τομείς ενίσχυσε η χρήση της εφαρμογής;
- 14) Ποιο ήταν το μέγεθος του δείγματος που συμμετείχε στην έρευνα;
- 15) Αξιολογήθηκε η ευχρηστία της εφαρμογής;
- 16) Ποια ήταν η διάρκεια παρέμβασης με τη χρήση της εφαρμογής;
- 17) Ποιες ειδικότητες σχεδίασαν κι ανέπτυξαν την εφαρμογή;
- 18) Ποια εμπόδια, περιορισμοί σημειώθηκαν σε σχέση με τη χρήση της εφαρμογής;
- 19) Ποια είναι τα μελλοντικά βήματα των ερευνητών που αξιοποίησαν την εφαρμογή;

5.3 Ερευνητικός σχεδιασμός και διαδικασία

Η παρούσα εργασία αναλύει τις εκπαιδευτικές εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας και δεν περιορίζεται σε συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα, όπως για παράδειγμα σε μαθητές πρωτοβάθμιας ή δευτεροβάθμιας, ούτε σε ειδικό γνωστικό αντικείμενο. Ακόμη, αποφασίστηκε η έρευνα να μην περιοριστεί στην τυπική εκπαίδευση αλλά να συμπεριλάβει και περιπτώσεις αξιοποίησης εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ στην άτυπη εκπαίδευση, όπως για παράδειγμα, η χρήση εφαρμογής ΕΠ σε μουσείο για την καλύτερη κατανόηση ιστορικού περιεχομένου στο πλαίσιο επίσκεψης μαθητών και ενηλίκων. Συγκεκριμένα, η εργασία επιχειρεί να χαρτογραφήσει τις έρευνες των τελευταίων 5 χρόνων. Η παρούσα εργασία διαφοροποιείται από τις προηγούμενες καθώς εστιάζει σε έρευνες από το 2016 έως το 2020 στο θέμα των εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ, κάνοντας επισκόπηση του συγκεκριμένου πεδίου και διερευνώντας ένα ευρύ φάσμα από σχεδιασμούς μελετών και μεθοδολογίες. Καλύπτεται έτσι ένα αντιπροσωπευτικό χρονικό διάστημα της εξέλιξης του ερευνητικού ενδιαφέροντος αναφορικά με την αξιοποίηση εφαρμογών ΕΠ στην εκπαίδευση.

Αναζήτηση ερευνών

Η αναζήτηση των επιστημονικών άρθρων έγινε στις κυριότερες ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων:

- Science Direct
- Scopus
- Google Scholar
- MDPI
- IEEExplore

Η αναζήτηση έγινε με βάση λέξεις-κλειδιά και κατάλληλους λογικούς συνδυασμούς τους με τη χρήση λογικών τελεστών (OR, AND): Augmented reality, AR, application, education, training, κ.α. Η διαδικασία αναζήτησης και καταγραφής των δεδομένων έχει ξεκινήσει από τον Ιανουάριο του 2021. Τα τελευταία πέντε χρόνια (2016-2020) ορίστηκαν ως εύρος αναζήτησης για τις επιζητούμενες έρευνες, διότι μέσα σε αυτά τα χρόνια η χρήση εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ έγινε πιο συστηματική, με αυτές να απευθύνονται σε μαθητές, σε ενήλικες εκπαιδευομένους και επαγγελματίες. Η γλώσσα αναζήτησης των άρθρων ήταν η αγγλική.

Κριτήρια ένταξης στην έρευνα

Τα κριτήρια επιλογής των άρθρων που προορίζονταν για την ανάλυση είναι τα εξής:

- Έρευνες που περιλαμβάνουν αξιοποίηση εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας για εκπαιδευτικό σκοπό.
- Έρευνες σε αγγλική γλώσσα.
- Επιστημονικές έρευνες (άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά, εισηγήσεις σε συνέδρια)

Κριτήρια αποκλεισμού από την έρευνα

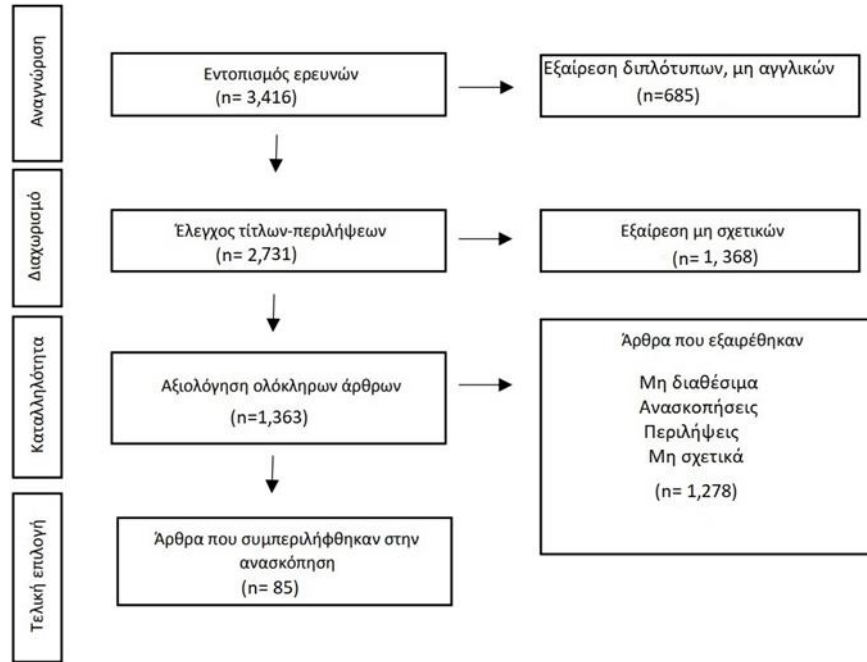
Το κριτήριο αποκλεισμού από την έρευνα ήταν το είδος της έρευνας. Τα είδη ερευνών που εξαιρέθηκαν είναι τα εξής: διπλωματικές εργασίες, θεωρητικές, ανασκοπήσεις και περιλήψεις που δεν παρέχουν ολόκληρα τα άρθρα, όσα είναι «κλειδωμένα» (για την πρόσβαση σε αυτά χρειάζεται συνδρομή ή επί τόπου πληρωμή).

Διαδικασία επιλογής άρθρων

Τα άρθρα που βρέθηκαν μέσα από την έρευνα των ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων, συμπεριλαμβάνοντας τις λέξεις κλειδιά ήταν στο σύνολό τους 3.416. Στη συνέχεια, πέρασαν από κάποια στάδια «εκκαθάρισης», ώστε να απομείνουν τα επιθυμητά άρθρα με βάση τα παραπάνω κριτήρια. Στο πρώτο στάδιο, της επιλογής έγινε συγχώνευση όλων των αποτελεσμάτων της αναζήτησης από τις διάφορες πηγές (3.416 άρθρα) και αφαιρέθηκαν τα διπλότυπα και όσα δεν ήταν στην αγγλική γλώσσα (685 άρθρα). Στο δεύτερο στάδιο του διαχωρισμού, ελέγχθηκαν οι τίτλοι και οι περιλήψεις και επελέγησαν οι δυνητικά κατάλληλες μελέτες (1.363). Στο τρίτο στάδιο της καταλληλότητας, αφαιρέθηκαν όσα άρθρα δεν ήταν διαθέσιμα, ήταν ανασκοπήσεις, θεωρητικά και μη σχετικά με το θέμα. Στο τελικό στάδιο απομονώθηκαν οι μελέτες που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης κι έτσι ο τελικός αριθμός διαμορφώθηκε στα 85 άρθρα.

Διάγραμμα ροής

Τα στάδια της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης πλαισιώνονται από το πρωτόκολλο PRISMA, (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses), το οποίο έχει ευρεία εφαρμογή σε έρευνες που έχουν σκοπό να μελετήσουν εις βάθος ένα θέμα μέσω της εξέτασης των ερευνών που έχουν ήδη γίνει και δημοσιευτεί (Grant & Booth, 2009). Η χρήση ενός διαγράμματος ροής (flowchart) τύπου PRISMA, όπως παρουσιάζεται παρακάτω, είναι ένας τρόπος οπτικοποίησης της διαδικασίας επιλογής των άρθρων που επελέγησαν στη βιβλιογραφική ανασκόπηση (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009).



Εικόνα 19: Διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας PRISMA

Συλλογή δεδομένων

Η ανάλυση των άρθρων οδήγησε στη συλλογή ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων. Για συγκεκριμένες κατηγορίες έχουν συλλεγεί ποσοτικά δεδομένα και έχουν αναλυθεί με ποσοτική μέθοδο. Τα ποιοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν έδωσαν τη δυνατότητα να συγκεκριθούν ορισμένες επιλογές και ενέργειες των συγγραφέων αναφορικά με τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ καθώς και να εντοπιστεί η σύγκλυση ή μη ως προς τον βαθμό αξιοποίησης αυτών των εφαρμογών.

Πίνακας 1. Κατηγορίες πληροφοριών για τη συλλογή ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων.

Τύπος Πληροφοριών	Κατηγορίες πληροφοριών
Ποσοτικά δεδομένα	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Έτος, είδος & πηγή δημοσίευσης ▪ Είδος ομάδας στόχου ▪ Πεδίο εφαρμογής/Γνωστικό αντικείμενο ▪ Γενική/Ειδική Αγωγή ▪ Χώρα εφαρμογής ▪ Εργαλεία σχεδιασμού της εφαρμογής ▪ Κατηγορία-Τύπος ΕΠ ▪ Λειτουργικό σύστημα εφαρμογής

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ερευνητική μέθοδος αξιολόγησης ▪ Αριθμός ατόμων που αξιολόγησαν & ειδικότητα ▪ Δείκτες (εργαλεία) Υποκειμενικής Αξιολόγησης ▪ Εγκυρότητα, Αξιοπιστία μεθόδου ▪ Εκπαιδευτικοί τομείς που ενισχύθηκαν ▪ Μέγεθος δείγματος ▪ Αξιολόγηση ή μη της ευχρηστίας της εφαρμογής ▪ Διάρκεια παρέμβασης
<p>Ποιοτικά δεδομένα</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Στόχος έρευνας ▪ Ειδικότητα αυτών που ανέπτυξαν την εφαρμογή ▪ Περιορισμοί & εμπόδια σε σχέση με την εφαρμογή ▪ Μελλοντικά βήματα

Κεφάλαιο 6. Ανάλυση δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο τελικός αριθμός των άρθρων που εντάχθηκε στην ανάλυση ήταν 85. Η ανάλυση των άρθρων διήρκησε προσεγγιστικά 4 μήνες. Ο κατάλογος των βιβλιογραφικών αναφορών των άρθρων είναι διαθέσιμος στο Παράρτημα Ι.

6.1 Ανάλυση ποσοτικών δεδομένων

Τα άρθρα ταξινομήθηκαν με αρχικό κριτήριο το έτος δημοσίευσης τους από το πιο παλιό προς το νεότερο και στη συνέχεια κατά αλφαβητική σειρά. Έπειτα έλαβαν ένα αύξοντα αριθμό για να γίνεται ευκολότερη η αναφορά σε αυτά.

Πίνακας 2. Πίνακας άρθρων.

A/A	Συγγραφέας	Τίτλος
1	Akçayır et al., 2016	Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories
2	Ayer et al., 2016	Augmented Reality Gaming in Sustainable Design Education
3	Bal et al., 2016	Computer hardware course application through augmented reality and QR code integration: achievement levels and views of students
4	Carlson et al., 2016	Augmented reality integrated simulation education in health care
5	Chen et al., 2016	Augmented reality-based video-modeling storybook of nonverbal facial cues for children with autism spectrum disorder to improve their perceptions and judgments of facial expressions and emotions
6	Lin et al., 2016	Augmented reality in educational activities for children with disabilities
7	Montoya et al., 2016	Evaluating the effect on user perception and performance of static and dynamic contents deployed in augmented reality based learning application
8	Safar et al., 2016	The Effectiveness of Using Augmented Reality Apps in Teaching the English Alphabet to Kindergarten Children: A Case Study in the State of Kuwait
9	Santos et al., 2016	Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning
10	Sungkur et al., 2016	Augmented reality, the future of contextual mobile learning
11	Yilmaz, 2016	Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education
12	Bauer et al., 2017	Anatomical augmented reality with 3D commodity tracking and image-space alignment
13	Bazarov et al., 2017	Applying Augmented Reality in practical classes for engineering students
14	Crăciun et al., 2017	Boosting physics education through mobile augmented reality
15	Gimeno et al., 2017	Combining traditional and indirect augmented reality for indoor crowded environments. A case study on the Casa Batlló museum
16	Joo-Nagata et al., 2017	Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: Evaluation of an educational program in Chile

17	Moro et al., 2017	The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy
18	Pombo et al., 2017	Marker-based augmented reality application for mobile learning in an urban park
19	Turkan et al., 2017	Mobile augmented reality for teaching structural analysis
20	Vega Garzon et al., 2017	Using Augmented Reality to Teach and Learn Biochemistry
21	Wang, 2017	Exploring the effectiveness of integrating augmented reality-based materials to support writing activities
22	Abd Majid et al., 2018	Augmented Reality to Promote Guided Discovery Learning for STEM Learning
23	Aebersold et al., 2018	Interactive Anatomy-Augmented Virtual Simulation Training
24	Alhumaidean et al., 2018	Co-designing with children a collaborative augmented reality book based on a primary school textbook
25	Blevins, 2018	Teaching Digital Literacy Composing Concepts: Focusing on the Layers of Augmented Reality in an Era of Changing Technology
26	Chang et al., 2018	Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions
27	Cheng et al., 2018	Construction of Interactive Teaching System for Course of Mechanical Drawing Based on Mobile Augmented Reality Technology
28	Cieza et al., 2018	Educational mobile application of augmented reality based on markers to improve the learning of vowel usage and numbers for children of a kindergarten in Trujillo.
29	Deb et al., 2018	Augmented Sign Language Modeling (ASLM) with interaction design on smartphone - an assistive learning and communication tool for inclusive classroom
30	Iftene et al., 2018	Enhancing the attractiveness of learning through Augmented Reality.
31	Kurniawan et al., 2018	Human Anatomy Learning Systems Using Augmented Reality on Mobile Application
32	Layona et al., 2018	Web based Augmented Reality for Human Body Anatomy Learning
33	Lorusso et al., 2018	Giok the Alien: An AR-Based Integrated System for the Empowerment of Problem-Solving, Pragmatic, and Social Skills in Pre-School Children
34	Mahmood et al., 2018	Augmented reality and ultrasound education: initial experience
35	Mota et al., 2018	Augmented reality mobile app development for all
36	Mourtzis et al., 2018	Augmented reality supported product design towards industry 4.0: a teaching factory paradigm.
37	Nguyen et al., 2018	An interactive and augmented learning concept for orientation week in higher education
38	Bursali et al., 2019	Effect of augmented reality applications on secondary school students' reading comprehension and learning permanency
39	Cabero et al., 2019	The Motivation of Technological Scenarios in Augmented Reality (AR): Results of Different Experiments
40	Collado et al., 2019	Teachers' evaluation of MotionAR: An augmented reality-based motion graphing application
41	Fidan et al., 2019	Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education
42	Karambakhsh et al, 2019	Deep gesture interaction for augmented anatomy learning
43	Khan et al., 2019	A Low-Cost Interactive Writing Board for Primary Education using Distinct Augmented Reality Markers

44	Kyriakoy et al., 2019	Can I touch this? Using Natural Interaction in a Museum Augmented Reality System
45	López-García et al., 2019	Design, Application and Effectiveness of an Innovative Augmented Reality Teaching Proposal through 3P Mode
46	Mylonas et al., 2019	An Augmented Reality Prototype for supporting IoT-based Educational Activities for Energy-efficient School Buildings
47	Petrelli, 2019	Making virtual reconstructions part of the visit: An exploratory study
48	Sáez-López et al., 2019	Application of the ubiquitous game with augmented reality in Primary Education
49	Sahin et al., 2019	Effects of Augmented Reality in Teaching Old Turkish Language Mementoes on Student Achievement and Motivation
50	Sargsyan et al., 2019	Augmented Reality Application to Enhance Training of Lumbar Puncture Procedure: Preliminary Results
51	Savitha et al., 2019	Effects of Integrating Augmented Reality in Early Childhood Special Education
52	Scaravetti et al., 2019	Augmented Reality experiment in higher education, for complex system appropriation in mechanical design
53	Sonntag et al., 2019	Hybrid learning environments by data-driven augmented reality
54	Yip et al., 2019	Improving quality of teaching and learning in classes by using augmented reality video
55	Aladin et al., 2020	AR-TO-KID: A speech-enabled augmented reality to engage preschool children in pronunciation learning
56	Aljojo et al., 2020	Lens Application: Mobile Application Using Augmented Reality
57	Altmeyer et al., 2020	The use of augmented reality to foster conceptual knowledge acquisition in STEM laboratory courses—Theoretical background and empirical results
58	Andriyandi et al., 2020	Augmented reality using features accelerated segment test for learning tajweed
59	Badilla-Quintana et al., 2020	Augmented Reality as a Sustainable Technology to Improve Academic Achievement in Students with and without Special Educational Needs
60	Bibi et al., 2020	Smart Learning Companion (SLAC)
61	Conley et al., 2020	MantarayAR: Leveraging augmented reality to teach probability and sampling
62	Dalim et al., 2020	Using augmented reality with speech input for non-native children's language learning
63	Elivera et al., 2020	Development of an Augmented Reality Mobile Application to Enhance the Pedagogical Approach in Teaching History
64	Estudante et al., 2020	Using Augmented Reality to Stimulate Students and Diffuse Escape Game Activities to Larger Audiences
65	Gargrish et al., 2020	Augmented Reality-Based Learning Environment to Enhance Teaching-Learning Experience in Geometry Education
66	Harun et al., 2020	Experience Fleming's rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning
67	Henssen et al., 2020	Neuroanatomy Learning: Augmented Reality vs. Cross-Sections
68	Ibáñez et al., 2020	Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course
69	Iqira-Becerra et al., 2020	A Critical Analysis of Usability and Learning Methods on an Augmented Reality Application for Zoology Education
70	Jesionkowska et al., 2020	Active Learning Augmented Reality for STEAM Education—A Case Study

71	Kumpulainen et al., 2020	Children's Augmented Storying in, with and for Nature
72	López-Faican et al., 2020	EmoFindAR: Evaluation of a mobile multiplayer augmented reality game for primary school children
73	Macariu et al., 2020	Learn Chemistry with Augmented Reality
74	Mendes et al., 2020	PINATA: ~ Pinpoint insertion of intravenous needles via augmented reality training assistance
75	Moreno-Guerrero et al., 2020	Augmented Reality as a Resource for Improving Learning in the Physical Education Classroom
76	Nadeem et al., 2020	AR-LabOr: Design and Assessment of an Augmented Reality Application for Lab Orientation
77	Ng et al., 2020	A mobile application with augmented reality in exploring the natural environment of Hong Kong
78	Nordin et al., 2020	Mobile augmented reality using 3D ruler in a robotic educational module to promote STEM learning
79	Rossano et al., 2020	Augmented Reality to Support Geometry Learning
80	Saundarajan et al., 2020	Learning Algebra Using Augmented Reality: A Preliminary Investigation on the Application of Photomath for Lower Secondary Education
81	Sudarmilah et al., 2020	Improving knowledge about Indonesian culture with augmented reality gamification
82	Thees et al., 2020	Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses
83	Tsai, 2020	The Effects of Augmented Reality to Motivation and Performance in EFL Vocabulary Learning
84	Uiphanit et al., 2020	Using Augmented Reality (AR) for Enhancing Chinese Vocabulary Learning
85	Zhou et al., 2020	Virtual & augmented reality for biological microscope in experiment education

▪ Έτος δημοσίευσης

Πίνακας 3. Πλήθος άρθρων ανά έτος.

Έτος Δημοσίευσης	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό η (%)	Αριθμός άρθρου
2016	11	12,9%	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
2017	10	11,8%	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
2018	16	18,8%	22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37
2019	17	20,0%	38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54
2020	31	36,5%	55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74,

			75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85
Σύνολο	85	100,0%	

- **Είδος δημοσίευσης**

Πίνακας 4. Πλήθος άρθρων ανά είδος δημοσίευσης.

Είδος δημοσίευσης	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
Περιοδικό	65	76,5%	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85
Συνέδριο	19	22,4%	3, 13, 14, 18, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 50, 53, 55, 63, 65, 66, 67, 73, 81
Ηλεκτρονικές σημειώσεις	1	1,2%	46
Σύνολο	85	100,0%	

- **Πηγή δημοσίευσης**

Πίνακας 5. Πηγή δημοσίευσης.

Πηγή δημοσίευσης	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
Advances in Science, Technology and Engineering Systems	1	1,2%	69

International Journal of Emerging Technologies in Learning	1	1,2%	84
Advanced Engineering Informatics	1	1,2%	19
AIP Conference Proceedings	1	1,2%	14
Anatomical Sciences Education	2	2,4%	17, 67
Applied Sciences	2	2,4%	39, 45
Biochemistry and Molecular Biology Education	1	1,2%	20
British Journal of Educational Technology	1	1,2%	57
Bulletin of Electrical Engineering and Informatics	1	1,2%	78
Clinical Simulation in Nursing	2	2,4%	4, 23
Computer Science	5	5,9%	15, 35, 46, 65, 85
Computers & Graphics	1	1,2%	12
Computers and Composition	1	1,2%	25
Computers in Human Behavior	5	5,9%	1, 5, 11, 38, 82
Comunicar	1	1,2%	48
Contemporary Educational Technology	1	1,2%	49
Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage	2	2,4%	44, 47
Education Sciences	2	2,4%	71, 76
Education Sciences MDPI	1	1,2%	70
EPiC Series in Computing	1	1,2%	50
Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	2	2,4%	7, 8
Interactive Technology and Smart Education	1	1,2%	10
International Journal of Child-Computer Interaction	1	1,2%	24
International Journal of Educational Technology in Higher Education	1	1,2%	37
International Journal of Emerging Technologies in Learning	3	3,5%	27, 60, 80
International Journal of Environmental Research and Public Health	1	1,2%	75

International Journal of Human-Computer Studies	1	1,2%	62
International Journal of Information Management	1	1,2%	42
International Journal of Instruction	1	1,2%	83
International Journal of Interactive Mobile Technologies	1	1,2%	56
International Journal of Mobile Learning and Organisation	1	1,2%	77
International Journal of Recent Technology and Engineering	1	1,2%	51
International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology	1	1,2%	22
International Symposium on Computers in Education, SIE	1	1,2%	18
IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	1	1,2%	13
IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	3	3,5%	55, 63, 81
Journal Displays	1	1,2%	6
Journal of Architectural Engineering	1	1,2%	2
Journal of Chemical Education	1	1,2%	64
Journal of Physics: Conference Series	1	1,2%	40
Medicine and Dentistry	2	2,4%	34, 74
Open access Journal	1	1,2%	79
Procedia CIRP (Journal)	1	1,2%	52
Procedia Computer Science	16	18,8%	3, 16, 21, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 41, 54, 61, 66, 68, 72, 73
Procedia Manufacturing	2	2,4%	36, 53
Research and Practice in Technology Enhanced Learning	1	1,2%	9
Sensors	1	1,2%	33
Sustainability	2	2,4%	43, 59

Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)	1	1,2%	58
Σύνολο	85	100,0%	

▪ **Είδος ομάδας στόχου**

Πίνακας 6. Ομάδα στόχος ανά άρθρο.

Είδος ομάδας στόχου	Πλήθος άρθρων	Αριθμός άρθρου
Νηπιαγωγείο	7	8, 11, 28, 33, 55, 62, 69
Δημοτικό	17	6, 18, 24, 26, 30, 38, 43, 45, 46, 48, 51, 56, 60, 71, 72, 77, 79, 81, 83
Γυμνάσιο	10	16, 18, 30, 41, 66, 68, 70, 73, 78, 80
Λύκειο	11	21, 22, 30, 31, 32, 59, 65, 66, 75, 84, 85
Πανεπιστήμιο	32	1, 2, 3, 4, 7, 10, 13, 14, 17, 19, 20, 23, 25, 27, 31, 35, 36, 37, 39, 42, 49, 52, 53, 54, 57, 61, 64, 66, 67, 76, 78, 82
Επαγγελματίες	6	9, 12, 34, 40, 50, 74
Δομείς Ειδικής Αγωγής	2	5, 29
Μουσείο	3	15, 44, 47
Μίξη	5	18, 30, 31, 66, 78
Δεν αναφέρεται	2	58, 63

Για τα άρθρα που έχουν συνδυάσει ένα, δύο ή και παραπάνω είδη ομάδων στόχου έχουν καταγραφεί τα εξής: Το άρθρο [18] έχει συμπεριλάβει στο δείγμα του μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου, το [30] μαθητές Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου, το [31] μαθητές Λυκείου και Πανεπιστημίου, το [66] μαθητές Γυμνασίου, Λυκείου και Πανεπιστημίου και το [78] μαθητές Γυμνασίου και Πανεπιστημίου.

▪ **Πεδίο εφαρμογής/γνωστικό αντικείμενο**

Πίνακας 7. Πεδίο εφαρμογής ανά άρθρο.

Πεδίο εφαρμογής/Γνωστικό αντικείμενο	Πλήθος άρθρων	Αριθμός άρθρου
STEAM/STEM εκπαίδευση	3	46, 70, 78
Εκμάθηση ξένης Γλώσσας	12	8, 9, 24, 29, ,35 ,45 ,49, 51, 55, 62, 83, 84
Μαθηματικά (Άλγεβρα, Γεωμετρία)	8	6, ,28, 45 ,60 ,65, 68, 79, 80
Ανατομία	8	12, 17, 23, 31, 32, ,39, 42, 67
Μουσικακή Εκπαίδευση	3	15, 44, 47
Ιστορία	4	16, 56, 63, 81
Βιολογία	2	85, 30
Βιοχημεία	1	20
Καλλιέργεια προφορικού ή/και γραπτού λόγου	8	11, 21, ,28, 38, 43 ,45, 60, 71
Προσανατολισμός & εξοικείωση με τον χώρο (εργαστήριο, πανεπιστημιούπολη)	3	37, 75, 76
Αρχιτεκτονική	2	2, 19
Εικαστικά	2	39, 48
Συναισθηματική Νοημοσύνη	2	5, 72
Περιβαλλοντική εκπαίδευση	3	18, 69, 77
Θρησκευτικά	1	58
Ιατρική	4	4, 34, 50, 74
Καλλιέργεια δεξιοτήτων	2	25, 33
Μηχανολογία	1	13
Μηχανικός Σχεδιασμός	4	27, 35 ,36, 52
Πληροφορική	4	3, 10, 39, 60
Στατιστική	1	61
Υφασματολογία, Ραπτική	1	54

Φυσική	11	1, 7, 14, 26, 40, 41, 45, 53, 57, 66, 82
Χημεία	4	22, 59, 64, 73
Γεωγραφία	1	30
E-learning	1	30
Κοινωνικές Επιστήμες	1	45
Μίξη	6	28, 30, 35, 39, 45, 60

▪ **Χώρα εφαρμογής**

Πίνακας 8. Χώρα πιλοτικής εφαρμογής ανά άρθρο.

Χώρα πιλοτικής εφαρμογής	Πλήθος άρθρων	Αριθμός άρθρου
Η.Π.Α	8	2, 4, 19, 23, 25, 34, 50, 61
Αγγλία	2	47, 70
Ινδία	4	29, 51, 65, 66
Ιαπωνία	1	9
Αυστραλία	1	17
Βραζιλία	1	20
Γαλλία	2	52, 64
Γερμανία	3	53, 57, 82
Ελλάδα	2	36, 46
Ινδονησία	4	31, 32, 58, 81
Ισπανία	5	15, 39, 45, 48, 75
Ιταλία	3	33, 47, 79
Κίνα	3	27, 42, 85
Κολομβία	1	7
Κουβέιτ	1	8
Κύπρος	2	3, 44
Μαλαισία	5	22, 55, 62, 78, 80
Μαυρίκιος	1	10
Μεξικό	1	68

Νέα Ζηλανδία	1	76
Ολλανδία	1	67
Πακιστάν	2	43,60
Περού	2	28,69
Πορτογαλία	3	18,64,74
Ρουμανία	3	14,30,73
Ρωσία	1	13
Σαουδική Αραβία	2	24,56
Ταϊβάν	5	5,6,21,26,83
Ταϊλάνδη	1	84
Τουρκία	5	1,11,38,41,49
Φιλιππίνες	2	40,63
Φινλανδία	2	37,71
Χιλή	2	16,59
Χονγκ Κονγκ	2	54,77
Μίξη	2	47,64
Δεν αναφέρεται	3	12,35,72

Το άρθρο [47] καλύπτει τη μουσειακή εκπαίδευση και αφορά τοποθεσίες πολιτιστικής κληρονομιάς στην Αγγλία και την Ιταλία. Το [64] έχει συμπεριλάβει μαθητές της Πορτογαλίας και της Γαλλίας.

▪ Ειδική Αγωγή

Πίνακας 9. Πλήθος άρθρων που αφορούν ή όχι την Ειδική Αγωγή.

Ειδική Αγωγή	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
--------------	----------------------	---------------	----------------

OXI	79	92,9%	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,52,53,54,55,56,57,58,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85
ΝΑΙ	4	4,7%	5,6,29,51
ΜΙΞΗ	2	2,4%	30,59
ΣΥΝΟΛΟ	85	100%	

Τα άρθρα που εμφανίζονται με χαρακτηρισμό «ΜΙΞΗ» υποδηλώνουν πως ένα μέρος του δείγματος που έχει εξεταστεί εμπεριέχει μαθητές με ιδιαιτερότητες. Συγκεκριμένα στο άρθρο [30] όπου αξιοποιούνται 4 εκπαιδευτικές εφαρμογές ΕΠ η μία από τις τέσσερις προτεινόμενες εφαρμογές απευθύνεται σε παιδιά με αυτισμό ενώ οι υπόλοιπες σε μαθητές γενικής αγωγής. Τέλος, το άρθρο [59] έχει ως δείγμα 60 μαθητές από τους οποίους οι 7 έχουν ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες.

▪ **Εργαλεία σχεδιασμού των εφαρμογών**

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται μόνο οι πλατφόρμες και τα λογισμικά που σχετίζονται με τη δημιουργία περιεχομένου Επαυξημένης Πραγματικότητας. Αυτά έχουν ήδη αναφερθεί αναλυτικά στο τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας. Στη δεύτερη στήλη του πίνακα σημειώνεται ο αριθμός των άρθρων στα οποία έχει αξιοποιηθεί κάθε πλατφόρμα ή λογισμικό. Στα περισσότερα άρθρα έχει γίνει ένας συνδυασμός αυτών. Να σημειωθεί επίσης ότι αρκετές εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί με διάφορες γλώσσες προγραμματισμού και άλλων ειδών λογισμικά τα οποία είναι διαθέσιμα στο Παράρτημα ΙΙ στην πλήρη ανάλυση δεδομένων.

Πίνακας 10. Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών.

Εργαλεία σχεδιασμού	Σε πόσα άρθρα χρησιμοποιήθηκαν	Ποσοστό η (%)
Vuforia	35	41,2%
Unity	43	50,6%
Aurasma (HP Reveal)	6	7,1%
Metaio Creator Program	5	5,9%

ARIS platform	1	1,2%
Blippar	2	2,4%
Metaverse	1	1,2%
Δεν αναφέρονται στοιχεία	12	14,1%

Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι στα 12 άρθρα που δεν παρέχουν πληροφορίες για τα εργαλεία σχεδιασμού των εφαρμογών περιλαμβάνονται 5 άρθρα τα οποία αναφέρουν πως έχουν χρησιμοποιήσει κάποια εφαρμογή ΕΠ που προέρχεται από τα ηλεκτρονικά καταστήματα Play Store, App Store.

▪ Κατηγορία/τύπος ΕΠ

Πίνακας 11. Πλήθος άρθρων ανά κατηγορία ΕΠ.

ΤΥΠΟΣ/ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΠ	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
Με δείκτες	55	64,7%	1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 39, 40, 41, 43, 44, 46, 49, 51, 54, 55, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 74, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85
Χωρίς δείκτες	3	3,5%	5, 45, 72
Χωροευαίσθητη	7	8,2%	15, 16, 47, 48, 70, 76, 77
Υπέρθυση	7	8,2%	12, 13, 27, 34, 50, 52, 53
Δεν αναφέρεται	13	15,3%	8, 17, 20, 23, 36, 37, 38, 42, 56, 59, 71, 75, 83
Σύνολο	85	100,0%	

▪ Λειτουργικό Σύστημα

Πίνακας 12. Πλήθος άρθρων ανά λειτουργικό σύστημα το οποίο υποστηρίζει η εφαρμογή.

Λειτουργικό σύστημα	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
Android	27	31,8%	7, 10, 17, 18, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 38, 41, 44, 47, 56, 58, 59, 60, 63, 68, 69, 74, 76, 77, 78

iOS	11	12,9%	4, 8, 9, 16, 19, 23, 46, 57, 61, 72, 83
Windows	7	8,2%	12, 32, 34, 52, 62, 70, 82
Android & iOS	14	16,5%	1, 5, 13, 20, 21, 25, 39, 48, 54, 64, 65, 67, 71, 80
Windows & Android	1	1,2%	42
Δεν αναφέρεται	25	29,4%	2, 3, 6, 11, 14, 15, 24, 26, 36, 37, 40, 43, 45, 49, 50, 51, 53, 55, 66, 73, 75, 79, 81, 84, 85
Σύνολο	85	100,0%	

▪ Τεχνολογικά μέσα/εξοπλισμός

Πολλά άρθρα παρουσιάζουν έναν συνδυασμό τεχνολογικών μέσων. Για παράδειγμα, παρατηρείται συχνά ο συνδυασμός των tablets και smartphones. Στο Παράρτημα II στην πλήρη ανάλυση δεδομένων έχουν καταγραφεί όλες οι πληροφορίες αναλυτικά.

Πίνακας 13. Μέσα (εξοπλισμός) που χρησιμοποιήθηκαν για να αξιοποιηθούν οι εφαρμογές ΕΠ.

Εξοπλισμός	Σε πόσα άρθρα αξιοποιήθηκαν	Ποσοστό η(%)
AR glasses	9	10,6%
Desktop computer	4	4,7%
tablets	36	42,4%
smartphones	44	51,8%
laptop	2	2,4%
smart TV	1	1,2%
Headphones	1	1,2%
Διαδραστικός πίνακας	2	2,4%
φορητές συσκευές	2	2,4%
Άλλα	3	3,5%
Δεν αναφέρονται	3	3,5%

▪ Ερευνητική μέθοδος αξιολόγησης

Τα άρθρα που εντοπίστηκαν έχουν αναλυθεί και ως προς τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαν για να αξιολογήσουν την εφαρμογή της ΕΠ. Έτσι, ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει το πλήθος των άρθρων ανά μέθοδο αξιολόγησης.

Πίνακας 14. Είδος αξιολόγησης.

ΕΙΔΟΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό η (%)	Αριθμός άρθρου
ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	77	90,6%	1 ,2 ,3 ,4 ,5 ,6 ,7 ,8 ,9 ,10 ,11 ,13 ,14 ,15 ,16 ,17 ,18 ,19 ,21 ,22 ,23 ,24 ,25 ,26 ,27 ,28 ,29 ,30 ,31 ,32 ,33 ,35 ,37 ,38 ,39 ,40 ,41 ,43 ,44 ,45 ,47 ,48 ,49 ,50 ,51 ,52 ,53 ,54 ,55 ,56 ,57 ,58 ,59 ,60 ,61 ,62 ,63 ,64 ,66 ,67 ,68 ,69 ,70 ,71 ,72 ,73 ,74 ,75 ,76 ,77 ,78 ,79 ,80 ,81 ,82 ,83 ,84
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	4	4,7%	20, 36, 42, 85
Μίξη (σε 2 φάσεις)	1	1,2%	12
Δεν αναφέρεται	3	3,5%	34, 46, 65
Σύνολο	85	100,0%	

Στα άρθρα με την αντικειμενική μέθοδο αξιολόγησης τα συστήματα αξιολογούν τις σωστές απαντήσεις και στις λάθος παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση ώστε να διορθώσει ο χρήστης το έργο του. Ο σχεδιασμός των ίδιων των εφαρμογών είναι αυτός που επιτρέπει την αξιολόγησή τους με αντικειμενικό τρόπο. Στο άρθρο [12] η εφαρμογή που έχει αναπτυχθεί αφορά την παρουσίαση ενός κατοπτρικού συστήματος ΕΠ για την απεικόνιση της ανατομίας του ανθρώπινου σώματος. Το σύστημα μέσω μιας διαδικασίας βαθμονόμησης αξιολογεί μόνο του τις κινήσεις του χρήστη και τα δεδομένα που αφορούν την ανατομία του σώματός του. Επιπλέον σε δεύτερη φάση της χρήσης της εφαρμογής, οι ερευνητές αξιολόγησαν τη γνώμη των συμμετεχόντων αναφορικά με την ευχρηστία της.

- **Αριθμός και ειδικότητα αξιολογητών**

Πίνακας 15. Πλήθος ατόμων που αξιολόγησαν την εφαρμογή.

Πληροφορίες για τον αριθμό ατόμων που αξιολόγησαν & την ειδικότητά τους	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό η (%)	Αριθμός άρθρου
Πλήρη στοιχεία (αριθμός & ειδικότητα)	11	12,9%	1,5, 11, 24, 30,33,40,50,53,69,79
Δεν αναφέρονται στοιχεία (αριθμός & ειδικότητα)	51	60,0%	2,3,4,7,9,10,12,13,14,15,17,18,19,20,22,27,28,31,32,34,35,41,42,46,48,51,52,54,55,56,57,58,59,60,61,64,65,66,68,70,73,74,75,77,78,80,81,82,83,84,85
Πληροφορίες για το πόσοι & ποιοι αξιολόγησαν το εργαλείο συλλογής δεδομένων.	4	4,7%	16,26,45,49
Μη σαφείς πληροφορίες (γενική αναφορά στους συγγραφείς-ερευνητές)	19	22,4%	6,8,21,23,25,29,36,37,38,39,43,44,47,62,63,67,71,72,76
Σύνολο	85	100,0%	

Για τα 11 άρθρα που αναφέρουν πλήρη στοιχεία ισχύουν τα εξής:

Πίνακας 15.1. Αριθμός και ειδικότητα αξιολογητών.

Άρθρο	Αριθμός αξιολογητών	Ειδικότητα
1	3	Δύο καθηγητές Φυσικής & ένας ερευνητής
5	1	Θεραπευτής με εμπειρία σε παιδιά με αυτισμό
11	1	Ερευνήτρια με ειδικότητα στον τομέα Computer Education
24	3	Ένας δάσκαλος Δημοτικού, ένας ειδικός σε HCI (Human Computer Interaction), ένας ψυχολόγος (καθηγητής Πανεπιστημίου)
30	1	Ένας επαγγελματίας σε θέματα Ειδικής Αγωγής (μόνο στη μια από τις 4 εφαρμογές που αφορούσε παιδιά με ΔΑΦ)
33	2	Ψυχολόγοι
40	29	Εκπαιδευτικοί
50	9	Οκτώ ερευνητές με γνωστικό υπόβαθρο σε Computer Science, ένας με γνωστικό υπόβαθρο στην ιατρική
53	1	Ένας ερευνητής με ειδικότητα στη Φυσική
69	10	Τρεις μηχανικοί, δύο δάσκαλοι, ένας ψυχολόγος, τέσσερις βοηθοί δασκάλου
79	2	Δύο ερευνητές με ειδικότητα σε HCI (Human Computer Science)

▪ **Εργαλεία/δείκτες Υποκειμενικής αξιολόγησης**

Για τον υπολογισμό των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων, αφαιρέθηκαν από το σύνολο των άρθρων (N=85) τα 4 άρθρα τα οποία έχουν αξιολογήσει με αντικειμενική μέθοδο το έργο τους καθώς και 3 άρθρα τα οποία δεν ανέφεραν καμία πληροφορία για τον τρόπο αξιολόγησης. Έτσι απομονώθηκαν τα 78 άρθρα με τους δείκτες της αξιολόγησής τους. Να αναφερθεί σε αυτό το σημείο ότι στις περισσότερες έρευνες έχει γίνει συνδυασμός εργαλείων. Για παράδειγμα: Κλίμακα Likert και Συνέντευξη, Κλίμακα Likert, Focus group και Συνέντευξη, Ερωτηματολόγιο και Κριτήριο αξιολόγησης, Παρατήρηση, Συνέντευξη και Κλίμακα Likert, κ.α. Στο Παράρτημα II στην πλήρη ανάλυση δεδομένων καταγράφονται όλοι οι συνδυασμοί.

Πίνακας 16. Εργαλεία συλλογής δεδομένων για την υποκειμενική αξιολόγηση.

ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ	Σε πόσα άρθρα χρη- σιμοποιήθηκε	Ποσοστό n %
Focus group	4	5,1%
Παρατήρηση	16	20,5%
Ερωτηματολόγιο	16	20,5%
Κλίμακα Likert	53	67,9%
Συνέντευξη	20	25,6%
Κριτήριο αξιολό- γησης	28	35,9%
Δεν αναφέρεται το εργαλείο	3	3,8%

▪ **Εγκυρότητα, Αξιοπιστία της ερευνητικής μεθόδου**

Σε κάποια άρθρα η εγκυρότητα έχει ελεγχθεί από τους ίδιους τους συγγραφείς μετά από στατιστικό έλεγχο που έχουν πραγματοποιήσει αναφέροντας τα αποτελέσματά τους. Σε όσες έρευνες δεν έχει σημειωθεί ο βαθμός εγκυρότητας, έχουμε κάνει έλεγχο αναζητώντας άλλες συναφείς έρευνες που είχαν κάνει χρήση του ίδιου εργαλείου ώστε να επιβεβαιώσουμε αν υπάρχει εγκυρότητα. Παρομοίως, η αξιοπιστία των εργαλείων συλλογής δεδομένων της έρευνας έχει προσδιοριστεί μετά από στατιστικό έλεγχο από τους ίδιους

τους ερευνητές οι οποίοι αναφέρουν τον αντίστοιχο βαθμό. Το πλήθος των άρθρων που έχουν εφαρμόσει υποκειμενική μέθοδο αξιολόγησης έχει υπολογιστεί σε (N=78). Από αυτά έχουν αφαιρεθεί τα 3 άρθρα [10],[50],[64] τα οποία δεν έχουν αναφέρει κανένα εργαλείο για την αξιολόγησή τους. Στη συνέχεια, έχουν αφαιρεθεί 6 άρθρα που έχουν χρησιμοποιήσει ως μέθοδο αξιολόγησης τα εξής:

- focus group [24], [25]
- παρατήρηση [28], [29]
- συνέντευξη [53]
- παρατήρηση & συνέντευξη [71]

Απομονώθηκαν 69 άρθρα και παρουσιάζονται τα αντίστοιχα στοιχεία που αφορούν την εγκυρότητα και την αξιοπιστία τους στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 17. Πλήθος άρθρων με έγκυρα ή/και αξιόπιστα εργαλεία συλλογής δεδομένων.

ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	Πλήθος Υποκειμενικών αξιολογήσεων (N=69)	Ποσοστό (%)	Αριθμός άρθρου
ΕΓΚΥΡΟ & ΑΞΙΟΠΙΣΤΟ	22	31,9%	1, 5, 23, 26, 30, 32, 38, 39, 49, 57, 59, 63, 66, 67, 68, 69, 73, 74, 75, 79, 82, 83
ΜΟΝΟ ΕΓΚΥΡΟ	2	2,9%	9, 72
ΜΟΝΟ ΑΞΙΟΠΙΣΤΟ	9	13,0%	8, 11, 16, 21, 33, 45, 61, 77, 80
ΜΗ ΕΓΚΥΡΟ & ΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΟ	36	52,2%	2, 3, 4, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 27, 31, 35, 37, 40, 41, 43, 44, 47, 48, 51, 52, 54, 55, 56, 58, 60, 62, 70, 76, 78, 81, 84
ΣΥΝΟΛΟ	69	100,0%	

▪ Μαθησιακά αποτελέσματα

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ομαδοποιημένοι οι εκπαιδευτικοί τομείς που αναφέρεται ότι ενισχύθηκαν με τη χρήση της εφαρμογής της ΕΠ. Να σημειωθεί ότι σε πολλά άρθρα

καταγράφεται παραπάνω από ένα θετικό μαθησιακό αποτέλεσμα. Η πλήρης καταγραφή τους φαίνεται στο Παράρτημα II στην πλήρη ανάλυση των δεδομένων.

Πίνακας 18. Εκπαιδευτικοί τομείς που ενισχύθηκαν με τη χρήση της ΕΠ.

Μαθησιακοί τομείς που ενισχύθηκαν με τη χρήση της ΕΠ	Πόσες φορές καταγράφηκε	Ποσοστό
Αλληλεπίδραση	18	21,2%
Θετική προδιάθεση ως προς την ΕΠ	30	35,3%
Κινητοποίηση	24	28,2%
Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	40	47,1%
Ενθουσιασμός	8	9,4%
Αυτονομία	4	4,7%
Άλλα (συνεργασία, κριτική σκέψη)	2	2,4%
Δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη μη χρήση ΕΠ	5	5,9%
Δεν αναφέρονται στοιχεία	5	5,9%
Παρατηρήθηκαν δυσκολίες & περιορισμοί	1	1,2%

▪ **Μέγεθος δείγματος**

Πίνακας 19. Μέγεθος δείγματος ανά έρευνα.

ΜΕΓΕΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
1 έως 10	8	9,4%	5, 24, 28, 50, 51, 53, 58, 60
11 έως 20	10	11,8%	12, 17, 29, 30, 37, 47, 55, 70, 74, 78
21 έως 30	7	8,2%	6, 10, 13, 14, 22, 33, 40
31 έως 40	7	8,2%	4, 56, 63, 67, 72, 80, 84
41 έως 50	11	12,9%	3, 7, 8, 9, 19, 32, 49, 54, 57, 69, 83

51 έως 60	5	5,9%	21, 31, 52, 59, 76
61 έως 70	6	7,1%	11, 23, 27, 64, 71, 77
71 έως 80	4	4,7%	1, 18, 43, 82
81 έως 90	1	1,2%	38
91 έως 100	3	3,5%	41, 48, 68
101 έως 110	2	2,4%	2, 45
111 έως 120	2	2,4%	26, 62
> 120	10	11,8%	15, 16, 20, 35, 39, 44, 61, 73, 75, 79
Δεν αναφέρεται	9	10,6%	25, 34, 36, 42, 46, 65, 66, 81, 85
Σύνολο	85	100,0%	

- Αξιολόγηση της ευχρηστίας της εφαρμογής

Πίνακας 20. Αξιολόγηση ή μη της ευχρηστίας.

Ευχρηστία ε-φαρμογής	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός ερευνών
Αξιολογήθηκε	70	82,4%	1 ,2 ,3 ,4 ,6 ,7 ,8 ,9 ,10 ,11 ,12 ,13 ,14 ,15 ,16 ,17 ,18 ,19 ,21 ,22 ,23 ,24 ,26 ,28 ,29 ,30 ,31 ,32 ,33 ,35 ,37 ,38 ,39 ,40 ,41 ,43 ,44 ,45 ,47 ,48 ,49 ,50 ,54 ,55 ,57 ,58 ,59 ,60 ,61 ,62 ,63 ,66 ,67 ,68 ,69 ,70 ,72 ,73 ,74 ,75 ,76 ,77 ,78 ,79 ,80 ,81 ,82 ,83 ,84 ,85
Δεν αξιολογήθηκε	15	17,6%	5 ,20 ,25 ,27 ,34 ,36 ,42 ,46 ,51 ,52 ,53 ,56 ,64 ,65 ,71
Σύνολο	85	100,0%	

▪ **Διάρκεια Παρέμβασης**

Αξίζει να σημειωθεί ότι σχετικά με τη διάρκεια των παρεμβάσεων των ερευνών, υπάρχει μεγάλη ετερογένεια στα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, σε κάποιες έρευνες η παρέμβαση κράτησε 10 λεπτά κάτι που αφορά τη διάρκεια της χρήσης της εφαρμογής από τους συμμετέχοντες, ενώ σε άλλες αναφέρεται η συνολική διάρκεια της έρευνας χωρίς να αναλύονται επαρκώς τα βήματα και η αντίστοιχη διάρκειά τους. Μάλιστα, κάποιες έρευνες έχουν παραλείψει να την αναφέρουν.

Πίνακας 21. Διάρκεια παρέμβασης.

Διάρκεια Παρέμβασης	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
1 έως 15 λεπτά	12	14,1%	7 ,9 ,17 ,21 ,29 ,35 ,40 , 44 ,45 ,55 ,60 ,72
16 έως 30 λεπτά	12	14,1%	8 ,11 ,20 ,23 ,33 ,57 ,61 ,64 ,67 ,74 ,79 ,83
31 έως 45 λεπτά	1	1,2%	62
46 έως 60 λεπτά	2	2,4%	51 ,68
61 έως 180 λεπτά	3	3,5%	52 ,75 ,82

1 έως 3 ημέρες	6	7,1%	30,47,54,59,70,73
1 έως 3 εβδομάδες	3	3,5%	18,26,38
4 έως 6 εβδομάδες	3	3,5%	1,5,49
11 εβδομάδες	1	1,2%	41
12 εβδομάδες	1	1,2%	3
18 εβδομάδες	1	1,2%	27
1 μήνας	1	1,2%	15
4 μήνες	1	1,2%	71
18 μήνες	1	1,2%	2
2 χρόνια	1	1,2%	14
5 συνεδρίες	1	1,2%	48
Δεν αναφέρονται στοιχεία	35	41,2%	4,6,10,12,13,16,19,22,24,25,28,31,32,34,36,37,39,42,43,46,50,53,56,58,63,65,66,69,76,77,78,80,81,84,85
Σύνολο	85	100,0%	

6.2 Παρουσίαση ποιοτικών δεδομένων

▪ ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός που διεξάγεται κάθε έρευνα έχει καταγραφεί στο Παράρτημα II. Ωστόσο μπορεί να γίνει μια ομαδοποίηση αυτών με βάση το κεντρικό τους στόχο. Η ομαδοποίηση που ακολουθεί είναι κατά προσέγγιση αφού σε όλες τις έρευνες εκτός από τον κύριο σκοπό διατυπώνονται και επιμέρους ερωτήματα προς διερεύνηση τα οποία είναι εξίσου σημαντικά.

Πίνακας 22. Σκοπός έρευνας.

Σκοπός έρευνας	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
Σύγκριση μέσων/συνθηκών	10	11,8%	2, 15, 17, 26, 47, 51, 57, 74, 75, 83
Έλεγχος στάσεων & δεξιοτήτων	7	8,2%	1, 11, 30, 33, 41, 45, 85
Αξιολόγηση γνωστικού φορτίου μετά την ΕΠ	14	16,5%	3, 5, 7, 9, 19, 20, 38, 59, 62, 67, 79, 80, 81, 82
Κίνητρα	3	3,5%	13, 49, 68
Αξιολόγηση ΕΠ ως εργαλείο ενίσχυσης της διδασκαλίας	35	41,2%	4, 6, 9, 10, 12, 14, 18, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 42, 43, 46, 48, 50, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 63, 65, 66, 73, 78, 84
Ευχρηστία εφαρμογής	1	1,2%	72
Εμπλοκή χρηστών	7	8,2%	24, 39, 44, 52, 64, 71, 77
Αποτελεσματικότητα εφαρμογής	8	9,4%	8, 16, 21, 40, 61, 69, 70, 76
Σύνολο	85	100,0%	

▪ **Σχεδιαστές εφαρμογής**

Πίνακας 23. Αναφορές για τους σχεδιαστές των εφαρμογών.

Σχεδιαστές εφαρμογής	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
Αναφέρονται οι ιδιότητες των σχεδιαστών	22	25,9%	1, 9, 10, 17, 19, 21, 23, 27, 35, 38, 41, 47, 54, 56, 57, 60, 61, 77, 78, 79, 80, 84
Δεν αναφέρονται καθόλου στοιχεία	15	17,6%	2, 3, 4, 11, 16, 26, 37, 42, 51, 52, 58, 65, 66, 81, 82

Από ηλεκτρονικό κατάστημα	5	5,9%	8, 48, 59, 71, 83
Οι συγγραφείς των ερευνών (χωρίς περαιτέρω στοιχεία)	38	44,7%	5, 7, 12, 13, 15, 18, 20, 22, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 53, 55, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 85
Δημιούργησαν επαυξημένο περιεχόμενο συμμετέχοντες (εκπαιδευτικοί ή/και μαθητές)	5	5,9%	6, 14, 24, 25, 70
Σύνολο	85	100,0%	

Τα στοιχεία που αναφέρουν τα 22 άρθρα για την ειδικότητα των ατόμων που σχεδίασαν την εφαρμογή παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 23.1. Ειδικότητα σχεδιαστών.

Άρθρο	Ειδικότητα
1	Ερευνητής που χρησιμοποιεί το Metaio Creator Program
9	Οι συγγραφείς του άρθρου (ακαδημαϊκοί με σπουδές στον τομέα της Πληροφορικής)
10	Οι συγγραφείς (όλοι ακαδημαϊκοί από το τμήμα Computer Science & Engineering Department
17	Οι συγγραφείς (καθηγητές στον τομέα Επιστημών Υγείας)
19	Οι συγγραφείς (προέρχονται από τα τμήματα Πολιτικών μηχανικών, Μηχανολόγων μηχανικών)
21	Καθηγητής Πληροφορικής και Τεχνολογίας. Οι δάσκαλοι σχεδίασαν τον θεωρητικό κορμό της εφαρμογής.
23	Εταιρεία ανέλαβε τον σχεδιασμό του επαυξημένου περιεχομένου για την εφαρμογή
27	Οι συγγραφείς (ακαδημαϊκοί καθηγητές με ενδιαφέροντα σε: digital media, 3-dimensional art, Augmented reality and virtual reality/digital rights mandigital watermarking, multimedia and network security, and signal processing/data analysis, algorithm development and user experience)

35	Το εργαλείο VEDILS σχεδιάστηκε από τη Google&διατηρείται από το MIT. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα (Καθηγητές βιομηχανικού σχεδιασμού & καθηγητές Γερμανικών) δημιούργησαν 2 δικές τους εφαρμογές μέσω του DEVIL.
38	2 συγγραφείς (καθηγητές πανεπιστημίου: με ενδιαφέροντα σε computer-based instruction, AR in education, 3D, virtual worlds, instructional design, and research methods. Επίσης συμμετείχε ένας σχεδιαστής εκπαιδευτικών συστημάτων.
41	Ερευνητές που χρησιμοποιούν Unity 3D platform (game engine) και Vuforia SDK
47	Καθηγητές πανεπιστημίου (όλοι επαγγελματίες στον σχεδιασμό παιχνιδιών)
54	Δημιουργήθηκε από καθηγητές του πανεπιστημίου Textiles & Clothing of The Hong Kong Polytechnic University
56	Οι συγγραφείς οι οποίοι ασχολούνται με: (1 ^{ος} web-based Educational Systems, E-business, leadership's studies, information security and Data Integrity, E-Learning, Education, and Machine Learning, 2 ^{ος} Educational Technology, E-learning, Information Security and Data Integrity, 3 ^{ος} Software engineering, requirements engineering, software security and software modelling and software quality assurance)
57	Οι συγγραφείς οι οποίοι ασχολούνται με: (1 ^{ος} design principles for multimedia learning in maths and physics, 2 ^{ος} augmented reality learning scenarios for physics experiments,
60	Οι συγγραφείς (1 ^{ος} ειδικεύεται σε : Graphic design, logo, Brochure, Flyer, Poster, Business card & web designing, 2 ^{ος} είναι web developer, 3 ^{ος} ασχολείται με Human Computer Interaction, Semantic Web, Cyber security, and Software Defined Networking, 4 ^{ος} software developer, 5 ^{ος} ασχολείται με developing, testing and debugging code, designing interfaces and administrating systems & networks
61	The development team from MantarayAR (www.mantarayAR.com)
77	Η συγγραφέας (καθηγήτρια Πληροφορικής με ενδιαφέροντα σε επεξεργασία ψηφιακού σήματος, την τεχνολογία πολυμέσων, νευρωνικά δίκτυα και εξελικτικό υπολογισμό.
78	Οι συγγραφείς με ειδικότητες σε : software engineering, Multimedia System Development, Computer Science, System Management and Science
79	Οι συγγραφείς με ειδίκευση σε educational technology (ET), Computer Science και ένας καθηγητής (a High School Teacher of Computer Science)
80	Εταιρεία λογισμικών (an independent software company called Microblink)
84	Οι συγγραφείς (καθηγητές στο Department of information science, Faculty of Humanities and Social Science & in College of Innovation and Management)

Πίνακας 23.2 Εφαρμογές από ηλεκτρονικά καταστήματα.

Ηλεκτρονικό κατάστημα	Εφαρμογή	Άρθρο
App Store	"AR Flashcards Animals-Alphabet	8
Play Store, App Store	WallaMe	48
Play Store	AR VR Molecules Editor app	59
Play Store, App Store	MyAR Julle	71
App Store	QuiverVision app	83

▪ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΜΠΟΔΙΑ

Πίνακας 24. Αναφορές σε περιορισμούς και εμπόδια σε σχέση με την εφαρμογή.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
Αναφέρονται	43	50,6%	2, 4, 8, 9, 10, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 34, 38, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 50, 52, 54, 55, 56, 58, 62, 69, 70, 72, 73, 74, 76, 77, 79, 82
Δεν αναφέρονται	42	49,4%	1, 3, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 16, 22, 27, 28, 32, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 45, 48, 49, 51, 53, 57, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 75, 78, 80, 81, 83, 84, 85
Σύνολο	85	100,0%	

Πίνακας 24.1 Κατηγοριοποίηση περιορισμών και προβλημάτων σε σχέση με την εφαρμογή.

Περιορισμοί & Εμπόδια ως προς τη χρήση της εφαρμογής	Πλήθος άρθρων (N= 43)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
Περιορισμοί ως προς τις επιλογές του χρήστη (αριθμός επαναλήψεων, ποικιλία δραστηριοτήτων, έλλειψη δυσκολότερων επιπέδων, κ.α.)	3	7,0%	24, 43, 72
Ασάφειες, έλλειψη οδηγιών	2	4,7%	4, 62
Κόστος συσκευής	3	7,0%	34, 70, 82
Περιορισμοί ως προς το λειτουργικό σύστημα	2	4,7%	8, 76
Προβλήματα ή/και περιορισμοί με τη συσκευή	6	14,0%	9, 15, 19, 38, 44, 52
Προβλήματα με τον σχεδιασμό, επιλογή πολυμεσικών αρχείων (video, κ.α.)	4	9,3%	10, 23, 47, 54
Τεχνικά προβλήματα (κακή σύνδεση wifi κ.α.)	6	14,0%	12, 18, 26, 30, 42, 46
Σύγχυση ως προς την κατανόηση του περιεχομένου	3	7,0%	20, 29, 31
Περιορισμοί & δυσκολίες ως προς την διάδραση με το επαυξημένο περιεχόμενο	5	11,6%	2, 25, 50, 55, 79
Αδυναμία συγκέντρωσης, σωματική κόπωση	3	7,0%	17, 41, 69
Αλλοιώσεις του επαυξημένου περιεχομένου λόγω εξωτερικών συνθηκών (συνθήκες φωτισμού, κ.α.)	5	11,6%	55, 58, 73, 74, 77
Δεν έχει ελεγχθεί η καταλληλότητα για παιδαγωγική χρήση	1	2,3%	56
Σύνολο	43	100,0%	

Να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο ότι σε αρκετές έρευνες συνυπάρχουν δύο ή και παραπάνω προβλήματα ή περιορισμοί. Στην πλήρη ανάλυση δεδομένων υπάρχουν όλες οι πληροφορίες.

▪ **ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Πίνακας 25. Αναφορές σε μελλοντικά βήματα της έρευνας.

Μελλοντικά βήματα	Πλήθος άρθρων (N=85)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
Αναφέρονται	65	76,5%	2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 85
Δεν αναφέρονται	20	23,5%	1, 3, 6, 13, 14, 15, 20, 22, 23, 28, 47, 48, 51, 63, 66, 73, 75, 80, 81, 84
Σύνολο	85	100,0%	

Πίνακας 25.1. Μελλοντικά βήματα.

Μελλοντικά βήματα	Πλήθος άρθρων (N=65)	Ποσοστό n (%)	Αριθμός άρθρου
Διεύρυνση των θεμάτων (νέα σε-νάρια, projects)	7	10,8%	2, 7, 21, 26, 52, 71, 82
Δοκιμή της εφαρμογής σε άλλους τομείς/πεδία	2	3,1%	4, 77
Δοκιμή της εφαρμογής σε άλλες ομάδες ελέγχου / εκπαιδευτικές βαθμίδες	5	7,7%	5, 8, 16, 17, 33
Έρευνα σε μεγαλύτερο δείγμα	5	7,7%	9, 39, 49, 68, 72
Σχεδιασμός νέας εφαρμογής με προσθήκη νέων χαρακτηριστικών	4	6,2%	12, 18, 29, 62
Χρήση άλλων συσκευών	5	7,7%	11, 35, 38, 41, 76

Βελτίωση της υπάρχουσας εφαρμογής με ενσωμάτωση / αλλαγή χαρακτηριστικών	16	24,6%	10, 19, 30, 31, 32, 34, 37, 40, 42, 43, 55, 58, 74, 78, 79, 85
Επανάληψη έρευνας με μεγαλύτερη κατανομή χρόνου στη διαδικασία	4	6,2%	24, 54, 67, 69
Επανάληψη για να αξιολογηθεί η εφαρμογή ως προς το γνωστικό φορτίο, την ευχρηστία κ.α.	5	7,7%	25, 45, 61, 65, 83
Δημιουργία σταθερής ομάδας για την ανάπτυξη συστημάτων ΕΠ	1	1,5%	27
Δημιουργία συνεργατικής πλατφόρμας όπου πολλοί χρήστες θα αξιολογούν το προϊόν, το τελικό έργο, κ.α.	2	3,1%	36, 60
Εφαρμογή της έρευνας σε πραγματικές συνθήκες (τάξη, εργοστάσιο, κ.α.)	5	7,7%	46, 50, 53, 57, 70
Έλεγχος της εφαρμογής για παιδαγωγική χρήση	2	3,1%	56, 59
Εμπλοκή μαθητών στη δημιουργία επαυξημένου περιεχομένου	1	1,5%	64
Διαθέσιμη σε ηλεκτρονικό κατάστημα χωρίς κόστος	1	1,5%	44
Σύνολο	65	100,0%	

Η ομαδοποίηση των μελλοντικών βημάτων έγινε κατά προσέγγιση αφού αρκετές έρευνες συνδυάζουν δύο ή και παραπάνω στοιχεία από τον παραπάνω πίνακα.

Κεφάλαιο 7. Συζήτηση

Η παρούσα έρευνα αφορά μια βιβλιογραφική ανασκόπηση άρθρων σχετικών με τις εκπαιδευτικές εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας και τα χαρακτηριστικά τους. Τα σημαντικότερα ευρήματα της έρευνας ανά κατηγορία μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- **Έτος δημοσίευσης**

Από το 2017 και έπειτα παρατηρείται μια αυξανόμενη τάση στη χρήση εφαρμογών ΕΠ για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Το 2020 σημειώνεται η μεγαλύτερη δημοσίευση άρθρων (36,5%).

- **Είδος δημοσίευσης**

Πάνω από το 70% (65/85) των άρθρων έχει δημοσιευτεί σε περιοδικά.

- **Πηγή δημοσίευσης**

Τα περισσότερα άρθρα (32) έχουν δημοσιευτεί σε περιοδικά που σχετίζονται με Computer Science. Ακολουθούν 13 άρθρα σε περιοδικά που αφορούν την Εκπαίδευση και οι 9 που έχουν δημοσιευτεί από πηγές που καλύπτουν τον τομέα της Τεχνολογίας. Τέλος, εντοπίστηκαν άρθρα που σχετίζονται με τους τομείς της Μηχανικής, της Ιατρικής, του Περιβάλλοντος και του Πολιτισμού.

- **Είδος ομάδας στόχου**

Η ομάδα στόχου στην οποία έχουν απευθυνθεί περισσότερο οι ερευνητές είναι η Τριτοβάθμια Εκπαίδευση (Πανεπιστήμιο). Ακολουθεί το Δημοτικό, το Λύκειο, το Γυμνάσιο, έπειτα το Νηπιαγωγείο κι οι Επαγγελματίες. Τέλος, ακολουθούν οι μεικτές ομάδες, οι επισκέπτες Μουσείων και τα άτομα από Δομείς Ειδικής Αγωγής.

- **Γνωστικό αντικείμενο**

Το επιστημονικό πεδίο που έχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ερευνών είναι η εκμάθηση ξένων γλωσσών και η Φυσική. Φαίνεται ότι η ΕΠ μπορεί να συμβάλλει τόσο στην απλούστευση δύσκολων εννοιών όπως οι Νόμοι που διέπουν τον φυσικό κόσμο και η εφαρμογή

τους σε πειράματα, όσο και στην ορθή εκμάθηση μιας ξένης γλώσσας όπου απαιτείται σωστή προφορά και κατανόηση νέου λεξιλογίου από μαθητές που έχουν άλλη μητρική γλώσσα. Ακολουθεί το μάθημα της Ανατομίας, τα Μαθηματικά (Άλγεβρα, Γεωμετρία) και οι δραστηριότητες για την καλλιέργεια του Προφορικού ή/και Γραπτού λόγου. Ύστερα ακολουθούν πολλά ακόμη μαθήματα με μικρότερο πλήθος ερευνών. Είναι πολύ θετικό το γεγονός ότι βλέπουμε την ΕΠ να ενσωματώνεται σε ένα μεγάλο εύρος μαθημάτων και δραστηριοτήτων και δεν περιορίζεται μόνο στις Θετικές Επιστήμες. Οι μαθητές έτσι μπορούν να διδάσκονται διάφορα μαθήματα με πιο ελκυστικό τρόπο και να εμπλέκονται πιο ενεργά στη μάθηση χωρίς να είναι παθητικοί δέκτες πληροφοριών.

- **Χώρα εφαρμογής**

Οι περισσότερες πιλοτικές εφαρμογές ΕΠ καταγράφηκαν στις Η.Π.Α. Αντίθετα οι χώρες όπως Αγγλία, Ιαπωνία, Αυστραλία, Βραζιλία, Κολομβία, Κουβέιτ, Μαυρίκιος, Μεξικό, Νέα Ζηλανδία, Ρωσία, Ολλανδία και Ταϊλάνδη είχαν μία αναφορά.

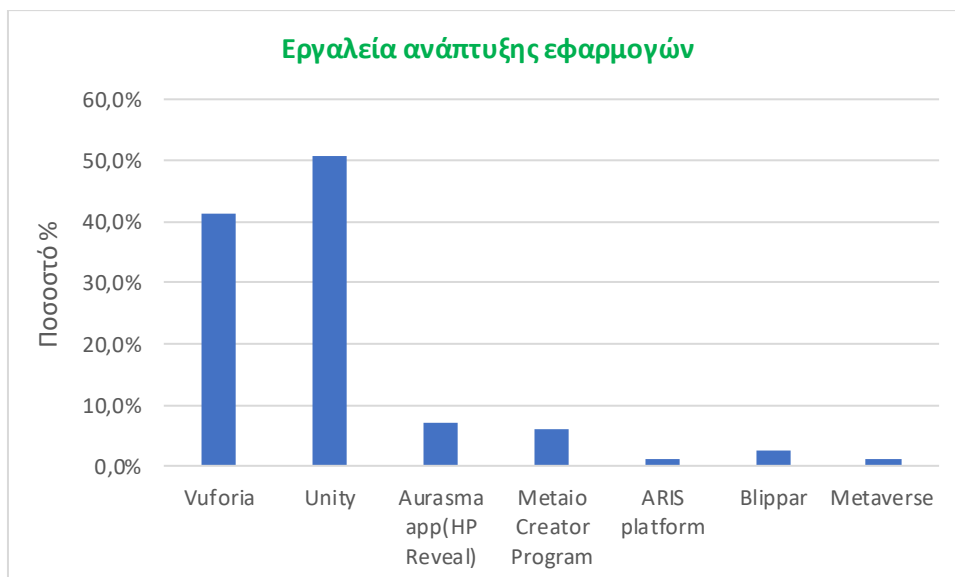
- **Ειδική Αγωγή**



Γράφημα 7.1 Κατανομή ερευνών σε γενική και ειδική αγωγή

Η συντριπτική πλειοψηφία των άρθρων έχει απευθυνθεί σε ομάδα στόχου της Γενικής Αγωγής. Μόνο το 4,7% (4/85) αφορά μαθητές της Ειδικής Αγωγής. Το 2,4% έχει συμπεριλάβει στο δείγμα του και άτομα με ιδιαιτερότητες όπως η Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος.

- **Εργαλεία σχεδιασμού των εφαρμογών**



Γράφημα 7.2 Πλατφόρμες ανάπτυξης εφαρμογών ΕΠ

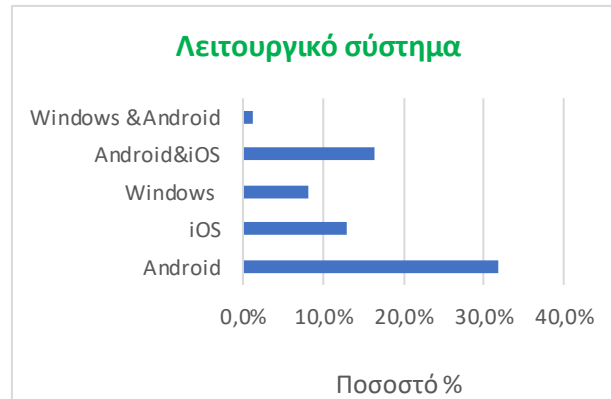
Στο παραπάνω γράφημα φαίνεται να κυριαρχούν στο σχεδιασμό των εφαρμογών ΕΠ δύο από τα πιο ισχυρά εργαλεία, η πλατφόρμα Unity και το λογισμικό Vuforia. Και τα δύο εργαλεία απαιτούν γνώσεις προγραμματισμού προκειμένου να σχεδιαστεί και να αναπτυχθεί μια εφαρμογή ΕΠ. Ενώ θα περιμέναμε τα εργαλεία που δεν απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις προγραμματισμού να είναι τα πιο δημοφιλή στην εκπαιδευτική κοινότητα, φαίνεται να μη ισχύει κάτι τέτοιο. Τα Metaio Creator Program, Blippar, Metaverse, Aris Platform και HP Reveal είναι εργαλεία πολύ φιλικά προς τον χρήστη και ενδείκνυνται για αξιοποίηση στη διδασκαλία, αφού επιτρέπουν στον ενδιαφερόμενο να δημιουργήσει σενάρια ΕΠ μέσω της μεταφοράς και της απόθεσης (drag and drop).

- **Τύπος - Κατηγορία ΕΠ**

Το μεγαλύτερο ποσοστό άρθρων 64,7% αναφέρει ότι έχει βασιστεί στην τεχνολογία της ΕΠ με δείκτες για να αναπτύξει την εφαρμογή. Το 15,3% δεν αναφέρει ποιο τύπο επαυξημένης πραγματικότητας αξιοποιεί στην έρευνά του. Το 8,2% έχει σχεδιάσει εφαρμογές με την τεχνολογία της υπέρθεσης και εφαρμογές που βασίζονται στην τοποθεσία του χρήστη. Τέλος, το 3,5% έχει σχεδιάσει εφαρμογές χωρίς δείκτες. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι αρκετοί περιορισμοί και προβλήματα που καταγράφηκαν στα άρθρα σχετικά με τις εφαρμογές σχετίζονται με τους δείκτες και την δυσκολία αναγνώρισής τους σε περιπτώσεις έντονου φωτισμού. Γι' αυτό και αρκετά άρθρα στα μελλοντικά τους βήματα

αναφέρουν τη βελτίωση της υπάρχουσας εφαρμογής ή τον σχεδιασμό νέας εφαρμογής που θα βασίζεται στην τεχνολογία χωρίς δείκτες. Τέλος, να σημειωθεί πως 13 δημοσιεύσεις δεν αναφέρουν στοιχεία για την κατηγορία ΕΠ που χρησιμοποιούν.

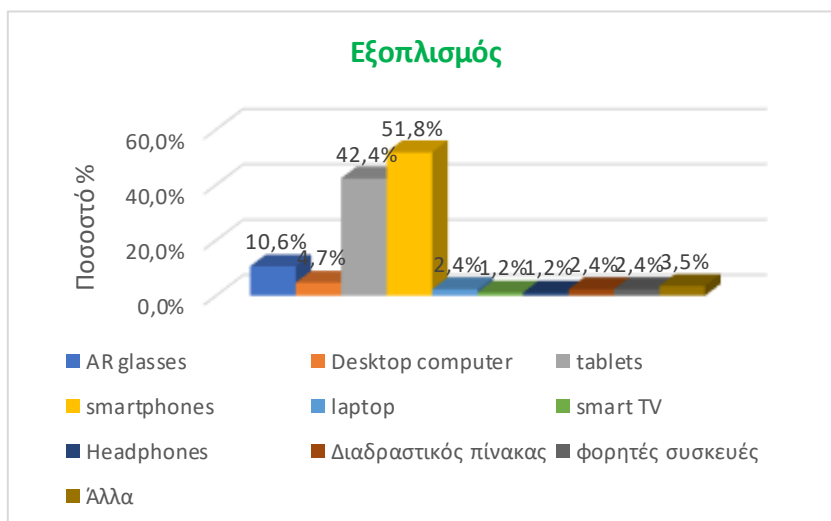
- **Λειτουργικό σύστημα**



Γράφημα 7.3 Λειτουργικό σύστημα εφαρμογών

Από την ανάλυση των άρθρων προκύπτει ότι οι περισσότερες εφαρμογές 31,8% (27/85) έχουν σχεδιαστεί για το λειτουργικό σύστημα Android. Ακολουθούν 14 εφαρμογές με ποσοστό 16,5% που υποστηρίζουν δύο λειτουργικά συστήματα (Android & iOS). Το 12,9% των εφαρμογών αφορά μόνο συσκευές με λειτουργικό iOS ενώ το 8,2% με λειτουργικό σύστημα Windows. Τέλος, ένα άρθρο έχει αναφέρει ότι η εφαρμογή μπορεί να λειτουργήσει σε windows και σε Android. Αξιοσημείωτο είναι το νούμερο των δημοσιεύσεων (25 άρθρα) τα οποία δεν δίνουν καμία πληροφορία.

- **Εξοπλισμός**



Γράφημα 7.4 Τεχνολογικά μέσα που αξιοποιήθηκαν

Δεν προκαλεί εντύπωση το γεγονός ότι τα smartphones και τα tablets είναι αυτά που προτιμώνται από τους περισσότερους ερευνητές για να αλληλοεπιδράσουν οι χρήστες με το επαυξημένο περιεχόμενο. Η ραγδαία εξέλιξη και συνεχής αναβάθμιση των έξυπνων συσκευών παρέχει εξαιρετικές ευκαιρίες για την εγκατάσταση και υποστήριξη νέων εφαρμογών. Αξιοσημείωτη ωστόσο είναι και η χρήση των έξυπνων γυαλιών AR glasses. Σε 9 άρθρα καταγράφηκε η χρήση τους και συγκεκριμένα τα γυαλιά AR Microsoft HoloLens. Τίθεται ένα πρόβλημα όμως αναφορικά με το κόστος, καθώς σημειώθηκε ως εμπόδιο σε αρκετές έρευνες. Τα άρθρα που δεν δίνουν καμία πληροφορία για τις συσκευές που χρησιμοποιήσαν είναι 3.

- **Ερευνητική μέθοδος αξιολόγησης**

Στα άρθρα που αναλύθηκαν, 77 στα 85 αξιολόγησαν το έργο τους με υποκειμενικό τρόπο. 4 στα 85 αξιολόγησαν το έργο τους αντικειμενικά, καθώς το σύστημα που είχαν αναπτύξει ήταν ικανό να αξιολογεί μόνο του τις κινήσεις του χρήστη, καταγράφοντας την επιτυχία ή την αποτυχία του. Σε ένα άρθρο, η εφαρμογή που αναπτύχθηκε από τους ερευνητές αξιολογήθηκε σε δύο φάσεις, όπως αναφέρθηκε και στην ανάλυση δεδομένων. Τέλος, 3 στα 85 δεν έχουν αξιολογήσει την εφαρμογή τους σε πραγματικές συνθήκες και το θέτουν ως μελλοντικό βήμα σε επόμενη έρευνα.

- **Ειδικότητα αξιολογητών**

Σύμφωνα με τον Πίνακα 15.1 όπου αναφέρεται το επιστημονικό υπόβαθρο όσων αξιολόγησαν τις εφαρμογές ΕΠ, κατά τη διάρκεια της παρέμβασης προκύπτει το εξής: κρίνεται αναγκαία η παρουσία ειδικού εκπαιδευτή αν η έρευνα αφορά πληθυσμό με ιδιαιτερότητες, όπως στα άρθρα [5] και [30] όπου υπάρχουν παιδιά με ΔΑΦ.

Στο άρθρο [24] η ομάδα στόχου περιλαμβάνει παιδιά ηλικίας 8-10 ετών με σκοπό την εκμάθηση Αγγλικών μέσα από ένα βιβλίο ΕΠ. Σκοπός της έρευνας είναι να συμμετέχουν και οι μαθητές στον σχεδιασμό του επαυξημένου περιεχομένου. Για την αξιολόγηση της εφαρμογής οι ερευνητές έχουν εργαστεί με focus groups. Είναι πολύ θετικό το γεγονός ότι στην αξιολόγηση αυτής της διαδικασίας έχουν συνεργαστεί 1 εκπαιδευτικός, 1 ψυχολόγος και 1 ειδικός σε HCI (Human Computer Interaction).

Στο άρθρο [1] η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί για φοιτητές Πανεπιστημίου προκειμένου να ελεγχθεί η στάση και οι δεξιότητες τους σε εργαστήρια Φυσικής μετά τη χρήση της ΕΠ. Παρατηρούμε εκεί να συνεργάζεται ένας ερευνητής με έναν καθηγητή Φυσικής. Το ίδιο παρατηρείται και στο άρθρο [53] και πάλι σε μάθημα της Φυσικής σε φοιτητές Πανεπιστημίου. Και σε αυτή την περίπτωση ο καθηγητής Φυσικής αξιολογεί τη συνολική διαδικασία με τη χρήση της εφαρμογής.

Στο άρθρο [11] σκοπός είναι να αξιολογηθούν οι απόψεις των εκπαιδευτικών και των παιδιών Νηπιαγωγείου (5 έως 6) για την ανάπτυξη παιχνιδιών με ΕΠ (flash cards, match cards). Την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής αξιολογεί μία ερευνήτρια με ειδίκευση στον τομέα Computer Education. Απουσιάζει η συνεργασία με άλλες ειδικότητες. Σε αντίθεση με το [11], το άρθρο [33] που έχει ως ομάδα στόχο παιδιά Νηπιαγωγείου (4 έως 5 ετών) αναφέρει ότι είναι παρόντες και οι δάσκαλοι οι οποίοι συνεργάζονται με τους 2 ψυχολόγους ώστε να αξιολογήσουν τις αντιδράσεις των μαθητών με το επαυξημένο περιεχόμενο. Μετά την παρατήρηση, οι ψυχολόγοι συμπληρώνουν μια κλίμακα Likertm, ενώ στη συνέχεια εκπαιδευτικοί και ψυχολόγοι συμπληρώνουν ένα ερωτηματολόγιο για να αξιολογήσουν την εφαρμογή. Επίσης στο άρθρο [69] όπου η ομάδα στόχου είναι και πάλι μαθητές Νηπιαγωγείου (5 ετών), ο σκοπός της έρευνας είναι να αξιολογηθεί τόσο το γνωστικό φορτίο των μαθητών μετά τη χρήση της ΕΠ, όσο και η ευχρηστία της εφαρμογής ΕΠ. Μια ομάδα ειδικών που αποτελείται από 3 μηχανικούς λογισμικού, 2 δασκάλους, 1 ψυχολόγο και 4 βοηθούς δασκάλου αναλαμβάνουν να αξιολογήσουν την ευχρηστία της.

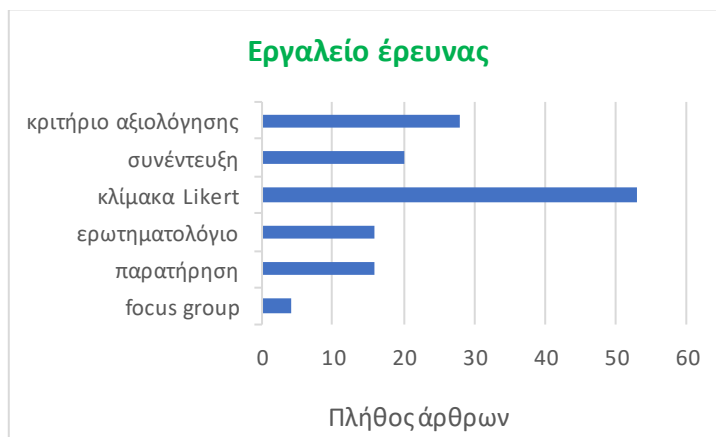
Στο άρθρο [40] ζητήθηκε από την ομάδα στόχο (Καθηγητές) να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής στο μάθημα της Φυσικής, καθώς αυτός ήταν και ο σκοπός της έρευνας. Αν και τους βλέπουμε να δοκιμάζουν και να ελέγχουν την εφαρμογή με σκοπό να την αξιοποιήσουν μετέπειτα στη διδασκαλία τους, δεν υπάρχει καμία συμμετοχή από την πλευρά τους στο κομμάτι του σχεδιασμού.

Στο άρθρο [50] ο σκοπός της έρευνας είναι η δημιουργία ενός συστήματος ΕΠ όπου θα χρησιμεύει ως βιβλιοθήκη για τους εκπαιδευόμενους στον τομέα της Ιατρικής και συγκεκριμένα στην οσφυϊκή παρακέντηση. Στην αξιολόγηση της εφαρμογής συμμετέχουν 8 ερευνητές με επιστημονικό υπόβαθρο στο πεδίο Computer Science και ένας με επιστημονικό υπόβαθρο στην Ιατρική. Η συνεργασία 9 ατόμων προσθέτει ένα θετικό πρόσημο στον σχεδιασμό της έρευνας καθώς μεριμνά για την άρτια απόδοσή του συστήματος.

Στο άρθρο [79] αξιολογούν την εφαρμογή για τη διδασκαλία της Γεωμετρίας σε μαθητές Δημοτικού 2 ερευνητές με ειδικότητα σε HCS (Human Computer Science).

Τέλος, πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι **η πλειοψηφία των άρθρων δεν αναφέρει στοιχεία για τα άτομα που έχουν αξιολογήσει την εφαρμογή**. Αυτό δυσκόλεψε την έρευνα μας στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τον βαθμό αξιοποίησης των εφαρμογών για εκπαιδευτικό σκοπό.

- **Εργαλεία υποκειμενικής αξιολόγησης**



Γράφημα 7.5 Εργαλεία συλλογής δεδομένων

- **Εγκυρότητα, αξιοπιστία εργαλείων έρευνας**

Παραπάνω από τα μισά άρθρα (52,2%) έχουν ενσωματώσει στη διαδικασία της αξιολόγησης τους εργαλεία μη έγκυρα και μη αξιόπιστα. Το 31,9% έχει χρησιμοποιήσει έγκυρα και αξιόπιστα εργαλεία, το 13% έχει επιβεβαιώσει μόνο την αξιοπιστία τους ενώ το 2,9% μόνο την εγκυρότητά τους.

Συγκεκριμένα για τα άρθρα που έχουν επιβεβαιώσει και τα δύο κριτήρια: Το ερωτηματολόγιο των Jou and Wang (2013) που έχει χρησιμοποιηθεί στο άρθρο [1] έχει ελεγχθεί για την εγκυρότητά του και ο συντελεστής αξιοπιστίας του έχει υπολογιστεί σε (0,741). Στο άρθρο [5] ο βαθμός εγκυρότητας του τεστ ερωτήσεων έχει επιβεβαιωθεί από μια ομάδα ειδικών και έχει υπολογιστεί ότι είναι ίσος με (0.83). Η ίδια ομάδα φρόντισε να δοκιμάσει το εργαλείο της και σε διαφορετική ομάδα στόχο ώστε να επιβεβαιώσει και την αξιοπιστία του. Στο άρθρο [23] τα 21 αντικείμενα της λίστας ελέγχου (Rochlen, Levine, & Tait, 2017) έχουν ελεγχθεί από ομάδα ειδικών και ο βαθμός αξιοπιστίας τους έχει υπολογιστεί σε (0.95). Στο άρθρο [26] έχουν χρησιμοποιηθεί 4 διαφορετικά ερωτηματολόγια : 1) Keller (2010), 2) Chai, Deng, Tsai, Koh, and Tsai (2015), 3) Wang and Lin (2007), 4) Hwang, Yang, and Wang (2013). Και τα 4 έχουν ελεγχθεί για την εγκυρότητά τους και ο βαθμός αξιοπιστίας τους έχει υπολογιστεί αντίστοιχα σε 1) (0.90), 2) (0.71), 3) (0.82), 4) (0.97) και (0.88).

Τα άρθρα [30], [66], [73] έχουν αξιοποιήσει το QUIS (The Questionnaire for User Interaction Satisfaction) το οποίο θεωρείται έγκυρο και αξιόπιστο. Στα [32], [57], [63], [69], [74], [82] έχει χρησιμοποιηθεί η κλίμακα System Usability Scale (SUS) η οποία είναι έγκυρη και αξιόπιστη. Στο άρθρο [38] χρησιμοποιήθηκε ένα κριτήριο αξιολόγησης που αναπτύχθηκε από τον Acat (1996). Έχει ελεγχθεί από ομάδα ειδικών και έχει λάβει υψηλό βαθμό εγκυρότητας και αξιοπιστίας (0.83).

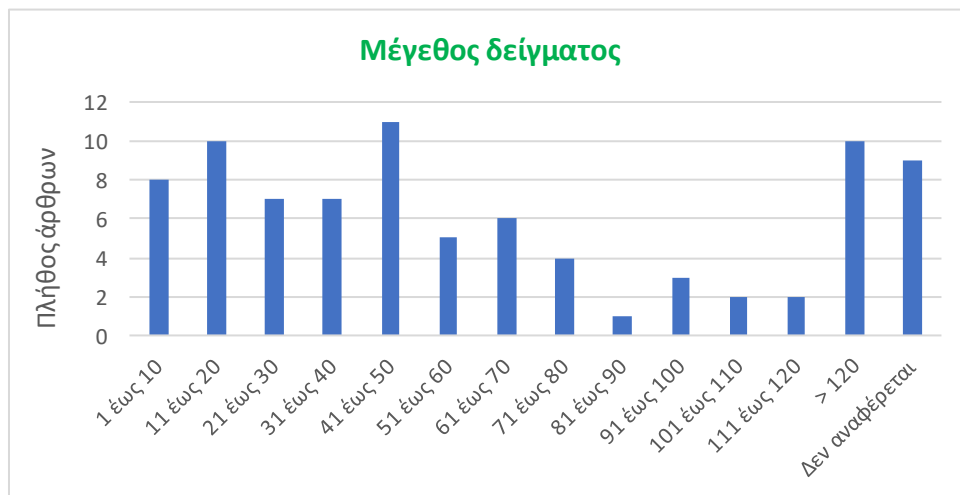
Τα [39], [59], [67] χρησιμοποιούν το ερωτηματολόγιο Instructional Material Motivational Survey (IMMS) του Keller (2010) που θεωρείται έγκυρο και αξιόπιστο καθώς έχει ελεγχθεί από πολλούς ερευνητές. Τα [49], [68], [83] χρησιμοποιούν το Instructional Material Motivation Survey του Keller (1987).

Το [75] χρησιμοποιεί κλίμακα Likert και έχει λάβει βαθμό εγκυρότητας (0.89) και αξιοπιστίας (0.83). Το [79] χρησιμοποιεί το ερωτηματολόγιο NASA-TLX το οποίο θεωρείται έγκυρο. Έλαβε βαθμό αξιοπιστίας μεγαλύτερο ίσο του (0.80).

- **Μαθησιακά αποτελέσματα**

Ο μαθησιακός τομέας που καταγράφουν πως ενισχύεται περισσότερο από τη χρήση εφαρμογών ΕΠ είναι αυτός με τα μαθησιακά οφέλη. Το 47,1% παρατηρεί ότι η ομάδα στόχος δείχνει να κατανοεί καλύτερα το περιεχόμενο της διδασκαλίας με τη χρήση της ΕΠ. Το 35,3% εκφράζει θετική προδιάθεση ως προς την ενσωμάτωση της εφαρμογής ΕΠ στη διδασκαλία.

- **Μέγεθος δείγματος**



Γράφημα 7.6. Μέγεθος δείγματος.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των άρθρων 12,9% έχει μελετήσει δείγμα από 41-50 άτομα. Σε αρκετές έρευνες αν και εξετάζονται οι μαθητές μιας τάξης ταυτόχρονα οι ερευνητές έχουν αξιολογήσει και τη γνώμη των εκπαιδευτικών. Συγκεκριμένα το άρθρο [11] αξιολόγησε τη γνώμη 33 μαθητών Νηπιαγωγείου και 30 δασκάλων για την εφαρμογή με τα EMT (educational magic toys). Στο άρθρο [16] αναπτύσσεται εφαρμογή για μαθητές Γυμνασίου, στο μάθημα της Ιστορίας σχετικά με θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς. Εκτός από τους 143 μαθητές που συμμετέχουν στην αξιολόγηση, οι ερευνητές παίρνουν συνέντευξη και από 3 εκπαιδευτικούς προκειμένου να σχηματίσουν μια πιο πλήρη εικόνα για την εκπαιδευτική αξία της εφαρμογής. Παρομοίως, το άρθρο [21] κατά τη φάση της αξιολόγησης εκτός από τους 30 μαθητές Λυκείου συμπεριλαμβάνει και 21 εκπαιδευτικούς, οι οποίοι έχουν λάβει μέρος στο θεωρητικό μέρος του σχεδιασμού της εφαρμογής. Το άρθρο [29] απευθύνεται σε 10 παιδιά ηλικίας 9 έως 12 ετών με ιδιαίτερες ανάγκες (κινητικά

προβλήματα, κ.α.) τα οποία βρίσκονται σε κέντρο αποκατάστασης της Ινδίας. Σκοπός της έρευνας είναι η δημιουργία μιας εφαρμογής για τη μοντελοποίηση της νοηματικής γλώσσας (γλώσσα Χίντι). Εκτός από τα 10 παιδιά στην όλη διαδικασία συμμετέχουν και 2 δάσκαλοι. Στο άρθρο [30] παρουσιάζονται 4 εφαρμογές. Η πρώτη είναι για παιδιά με ΔΑΦ, οι επόμενες αφορούν τη Γενική Αγωγή με μαθητές Δημοτικού, Γυμνασίου, Λυκείου αντίστοιχα η καθεμιά. Εκτός από τους 12 μαθητές που συμμετέχουν στην έρευνα, οι ερευνητές αξιολογούν και τη γνώμη 6 καθηγητών σε σχέση με την ευχρηστία των εφαρμογών. Στο άρθρο [40] εκτός από τους 60 μαθητές που συμμετέχουν στη διαδικασία, οι ερευνητές απευθύνονται και σε 20 δασκάλους προκειμένου να καταγράψουν τις απόψεις τους για την εφαρμογή. Στο άρθρο [60] εκτός από τους 30 μαθητές που συμμετέχουν στην έρευνα, αξιολογείται και η άποψη 3 δασκάλων. Παρομοίως το άρθρο [70] αξιολογεί εκτός από τη γνώμη 15 μαθητών Γυμνασίου και την άποψη 4 καθηγητών. Τέλος, το άρθρο [73] συμπεριλαμβάνει στην αξιολόγησή του τη γνώμη 70 καθηγητών εκτός από τους 200 μαθητές του δείγματος.

- **Έλεγχος ευχρηστίας εφαρμογής**

Το μεγαλύτερο ποσοστό άρθρων (70/85) έχει αξιολογήσει την ευχρηστία της εφαρμογής. 15 άρθρα δεν αναφέρουν πληροφορίες σχετικά με τον έλεγχο της ευχρηστίας.

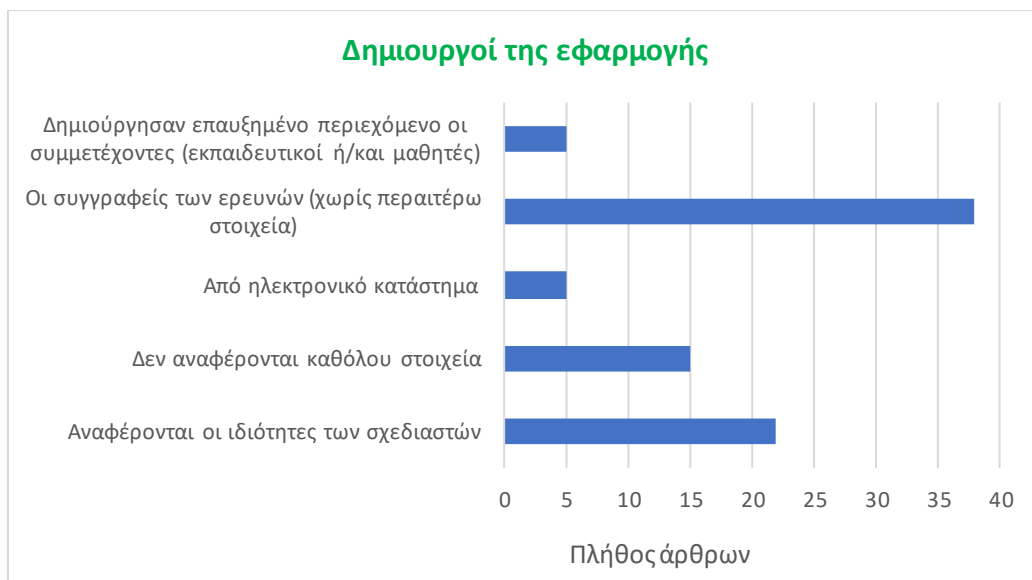
- **Διάρκεια παρέμβασης**

Το μεγαλύτερο ποσοστό των άρθρων 41,2% δεν αναφέρει τον χρόνο παρέμβασης. Σε άλλα άρθρα ωστόσο καταγράφεται ο χρόνος στον οποίο είχαν στη διάθεσή τους οι χρήστες για να αλληλοεπιδράσουν με τις εφαρμογές και σε άλλα ο χρόνος διεξαγωγής της έρευνας.

- **Σκοπός της έρευνας**

Το μεγαλύτερο ποσοστό άρθρων (41,2) θέτει ως σκοπό της έρευνας του την αξιολόγηση της ΕΠ ως εργαλείο ενίσχυσης της διδασκαλίας.

- **Σχεδιαστές εφαρμογής**



Γράφημα 7.7. Σχεδιαστές εφαρμογής.

Όπως διαπιστώνουμε από το παραπάνω γράφημα, ο αριθμός των άρθρων στις οποίες ενεπλάκησαν οι δάσκαλοι ή/και οι μαθητές στον σχεδιασμό του επαυξημένου περιεχομένου είναι πολύ μικρός. Από τις 85 έρευνες, μονάχα 5 καταγράφουν αυτή την πληροφορία. Συγκεκριμένα το άρθρο [6] χρησιμοποιεί το εργαλείο HP Reveal, που δεν απαιτεί γνώσεις προγραμματισμού και έτσι είναι σε θέση 8 δάσκαλοι Ειδικής Αγωγής να δημιουργήσουν επαυξημένο περιεχόμενο (video, κ.α.) για να διευκολύνουν τη διδασκαλία της Γεωμετρίας σε παιδιά Δημοτικού με ιδιαιτερότητες, ώστε να αυξηθεί η αυτοπεποίθησή τους σχετικά με το μάθημα. Το άρθρο [14] χρησιμοποιεί και πάλι το εργαλείο HP Reveal (πρώην Aurasma) για την ενίσχυση της διδασκαλίας του μαθήματος Φυσικής. Απευθύνεται σε φοιτητές Παιδαγωγικού τμήματος και στόχος είναι να καταφέρουν οι ίδιοι να δημιουργήσουν το επαυξημένο περιεχόμενο ώστε μελλοντικά σαν ενεργοί δάσκαλοι να αξιοποιούν την ΕΠ στο μάθημά τους.

Στο άρθρο [24] αν και οι ερευνητές απευθύνονται σε μαθητές Δημοτικού (8 έως 10), σκοπός της έρευνας είναι ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση ενός επαυξημένου βιβλίου με τη συμμετοχή και συνεργασία των μαθητών. Χρησιμοποιείται το εργαλείο Vuforia από έναν ειδικό HCI αλλά σε όλη τη διαδικασία του σχεδιασμού συμμετέχουν οι μαθητές με έναν δάσκαλο.

Στο άρθρο [25] χρησιμοποιείται και πάλι το εργαλείο HP Reveal και οι ίδιοι οι φοιτητές (ομάδα στόχου) δημιουργούν μόνοι τους το επαυξημένο περιεχόμενο της

εφαρμογής. Τέλος, στο άρθρο [70] οι μαθητές (14 έως 17 ετών), στο πλαίσιο διδασκαλίας STEAM εκπαιδεύονται πάνω στον προγραμματισμό και την πλατφόρμα Unity και έτσι είναι εκείνοι που δημιουργούν το περιεχόμενο της εφαρμογής.

- **Περιορισμοί και εμπόδια**

Όπως παρουσιάστηκε στην ανάλυση δεδομένων, τα μισά άρθρα (50,6%) αναφέρουν περιορισμούς και εμπόδια σε σχέση με τη χρήση της εφαρμογής. Από την ομαδοποίηση που έγινε προσεγγιστικά με τις αναφορές των άρθρων, φαίνεται τα περισσότερα εμπόδια να σχετίζονται με τεχνικά προβλήματα και με περιορισμούς που θέτει η συσκευή που έχει επιλεγεί. Το γεγονός ότι οι μισές έρευνες δεν καταγράφουν τις δυσκολίες, δημιουργεί μια ελλιπή εικόνα για το τι πρέπει να λαμβάνουν υπόψη μελλοντικά όσοι εμπλέκονται στη δημιουργία και ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών.

- **Μελλοντικά βήματα**

Από τις αναφορές των άρθρων σε μελλοντικά βήματα φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών 24,6% σχεδιάζουν να βελτιώσουν την υπάρχουσα εφαρμογή με την ενσωμάτωση νέων χαρακτηριστικών ή την αφαίρεση κάποιων που δημιουργούν δυσκολίες. Δυστυχώς, μονάχα μια έρευνα θέτει ως μελλοντικό στόχο την εμπλοκή των μαθητών στον σχεδιασμό της εφαρμογής. Πέντε άρθρα κρίνουν απαραίτητη τη χρήση της εφαρμογής σε πραγματικές συνθήκες. Τέλος, μια έρευνα θίγει τον έλεγχο της καταλληλότητας για παιδαγωγική χρήση.

Κεφάλαιο 8. Συμπεράσματα

Όπως φάνηκε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, την τελευταία πενταετία σημειώνεται μια αύξηση στο σχεδιασμό και την αξιοποίηση εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Τα δημοσιευμένα άρθρα έχουν σχεδόν τριπλασιαστεί και οι εφαρμογές δεν περιορίζονται μόνο στην τυπική εκπαίδευση αλλά ενσωματώνουν την τεχνολογία της ΕΠ και σε επαγγελματίες (ιατρικό προσωπικό, τεχνίτες ραπτικής, κ.α.).

Τα περισσότερα άρθρα αναφέρουν τη δημιουργία εφαρμογών ΕΠ για φοιτητές Πανεπιστημίου. Η συντριπτική πλειοψηφία των άρθρων αφορά άτομα χωρίς ιδιαίτερες εκπαιδευτικές ανάγκες. Ελάχιστα ενσωματώνουν στο δείγμα τους μαθητές ειδικής αγωγής.

Ένα σημαντικό εύρημα της ανάλυσης αφορά τα εργαλεία και τις πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό εφαρμογών ΕΠ, καθώς και τις ειδικότητες όσων σχεδιάζουν και αναπτύσσουν τις εφαρμογές. Παρατηρούμε πως το Unity και το Vuuforia, κυριαρχούν στην ανάπτυξη εφαρμογών ΕΠ. Μπορεί να υποστηρίζουν άρτια τη δημιουργία επαυξημένου περιεχομένου ωστόσο το γεγονός ότι απαιτούν γνώσεις προγραμματισμού δεν τα καθιστά τόσο φιλικά προς τις εκπαιδευτικές ομάδες που δεν έχουν τις αντίστοιχες γνώσεις. Στα περισσότερα άρθρα (53) δεν αναφέρονται οι ιδιότητες όσων σχεδίασαν την εφαρμογή. Από τα 22 ωστόσο που καταγράφονται πλήρως οι ιδιότητες των σχεδιαστών, φαίνεται πως η πλειοψηφία όσων σχεδιάζουν τις εφαρμογές προέρχεται από κλάδους της Πληροφορικής. Μόνο σε πέντε άρθρα σημειώνεται συνεργασία και συμμετοχή των εκπαιδευτών ή/και μαθητών στη διαδικασία σχεδιασμού του επαυξημένου περιεχομένου. Συνεπώς, η ανάπτυξη απλά μιας εφαρμογής ΕΠ δεν την καθιστά απαραίτητα και κατάλληλη για εκπαιδευτικό σκοπό. Οι άμεσα ενδιαφερόμενοι (εκπαιδευτές) είναι απαραίτητο να εμπλέκονται στο κομμάτι του σχεδιασμού της εφαρμογής ώστε να μπορούν να την προσαρμόζουν στις ανάγκες των εκπαιδευομένων τους.

Μια επιπλέον διαπίστωση, είναι πως παραπάνω από τις μισές έρευνες δεν αναφέρουν ποιοι αξιολογούν την εφαρμογή, γεγονός το οποίο γεννά επίσης ερωτήματα ως προς το βαθμό καταλληλότητάς τους για εκπαιδευτική χρήση. Το γεγονός ότι κάποιες έρευνες παρουσιάζουν μόνο τα εργαλεία ανάπτυξης των εφαρμογών και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιούν, αλλά δεν τις δοκιμάζουν σε πραγματικές συνθήκες αξιολογώντας τις συνεπάγεται ότι δεν μπορεί να θεωρηθούν κατάλληλες για εκπαιδευτικό σκοπό.

Επόμενο σημαντικό εύρημα που απέδωσε η ανάλυση είναι ο βαθμός εγκυρότητας και αξιοπιστίας που καταγράφηκε από την αξιολόγηση των εφαρμογών. Πολλά άρθρα μιλούν για εγκυρότητα και αξιοπιστία χωρίς όμως αυτό να αποδεικνύεται. Όπως έχει επισημανθεί και παραπάνω, είναι αναγκαία η εύρεση ενός κοινού εργαλείου/κλίμακας αξιολόγησης εκπαιδευτικών εφαρμογών με τη χρήση ΕΠ, ώστε να ελέγχεται η καταλληλότητά τους για εκπαιδευτικό σκοπό.

Εν κατακλείδι, στις περισσότερες έρευνες παρατηρήθηκε μη συμμετοχή εκπαιδευτικών στη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης των εφαρμογών, και μη αξιολόγησή τους με έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο από κατάλληλη ομάδα (ειδικοί σε θέματα τεχνολογίας σε συνεργασία με εκπαιδευτικούς). Το γεγονός αυτό, καθιστά αμφίβολο κατά πόσο οι εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας μπορούν να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά για εκπαιδευτικό σκοπό.

8.1 Περιορισμοί

Κατά την εκπόνηση της εργασίας υπήρχαν κάποιοι περιορισμοί. Αρχικά η ανάλυση άρθρων ελεύθερης πρόσβασης και ο αποκλεισμός όσων απαιτούσαν πληρωμή ή ετήσια συνδρομή σαφώς και δεν αποτυπώνει πλήρως τα δεδομένα στο πεδίο των εκπαιδευτικών εφαρμογών της Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Επίσης, το γεγονός ότι συμπεριλήφθηκαν άρθρα που παρέλειψαν αρκετές πληροφορίες όπως τον τύπο ΕΠ που αξιοποιήθηκε, το λειτουργικό σύστημα της εφαρμογής και τις δυσκολίες που δημιουργήθηκαν από τη χρήση των εφαρμογών δημιουργεί κενά στην εικόνα που διαμορφώνεται για τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών ΕΠ.

Τέλος, το ότι η πλειοψηφία των άρθρων εξέτασε την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών με μη έγκυρα και αξιόπιστα εργαλεία μειώνει τον βαθμό εγκυρότητας και αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων τους.

8.2 Μελλοντικά βήματα

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να συγκεντρώσουν και να συγκρίνουν τα εργαλεία αξιολόγησης εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας, ώστε να οδηγηθούν στη διαμόρφωση ενός νέου, που θα καθορίζει το βαθμό καταλληλότητας των εφαρμογών για εκπαιδευτικό σκοπό.

Αναφορές

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, 21(6), 34-47.
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). 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.
- Akgün, Ö. E., İstanbullu, A., & Avci, Ş. K. (2017). Augmented Reality in Turkey with Researchers' Comments for Educational Use: Problems, Solutions and Suggestions. *Journal of Education and Training Studies*, 5(11), 201-218.
- Amanatidis, N. (2010, April). Mobile learning, learning through mobile devices, "Digital and Internet application in education". In *Proceedings of the 2nd Panhellenic Educational Conference of Imathia* (pp. 23-15).
- Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., & Gialouri, E. (2009). Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and ubiquitous computing*, 13(3), 243-250.
- Baio, J., Wiggins, L., Christensen, D. L., Maenner, M. J., Daniels, J., Warren, Z., ... & Dowling, N. F. (2018). Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2014. *MMWR Surveillance Summaries*, 67(6), 1.
- Bers, M. U., & Resnick, M. (2015). *The official ScratchJr book: Help your kids learn to code*. No Starch Press.
- Bidin, S., & Ziden, A. A. (2013). Adoption and application of mobile learning in the education industry. *Procedia-social and behavioral sciences*, 90, 720-729.
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The MagicBook: a transitional AR interface. *Computers & Graphics*, 25(5), 745-753.
- Billinghurst, M. (2003). Augmented reality in education. *New Horizons for Learning*, IX, 1

- Billinghamurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Boletsis, C., & McCallum, S. (2013, September). The table mystery: An augmented reality collaborative game for chemistry education. In *International Conference on Serious Games Development and Applications* (pp. 86-95). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education—cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15.
- Bradley, C., & Holley, D. (2011). Learning on The Move. *Investigations in university teaching and learning*, 7, 106-112.
- Brom, C., Šisler, V., & Slavík, R. (2010). Implementing digital game-based learning in schools: augmented learning environment of 'Europe 2045'. *Multimedia systems*, 16(1), 23-41.
- Bruner, J. (1990). *Acts of meaning*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Cai, S., Chiang, F. K., & Wang, X. (2013). Using the augmented reality 3D technique for a convex imaging experiment in a physics course. *International Journal of Engineering Education*, 29(4), 856-865.
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia tools and applications*, 51(1), 341-377.
- Caudell, T., Mizell, D. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty-fifth Hawaii international conference on system sciences*. pp. 659–669.
- Chao, H. C., Lai, C. F., Chen, S. Y., & Huang, Y. M. (2014). A M-learning content recommendation service by exploiting mobile social interactions. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(3), 221-230.
- Chau, C. L. (2014). *Positive technological development for young children in the context of children's mobile apps* (Doctoral dissertation, Tufts University).
- Chen, C. H., Lee, I. J., & Lin, L. Y. (2015). Augmented reality-based self-facial modeling to promote the emotional expression and social skills of adolescents with autism spectrum disorders. *Research in developmental disabilities*, 36, 396-403.

- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2016). The interaction of child–parent shared reading with an augmented reality (AR) picture book and parents' conceptions of AR learning. *British Journal of Educational Technology*, 47(1), 203-222.
- Chou, T. L., & Chanlin, L. J. (2014). Location-based learning through augmented reality. *Journal of Educational Computing Research*, 51(3), 355-368.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557-569.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *science*, 323(5910), 66-69.
- Dillenbourg, P., & Jermann, P. (2010). Technology for classroom orchestration. In *New science of learning* (pp. 525-552). Springer, New York, NY.
- Dua, S., & Meacham, K. (2016). Navigating the digital wild west of educational apps—With millions of apps to choose from, how do parents and educators find apps that pass the test. Ανακτήθηκε Νοέμβριος.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L., & Adams Becker, S. (2012). *Technology Outlook: Iberoamerican Tertiary Education 2012--2017*. Austin, TX: The New Media Consortium.
- Efstathiou, I., Kyza, E. A., & Georgiou, Y. (2018). An inquiry-based augmented reality mobile learning approach to fostering primary school students' historical reasoning in non-formal settings. *Interactive Learning Environments*, 26(1), 22-41.
- Ekonomou, T., & Vosinakis, S. (2018). Mobile augmented reality games as an engaging tool for cultural heritage dissemination: A case study. *Sci. Cult*, 4(97-107), 5.
- Fabian, K., & MacLean, D. (2014). Keep taking the tablets? Assessing the use of tablet devices in learning and teaching activities in the Further Education sector. *Research in Learning Technology*, 22.
- Ferrer-Torregrosa, J., Torralba, J., Jimenez, M. A., García, S., & Barcia, J. M. (2015). ARBOOK: Development and assessment of a tool based on augmented reality for anatomy. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 119-124.

- FitzGerald, E., Ferguson, R., Adams, A., Gaved, M., Mor, Y., & Thomas, R. (2013). Augmented reality and mobile learning: the state of the art. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 5(4), 43-58.
- Fjeld, M., Fredriksson, J., Ejdestig, M., Duca, F., Bötschi, K., Voegtli, B., & Juchli, P. (2007, April). Tangible user interface for chemistry education: comparative evaluation and re-design. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 805-808).
- Furht, B., & Carmigniani, J. (2011). *Augmented Reality: An Overview*. Handbook of Augmented Reality. New York: Springer.
- Galatis, P., Gavalas, D., Kasapakis, V., Pantziou, G. E., & Zaroliagis, C. D. (2016, November). Mobile Augmented Reality Guides in Cultural Heritage. In *MobiCASE* (pp. 11-19).
- Goodwin, K., & Highfield, K. (2012, March). iTouch and iLearn: An examination of “educational” apps. In *Early education and technology for children conference* (pp. 14-16).
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health information & libraries journal*, 26(2), 91-108.
- Grasset, R., Dünser, A., & Billingham, M. (2008, December). Edutainment with a mixed reality book: a visually augmented illustrative childrens' book. In *Proceedings of the 2008 international conference on advances in computer entertainment technology* (pp. 292-295).
- Higgett, N., Chen, Y., & Tatham, E. (2016). A user experience evaluation of the use of augmented and virtual reality in visualising and interpreting Roman Leicester 210AD (Ratae Corieltavorum). *Athens Journal of History* January, 2(1).
- Higgins, K., Boone, R., & Pierce, T. B. (2005). Evaluating software for use by students with disabilities to foster inclusion in general education. In *Inclusive and supportive education congress international special education conference*. Retrieved May (Vol. 3, p. 2006).
- Hirsh-Pasek, K., Zosh, J. M., Golinkoff, R. M., Gray, J. H., Robb, M. B., & Kaufman, J. (2015). Putting education in “educational” apps: Lessons from the science of learning. *Psychological Science in the Public Interest*, 16(1), 3-34.

- International Organization for Standardization. (1998). ISO 9241-11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs): Part 11: Guidance on usability.
- Jerry, T. F. L., & Aaron, C. C. E. (2010, June). The impact of augmented reality software with inquiry-based learning on students' learning of kinematics graph. In 2010 2nd international conference on education technology and computer (Vol. 2, pp. V2-1). IEEE.
- Johnson, L. F., Levine, A., Smith, R. S., & Haywood, K. (2010). "Key emerging technologies for postsecondary education". *Education Digest*, Vol. 76, 34–38
- Jung, T., Tom Dieck, M. C., Lee, H., & Chung, N. (2016). Effects of virtual reality and augmented reality on visitor experiences in museum. In *Information and communication technologies in tourism 2016* (pp. 621-635). Springer, Cham.
- Kato, H., & Billinghurst, M. (1999, October). Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system. In *Proceedings 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR'99)* (pp. 85-94). IEEE.
- Kiryakova, G., Angelova, N., & Yordanova, L. (2018). The potential of augmented reality to transform education into smart education. *TEM Journal*, 7(3), 556.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004), 1-26.
- 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.
- Kotranza, A., Lind, D. S., Pugh, C. M., & Lok, B. (2009, October). Real-time in-situ visual feedback of task performance in mixed environments for learning joint psychomotor-cognitive tasks. In 2009 8th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (pp. 125-134). IEEE.
- Koutromanos, G., Sofos, A., & Avraamidou, L. (2015). The use of augmented reality games in education: a review of the literature. *Educational Media International*, 52(4), 253-271.
- Koutromanos, G., & Styliaras, G. (2015, July). "The buildings speak about our city": A location based augmented reality game. In 2015 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA) (pp. 1-6). IEEE.

- Koutromanos, I. (2018). *Fundamentals of Finite Element Analysis: Linear Finite Element Analysis*. John Wiley & Sons.
- Krueger, M. W. (1977, June). Responsive environments. In *Proceedings of the June 13-16, 1977, national computer conference* (pp. 423-433).
- Kucirkova, N., Messer, D., Sheehy, K., & Panadero, C. F. (2014). Children's engagement with educational iPad apps: Insights from a Spanish classroom. *Computers & Education*, 71, 175-184.
- Kukulska-Hulme, A. (2013). Re-skilling language learners for a mobile world.
- Lamanauskas V., Vilkonis R. & Klangauskas A. (2007). Using information and communication technology for learning purposes: Students position on the issue. *Europe Needs More Scientists—the Role of Eastern and Central European Symposium*, 8-11 November 2006, Tartu, Estonia, 151-164
- Lohnari, T. (2016). Mobile learning: revolutionizing education. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 4(3).
- Luchini, K., Quintana, C., & Soloway, E. (2004, April). Design guidelines for learner-centered handheld tools. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 135-142).
- Lytridis, C., Tsinakos, A., & Kazanidis, I. (2018). ARTutor—an augmented reality platform for interactive distance learning. *Education Sciences*, 8(1), 6.
- Malegiannaki, I., & Daradoumis, T. (2017). Analyzing the educational design, use and effect of spatial games for cultural heritage: A literature review. *Computers & education*, 108, 1-10.
- 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. Elsevier Ltd.
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education*, 56(3), 769-780.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS medicine*, 6(7), e1000097.
- Murphy, G. (2011). Post-PC devices: A summary of early iPad technology adoption in tertiary environments. *E-Journal of Business Education and Scholarship of Teaching*, 5(1), 18-32.
- Nadworny, E. (2017). They still need you: How adults help young kids learn with technology. Retrieved on March 2021 from: <https://www.kqed.org/mindshift/47254/they-still-need-you-how-adults-help-young-kids-learn-with-technology>
- Neumann, D. L., Neumann, M. M., & Hood, M. (2011). Evaluating computer-based simulations, multimedia and animations that help integrate blended learning with lectures in first year statistics. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(2), 274-289.
- Nielsen, J. (1994, April). Usability inspection methods. In *Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 413-414).
- Nussbaum, G., Veigl, C., Acedo, J., Barton, Z., Diaz, U., Drajsajtl, T., ... & Weiss, C. (2011). AsTeRICS-Towards a rapid integration construction set for assistive technologies. In *AAATE Conference*.
- Oyelere, S. S., Suhonen, J., & Laine, T. H. (2017, November). Integrating parson's programming puzzles into a game-based mobile learning application. In *Proceedings of the 17th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 158-162).
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2017). Designing and creating an educational app rubric for preschool teachers. *Education and Information Technologies*, 22(6), 3147-3165.
- Parsons, D., Ryu, H., & Cranshaw, M. (2007). A design requirements framework for mobile learning environments. *JCP*, 2(4), 1-8.
- Preece, J., & Rogers, Y. S. (2002). *H (2002) Interaction Design. Beyond humancomputer Interaction*.
- Preece, R. (2002). Sharp (2002). *Interaction Design beyond human-computer interaction*.

- Radu, C. (2014). Emotional Intelligence—How do we motivate our students?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 141, 271-274.
- Rochelle, J. (2003). Unlocking the learning value of wireless mobile devices, *Journal of Computer Assisted Learning*, 19 (3), 260 – 272.
- Rodden, T., Cheverst, K., Davies, K., & Dix, A. (1998, May). Exploiting context in HCI design for mobile systems. In *Workshop on human computer interaction with mobile devices* (Vol. 12).
- Rolland, J. P., Davis, L., & Baillet, Y. (2001). A survey of tracking technology for virtual environments. *Fundamentals of wearable computers and augmented reality*, 1(1), 67-112.
- Rosenbaum, E., Klopfer, E., & Perry, J. (2007). On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 31-45.
- Rosenberg, L. B. (1992). *The Use of Virtual Fixtures as Perceptual Overlays to Enhance Operator Performance in Remote Environments*. Stanford Univ Ca Center for Design Research.
- Rossing, J. P., Miller, W. M., Cecil, A. K., & Stamper, S. E. (2012). iLearning: The future of higher education? Student perceptions on learning with mobile tablets. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 12(2), 1-26.
- Sharples, M., & Roschelle, J. (2010). Guest editorial: Special issue on mobile and ubiquitous technologies for learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(1), 4-5.
- Shelton, B., Hedley, N. (2002). Using augmented reality for teaching earth–sun relationships to undergraduate geography students. In *The 1st IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop*. Darmstadt, Germany.
- Shuler, C., Winters, N., & West, M. (2012). *The future of mobile learning: implications for policy makers and planners UNESCO*.
- Siltanen, S. (2012). *Theory and applications of marker-based augmented reality: Licentiate thesis*.
- Sin, A. K., & Zaman, H. B. (2010, June). Live Solar System (LSS): Evaluation of an Augmented Reality book-based educational tool. In *2010 International Symposium on Information Technology* (Vol. 1, pp. 1-6). IEEE.

- Sotiriou, S., & Bogner, F. X. (2008). Visualizing the invisible: augmented reality as an innovative science education scheme. *Advanced Science Letters*, 1(1), 114-122.
- 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(1), 5-29.
- Statista (2021). Global mobile augmented reality (AR) users 2015-2023. Ανακτήθηκε από:<https://www.statista.com/statistics/1098630/global-mobile-augmented-reality-ar-users/>
- Sutherland, I. E. (1968, December). A head-mounted three-dimensional display. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I* (pp. 757-764).
- Swank, K., Hooft, M., Kratcoski, A., & Hunger, D. (2005). Uses and Effects of Mobile Computing Devices in K–8 Classrooms. *Journal of Research on Technology in Education*, 38 (1).
- Tian, Y., Nagappan, M., Lo, D., & Hassan, A. E. (2015, September). What are the characteristics of high-rated apps? a case study on free android applications. In *2015 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME)* (pp. 301-310). IEEE.
- Traxler, J. (2005, June). Defining mobile learning. In *IADIS International Conference Mobile Learning* (pp. 261-266).
- Trifonova, A., & Ronchetti, M. (2004, August). A general architecture to support mobility in learning. In *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2004. Proceedings.* (pp. 26-30). IEEE.
- Tsiavos, P., & Sofos, A. (2019). The Use of Augmented Reality in Education: Development and Use of Application for the Course " Physics-Explore and Discover" in the 5th Class of the Primary School. *Journal of Education and Human Development*, 8(4), 149-158.
- Vaala, S., Ly, A., & Levine, M. H. (2015). Getting a Read on the App Stores: A Market Scan and Analysis of Children's Literacy Apps. Full Report. In Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop. Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop. 1900 Broadway, New York, NY 10023.

- Verenikina, I., & Kervin, L. (2011). iPads, digital play and pre-schoolers. *He Kupu*, 2(5), 4-19.
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & education*, 68, 570-585.
- Yang, P., Wu, W., Moniri, M. & Chibelushi, C. C. (2008). A sensor-based SLAM algorithm for camera tracking in virtual studio. *International Journal of Automation and Computing*, 5, 152-162.
- Βουδούρη, Α., Πάτσιου, Β., Μαυροματίδου, Ε., & Κουτρομάνος, Γ. (2016). Επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση: Μια εφήμερη τάση ή το μέλλον των σχολικών εγχειριδίων; Στο Σ. Γρόσδος (Επιμ.), Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Προγράμματα Σπουδών – Σχολικά εγχειρίδια: Από το παρελθόν στο παρόν και το μέλλον» (σσ. 262–273). Αθήνα: ΕΚΕΔΙΣΥ.
- Κουτρομάνος, Γ., Τζόρτζογλου, Φ., & Σοφός, Α. (2016). Αξιολόγηση ενός παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας για την περιβαλλοντική εκπαίδευση με τίτλο «Σώσε την Έλλη! Σώσε το περιβάλλον!». Στο Τ. Α. Μικροπούλος, Ν. Παπαχρήστος, Α. Τσιारा, Ρ. Χαλκή (eds.), *Proceedings of the 10th Pan-Hellenic and International Conference "ICT in Education"*, (pp. 254–262), Ioannina: ΗΑΙCΤΕ.
- Κουτρομάνος, Γ., & Λαμπρόπουλος, Γ. (2018). "Salamis": Ένα παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας τοποθεσίας για την τοπική ιστορία. Στο Σ. Δημητριάδης, Β. Δαγδιλέλης, Θ. Τσιάτσος, Ι. Μαγνήσαλης & Δ. Τζήμας (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 11ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση» (σ. 355–362). Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ-ΠΑΜΑΚ & ΕΤΠΕ
- Κουτρομάνος, Γ. (2019). Βιβλία Επαυξημένης Πραγματικότητας για συσκευές κινητής τεχνολογίας: Κριτήρια επιλογής τους για διδακτικούς σκοπούς, στο Σοφός Αλιβίζος, (επιμ.). *Εκπαίδευση με Χρήση Νέων Τεχνολογιών, Παιδαγωγική αξιοποίηση ψηφιακών μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία* (σσ. 187-208). Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Κουτρομάνος, Γ., & Μπουντέκας, Κ. (2020). Αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας για τη διδασκαλία της Ιστορίας σε αρχαιολογικό χώρο. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 13(1/2), 63-81.
- Μαρκούζης, Δ., & Φεσάκης, Α. (2016). Εφαρμογές διαδραστικής αφήγησης και φορητής επαυξημένης πραγματικότητας για ψυχαγωγία και μάθηση: η περίπτωση του

παιχνιδιού «Rhodes J-Nights». Στο Τ. Α. Mikropoulos, Ν. Papachristos, Α. Tsiara, Ρ. Chalki (eds.), Proceedings of the 10th Pan-Hellenic and International Conference "ICT in Education", (pp. 245–253), Ioannina: ΗΑΙCΤΕ.

Μαυροματίδου, Ε., & Κουτρομάνος, Γ. (2017). "MediAR": Μία ενότητα επαυξημένης πραγματικότητας για την καλλιέργεια του μιντιακού γραμματισμού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Στο Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράτισης, Χ. Παναγιωτακόπουλος (Επιμ.), Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» (σσ. 770–782). Αθήνα: ΕΤΠΕ.

Παναγοπούλου, Π. (2016). "Ένα παιδί μετράει τ'άστρα": αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας στο σχολικό βιβλίο για τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες (Bachelor's thesis).

Πηγές Εικόνων

Εικόνα 1: Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, 77(12), 1321-1329.

Εικόνα 2: <https://www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=4696>

Ημερομηνία πρόσβασης: 1/3/21

Εικόνες 3, 4 : <https://aywenz.wordpress.com/2018/04/11/different-types-of-augmented-reality/>

<https://www.bol.com/nl/p/virtual-laser-keyboard-toetsenbord-voor-computer-laptop-ipad-tablet-s-origineel-bluetooth-red-light/9200000046303033/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 1/3/21

Εικόνα 5: <http://www.questionablyartificial.com/2016---fiducial-marker-tracking-for-augmented-reality.html>

Ημερομηνία πρόσβασης: 1/3/21

Εικόνα 6: <https://www.slideshare.net/Funk98/augmented-reality-applications-in-manufacturing-and-maintenance>

Ημερομηνία πρόσβασης: 1/3/21

Εικόνες 7, 8: <https://healthmanagement.org/c/hospital/news/5-medical-technologies-that-will-change-the-future>

<https://www.beyonddesignchicago.com/time-reinvent-radiology/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 2/3/21

Εικόνα 9: <https://www.beyonddesignchicago.com/time-reinvent-radiology/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 2/3/21

Εικόνα 10: <https://www.youtube.com/watch?v=J3ucv465G8k>

Ημερομηνία πρόσβασης: 2/3/21

Εικόνα 11:

https://www.researchgate.net/publication/283301613_Through_the_Loupe_Visitor_Engagement_With_a_Primary_Text-Based_Handheld_AR_Application/figures?lo=1

Ημερομηνία πρόσβασης: 2/3/21

Εικόνα 12: <https://www.statista.com/statistics/1098630/global-mobile-augmented-reality-ar-users/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 2/3/21

Εικόνα 13 : <https://arinsider.co/wp-content/uploads/2019/07/Mobile-AR-Global-Penetration.png>

Εικόνα 14: (<https://trends.google.com>)

Ημερομηνία πρόσβασης: 2/3/21

Εικόνα 15: <https://zealar.com.au/augmented-reality-in-education-industry/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 3/3/21

Εικόνα 16: https://www.researchgate.net/figure/Usability-framework-adapted-to-augmented-reality-applications_fig2_286562759

Ημερομηνία πρόσβασης: 7/3/21

Εικόνα 17: <https://www.mdpi.com/2227-7102/8/1/6/htm>

Ημερομηνία πρόσβασης : 10/3/21

Εικόνα 18: <https://www.reviewsexp.com/blog/augmented-reality-apps/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 10/3/21

Παράρτημα Ι. Κατάλογος ερευνών

A/A	Συγγραφέας	Βιβλιογραφική παραπομπή
1	Akçayır et al., 2016	Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. <i>Computers in Human Behavior</i> , 57, 334-342.
2	Ayer et al., 2016	Ayer, S. K., Messner, J. I., & Anumba, C. J. (2016). Augmented reality gaming in sustainable design education. <i>Journal of Architectural Engineering</i> , 22(1), 04015012.
3	Bal et al., 2016	Bal, E., & Bicen, H. (2016). Computer hardware course application through augmented reality and QR code integration: achievement levels and views of students. <i>Procedia computer science</i> , 102, 267-272.
4	Carlson et al., 2016	Carlson, K. J., & Gagnon, D. J. (2016). Augmented reality integrated simulation education in health care. <i>Clinical simulation in nursing</i> , 12(4), 123-127.
5	Chen et al., 2016	Chen, C. H., Lee, I. J., & Lin, L. Y. (2016). Augmented reality-based video-modeling storybook of nonverbal facial cues for children with autism spectrum disorder to improve their perceptions and judgments of facial expressions and emotions. <i>Computers in Human Behavior</i> , 55, 477-485.
6	Lin et al., 2016	Lin, C. Y., Chai, H. C., Wang, J. Y., Chen, C. J., Liu, Y. H., Chen, C. W., ... & Huang, Y. M. (2016). Augmented reality in educational activities for children with disabilities. <i>Displays</i> , 42, 51-54.
7	Montoya et al., 2016	Montoya, M. H., Díaz, C. A., & Moreno, G. A. (2016). Evaluating the effect on user perception and performance of static and dynamic contents deployed in augmented reality based learning application. <i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i> , 13(2), 301-317.
8	Safar et al., 2016	Safar, A. H., Al-Jafar, A. A., & Al-Yousefi, Z. H. (2016). The effectiveness of using augmented reality apps in teaching the English alphabet to kindergarten children: A case study in the State of Kuwait. <i>EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i> , 13(2), 417-440.
9	Santos et al., 2016	Santos, M. E. C., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M. M. T., Sandor, C., & Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. <i>Research and Practice in Technology Enhanced Learning</i> , 11(1), 1-23.
10	Sungkur et al., 2016	Sungkur, R. K., Panchoo, A., & Bhoyroo, N. K. (2016). Augmented reality, the future of contextual mobile learning. <i>Interactive Technology and Smart Education</i> .
11	Yılmaz, 2016	Yılmaz, R. M. (2016). Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. <i>Computers in human behavior</i> , 54, 240-248.
12	Bauer et al., 2017	Bauer, A., Neog, D. R., Dicko, A. H., Pai, D. K., Faure, F., Palombi, O., & Troccaz, J. (2017). Anatomical augmented reality with 3D commodity tracking and image-space alignment. <i>Computers & Graphics</i> , 69, 140-153.
13	Bazarov et al., 2017	Bazarov, S. E., Kholodilin, I. Y., Nesterov, A. S., & Sokhina, A. V. (2017, October). Applying Augmented Reality in practical classes for engineering students. In <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> (Vol. 87, No. 3, p. 032004). IOP Publishing.

14	Crăciun et al., 2017	Crăciun, D., & Bunoiu, M. (2017, December). Boosting physics education through mobile augmented reality. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1916, No. 1, p. 050003). AIP Publishing LLC.
15	Gimeno et al., 2017	Gimeno, J., Portalés, C., Coma, I., Fernández, M., & Martínez, B. (2017). Combining traditional and indirect augmented reality for indoor crowded environments. A case study on the Casa Batlló museum. <i>Computers & graphics</i> , 69, 92-103.
16	Joo-Nagata et al., 2017	Joo-Nagata, J., Abad, F. M., Giner, J. G. B., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: Evaluation of an educational program in Chile. <i>Computers & Education</i> , 111, 1-17.
17	Moro et al., 2017	Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A., & Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. <i>Anatomical sciences education</i> , 10(6), 549-559.
18	Pombo et al., 2017	Pombo, L., & Marques, M. M. (2017, November). Marker-based augmented reality application for mobile learning in an urban park: Steps to make it real under the EduPARK project. In 2017 International Symposium on Computers in Education (SIIE) (pp. 1-5). IEEE.
19	Turkan et al., 2017	Turkan, Y., Radkowski, R., Karabulut-Ilgu, A., Behzadan, A. H., & Chen, A. (2017). Mobile augmented reality for teaching structural analysis. <i>Advanced Engineering Informatics</i> , 34, 90-100.
20	Vega Garzon et al., 2017	Vega Garzón, J. C., Magrini, M. L., & Galembeck, E. (2017). Using augmented reality to teach and learn biochemistry. <i>Biochemistry and molecular biology education</i> , 45(5), 417-420.
21	Wang, 2017	Wang, Y. H. (2017). Exploring the effectiveness of integrating augmented reality-based materials to support writing activities. <i>Computers & Education</i> , 113, 162-176.
22	Abd Majid et al., 2018	Abd Majid, N. A., & Abd Majid, N. (2018). Augmented reality to promote guided discovery learning for STEM learning. <i>Int. J. on Advanced Science, Engineering and Information Technology</i> , 8(4-2), 1494-1500.
23	Aebersold et al., 2018	Aebersold, M., Voepel-Lewis, T., Cherara, L., Weber, M., Khouri, C., Levine, R., & Tait, A. R. (2018). Interactive anatomy-augmented virtual simulation training. <i>Clinical simulation in nursing</i> , 15, 34-41.
24	Alhumaidan et al., 2018	Alhumaidan, H., Lo, K. P. Y., & Selby, A. (2018). Co-designing with children a collaborative augmented reality book based on a primary school textbook. <i>International Journal of Child-Computer Interaction</i> , 15, 24-36.
25	Blevins, 2018	Blevins, B. (2018). Teaching digital literacy composing concepts: focusing on the layers of augmented reality in an era of changing technology. <i>Computers and Composition</i> , 50, 21-38.
26	Chang et al., 2018	Chang, S. C., & Hwang, G. J. (2018). Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. <i>Computers & Education</i> , 125, 226-239.
27	Cheng et al., 2018	Cheng, J., Wang, Y., Tjondronegoro, D., & Song, W. (2018). Construction of Interactive Teaching System for Course of Mechanical Drawing Based on Mobile Augmented Reality Technology. <i>International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)</i> , 13(2), 126-139.
28	Cieza et al., 2018	Cieza, E., & Lujan, D. (2018). Educational mobile application of augmented reality based on markers to improve the learning of vowel usage and numbers for children of a kindergarten in Trujillo. <i>Procedia computer science</i> , 130, 352-358.

29	Deb et al., 2018	Deb, S., & Bhattacharya, P. (2018). Augmented Sign Language Modeling (ASLM) with interaction design on smartphone-an assistive learning and communication tool for inclusive classroom. <i>Procedia Computer Science</i> , 125, 492-500.
30	Iftene et al., 2018	Iftene, A., & Trandabăț, D. (2018). Enhancing the attractiveness of learning through Augmented Reality. <i>Procedia Computer Science</i> , 126, 166-175.
31	Kurniawan et al., 2018	Kurniawan, M. H., & Witjaksono, G. (2018). Human anatomy learning systems using augmented reality on mobile application. <i>Procedia Computer Science</i> , 135, 80-88.
32	Layona et al., 2018	Layona, R., Yulianto, B., & Tunardi, Y. (2018). Web based augmented reality for human body anatomy learning. <i>Procedia Computer Science</i> , 135, 457-464.
33	Lorusso et al., 2018	Lorusso, M. L., Giorgetti, M., Travellini, S., Greci, L., Zangiacomì, A., Mondellini, M., ... & Reni, G. (2018). Giok the alien: An ar-based integrated system for the empowerment of problem-solving, pragmatic, and social skills in pre-school children. <i>Sensors</i> , 18(7), 2368.
34	Mahmood et al., 2018	Mahmood, F., Mahmood, E., Dorfman, R. G., Mitchell, J., Mahmood, F. U., Jones, S. B., & Matyal, R. (2018). Augmented reality and ultrasound education: initial experience. <i>Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia</i> , 32(3), 1363-1367.
35	Mota et al., 2018	Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., Doderó, J. M., & Arnedillo-Sánchez, I. (2018). Augmented reality mobile app development for all. <i>Computers & Electrical Engineering</i> , 65, 250-260.
36	Mourtzis et al., 2018	Mourtzis, D., Zogopoulos, V., & Vlachou, E. (2018). Augmented reality supported product design towards industry 4.0: a teaching factory paradigm. <i>Procedia manufacturing</i> , 23, 207-212.
37	Nguyen et al., 2018	Nguyen, N., Muilu, T., Dirin, A., & Alamäki, A. (2018). An interactive and augmented learning concept for orientation week in higher education. <i>International Journal of Educational Technology in Higher Education</i> , 15(1), 1-15.
38	Bursali et al., 2019	Bursali, H., & Yilmaz, R. M. (2019). Effect of augmented reality applications on secondary school students' reading comprehension and learning permanency. <i>Computers in Human Behavior</i> , 95, 126-135.
39	Cabero et al., 2019	Cabero-Almenara, J., & Roig-Vila, R. (2019). The motivation of technological scenarios in augmented reality (AR): Results of different experiments. <i>Applied Sciences</i> , 9(14), 2907.
40	Collado et al., 2019	Collado, R. C., Caluya, N. R., & Santos, M. E. C. (2019, August). Teachers' evaluation of MotionAR: An augmented reality-based motion graphing application. In <i>Journal of Physics: Conference Series</i> (Vol. 1286, No. 1, p. 012051). IOP Publishing.
41	Fidan et al., 2019	Fidan, M., & Tuncel, M. (2019). Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. <i>Computers & Education</i> , 142, 103635.
42	Karambakhsh et al., 2019	Karambakhsh, A., Kamel, A., Sheng, B., Li, P., Yang, P., & Feng, D. D. (2019). Deep gesture interaction for augmented anatomy learning. <i>International Journal of Information Management</i> , 45, 328-336.
43	Khan et al., 2019	Khan, D., 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. <i>Sustainability</i> , 11(20), 5720.

44	Kyriakoy et al., 2019	Kyriakou, P., & Hermon, S. (2019). Can I touch this? using natural interaction in a museum augmented reality system. <i>Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage</i> , 12, e00088.
45	López-García et al., 2019	López-García, A., Miralles-Martínez, P., & Maquilón, J. (2019). Design, Application and Effectiveness of an Innovative Augmented Reality Teaching Proposal through 3P Model. <i>Applied Sciences</i> , 9(24), 5426.
46	Mylonas et al., 2019	Mylonas, G., Triantafyllis, C., & Amaxilatis, D. (2019). An augmented reality prototype for supporting IoT-based educational activities for energy-efficient school buildings. <i>Electronic Notes in Theoretical Computer Science</i> , 343, 89-101.
47	Petrelli, 2019	Petrelli, D. (2019). Making virtual reconstructions part of the visit: An exploratory study. <i>Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage</i> , 15, e00123.
48	Sáez-López et al., 2019	Sáez-López, J. M. S. L., Sevillano-García, M. L. S. G., Pascual-Sevillano, M. Á. P. S., Sáez-López, J. M., Sevillano-García-García, M. L., & de los Ángeles Pascual-Sevillano, M. (2019). Application of the ubiquitous game with augmented reality in Primary Education. <i>Comunicar. Media Education Research Journal</i> , 27(2).
49	Sahin et al., 2019	Sahin, N., & Ozcan, M. F. (2019). Effects of Augmented Reality in Teaching Old Turkish Language Mementoes on Student Achievement and Motivation. <i>Contemporary Educational Technology</i> , 10(2), 198-213.
50	Sargsyan et al., 2019	Sargsyan, N., Bassy, R., Wei, X., Akula, S., Liu, J., Seals, C., & White, J. (2019, September). Augmented Reality Application to Enhance Training of Lumbar Puncture Procedure: Preliminary Results. In <i>Proceedings of 32nd International Conference on</i> (Vol. 63, pp. 189-196).
51	Savitha et al., 2019	Savitha, K.K, & Renumol, V.G. (2019, September). Effects of Integrating Augmented Reality in Early Childhood Special Education. <i>International Journal of Recent Technology and Engineering</i> , 8(3), 2277-3878.
52	Scaravetti et al., 2019	Scaravetti, D., & Doroszewski, D. (2019). Augmented Reality experiment in higher education, for complex system appropriation in mechanical design. <i>Procedia CIRP</i> , 84, 197-202.
53	Sonntag et al., 2019	Sonntag, D., Albuquerque, G., Magnor, M., & Bodensiek, O. (2019). Hybrid learning environments by data-driven augmented reality. <i>Procedia Manufacturing</i> , 31, 32-37.
54	Yip et al., 2019	Yip, J., Wong, S. H., Yick, K. L., Chan, K., & Wong, K. H. (2019). Improving quality of teaching and learning in classes by using augmented reality video. <i>Computers & Education</i> , 128, 88-101.
55	Aladin et al., 2020	Aladin, M. Y. F., Ismail, A. W., Salam, M. S. H., Kumoi, R., & Ali, A. F. (2020, November). AR-TO-KID: A speech-enabled augmented reality to engage preschool children in pronunciation learning. In <i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</i> (Vol. 979, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
56	Aljojo et al., 2020	Aljojo, N., Munshi, A., Zainol, A., Al-Amri, R., Al-Aqeel, A., Al-khaldi, M., ... & Qadah, J. (2020). Lens application: Mobile application using augmented reality.

57	Altmeyer et al., 2020	Altmeyer, K., Kapp, S., Thees, M., Malone, S., Kuhn, J., & Brünken, R. (2020). The use of augmented reality to foster conceptual knowledge acquisition in STEM laboratory courses—Theoretical background and empirical results. <i>British Journal of Educational Technology</i> , 51(3), 611-628.
58	Andriyandi et al., 2020	Andriyandi, A. P., Darmalaksana, W., adillah Maylawati, D. S., Irwansyah, F. S., Mantoro, T., & Ramdhani, M. A. (2020). Augmented reality using features accelerated segment test for learning tajweed. <i>Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.</i> , vol. 18, no. 1, pp. 208–216, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA. V18I1. 14750.
59	Badilla-Quintana et al., 2020	Badilla-Quintana, M. G., Sepulveda-Valenzuela, E., & Salazar Arias, M. (2020). Augmented Reality as a Sustainable Technology to Improve Academic Achievement in Students with and without Special Educational Needs. <i>Sustainability</i> , 12(19), 8116.
60	Bibi et al., 2020	Bibi, S., Munaf, R., Bawany, N., Shamim, A., & Saleem, Z. (2020). Smart Learning Companion (SLAC). <i>International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)</i> , 15(16), 200-211.
61	Conley et al., 2020	Conley, Q., Atkinson, R. K., Nguyen, F., & Nelson, B. C. (2020). MantarayAR: Leveraging augmented reality to teach probability and sampling. <i>Computers & Education</i> , 153, 103895.
62	Dalim et al., 2020	Dalim, C. S. C., Sunar, M. S., Dey, A., & Billingham, M. (2020). Using augmented reality with speech input for non-native children's language learning. <i>International Journal of Human-Computer Studies</i> , 134, 44-64.
63	Elivera et al., 2020	Elivera, A., & Palaoag, T. (2020, April). Development of an Augmented Reality Mobile Application to Enhance the Pedagogical Approach in Teaching History. In <i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 803, No. 1, p. 012014)</i> . IOP Publishing.
64	Estudante et al., 2020	Estudante, A., & Dietrich, N. (2020). Using Augmented Reality to Stimulate Students and Diffuse Escape Game Activities to Larger Audiences. <i>Journal of Chemical Education</i> , 97(5), 1368-1374.
65	Gargrish et al., 2020	Gargrish, S., Mantri, A., & Kaur, D. P. (2020). Augmented reality-based learning environment to enhance teaching-learning experience in geometry education. <i>Procedia Computer Science</i> , 172, 1039-1046.
66	Harun et al., 2020	Harun, Tuli, N., & Mantri, A. (2020). Experience Fleming's rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning. <i>Procedia Computer Science</i> , 172, 660-668.
67	Henssen et al., 2020	Henssen, D. J., van den Heuvel, L., De Jong, G., Vorstenbosch, M. A., van Cappellen van Walsum, A. M., Van den Hurk, M. M., ... & Bartels, R. H. (2020). Neuroanatomy learning: Augmented reality vs. cross-sections. <i>Anatomical sciences education</i> , 13(3), 353-365.
68	Ibáñez et al., 2020	Ibáñez, M. B., Portillo, A. U., Cabada, R. Z., & Barrón, M. L. (2020). Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course. <i>Computers & Education</i> , 145, 103734.

69	Iquirá-Becerra et al., 2020	Iquirá-Becerra, D., Flores-Conislla, M., Carlos-Chullo, J. D., Sotelo-Castro, B., Payalich-Quispe, C., & Corrales-Delgado, C. A. (2020). Critical Analysis of Usability and Learning Methods on an Augmented Reality Application for Zoology Education. <i>Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal</i> , 5(2), 384-392.
70	Jesionkowska et al., 2020	Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active learning augmented reality for STEAM education—A case study. <i>Education Sciences</i> , 10(8), 198.
71	Kumpulainen et al., 2020	Kumpulainen, K., Byman, J., Renlund, J., & Wong, C. C. (2020). Children's Augmented Storying in, with and for Nature. <i>Education Sciences</i> , 10(6), 149.
72	López-Faicán et al., 2020	López-Faicán, L., & Jaen, J. (2020). Emofindar: Evaluation of a mobile multiplayer augmented reality game for primary school children. <i>Computers & Education</i> , 149, 103814.
73	Macariu et al., 2020	Macariu, C., Iftene, A., & Gîfu, D. (2020). Learn Chemistry with Augmented Reality. <i>Procedia Computer Science</i> , 176, 2133-2142.
74	Mendes et al., 2020	Mendes, H. C. M., Costa, C. I. A. B., da Silva, N. A., Leite, F. P., Esteves, A., & Lopes, D. S. (2020). PIÑATA: Pinpoint insertion of intravenous needles via augmented reality training assistance. <i>Computerized Medical Imaging and Graphics</i> , 82, 101731.
75	Moreno-Guerrero et al., 2020	Moreno-Guerrero, A. J., Alonso García, S., Ramos Navas-Parejo, M., Campos-Soto, M. N., & Gómez García, G. (2020). Augmented reality as a resource for improving learning in the physical education classroom. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> , 17(10), 3637.
76	Nadeem et al., 2020	Nadeem, M., Chandra, A., Livirya, A., & Beryozkina, S. (2020). AR-LabOr: Design and Assessment of an Augmented Reality Application for Lab Orientation. <i>Education Sciences</i> , 10(11), 316.
77	Ng et al., 2020	Ng, S. C., Lee, H. C., Cheng, K. N., & Ngan, H. H. (2020). A mobile application with augmented reality in exploring the natural environment of Hong Kong. <i>International Journal of Mobile Learning and Organisation</i> , 14(1), 3-20.
78	Nordin et al., 2020	Nordin, N. A. A., Abd Majid, N. A., & Zainal, N. F. A. (2020). Mobile augmented reality using 3D ruler in a robotic educational module to promote STEM learning. <i>Bulletin of Electrical Engineering and Informatics</i> , 9(6), 2499-2506.
79	Rossano et al., 2020	Rossano, V., Lanzilotti, R., Cazzolla, A., & Roselli, T. (2020). Augmented reality to support geometry learning. <i>IEEE Access</i> , 8, 107772-107780.
80	Saundarajan et al., 2020	Saundarajan, K., Osman, S., Kumar, J., Daud, M., Abu, M., & Pairan, M. (2020). Learning Algebra using Augmented Reality: A Preliminary Investigation on the Application of Photomath for Lower Secondary Education. <i>International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)</i> , 15(16), 123-133.
81	Sudarmilah et al., 2020	Sudarmilah, E., Irsyadi, F. Y. A., Purworini, D., Fatmawati, A., Haryanti, Y., Santoso, B., ... & Ustia, N. (2020, April). Improving knowledge about Indonesian culture with augmented reality gamification. In <i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</i> (Vol. 830, No. 3, p. 032024). IOP Publishing.

82	Thees et al., 2020	Thees, M., Kapp, S., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., & Kuhn, J. (2020). Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses. <i>Computers in Human Behavior</i> , 108, 106316.
83	Tsai, 2020	Tsai, C. C. (2020). The Effects of Augmented Reality to Motivation and Performance in EFL Vocabulary Learning. <i>International Journal of Instruction</i> , 13(4).
84	Uiphanit et al., 2020	Uiphanit, T., Unekontee, J., Wattanapraba, N., Jankaweekool, P., & Rakbumrung, W. (2020). Using Augmented Reality (AR) for Enhancing Chinese Vocabulary Learning. <i>International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)</i> , 15(17), 268-276.
85	Zhou et al., 2020	Zhou, X., Tang, L., Lin, D., & Han, W. (2020). Virtual & augmented reality for biological microscope in experiment education. <i>Virtual Reality & Intelligent Hardware</i> , 2(4), 316-329.

Παράρτημα ΙΙ. Πλήρη δεδομένα της ανάλυσης

A/A	Συγγραφέας	Έτος	Πηγή δημοσίευσης	Είδος	ΣΚΟΠΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΟΜΑΔΑΣ ΣΤΟΧΟΥ
1	Akçayır et al., 2016	2016	Computers in Human Behavior	Journal	Έλεγχος των δεξιοτήτων & των στάσεων των φοιτητών για τα επιστημονικά εργαστήρια μέσα από τη χρήση ΕΠ	Πανεπιστήμιο
2	Ayer et al., 2016	2016	Journal of Architectural Engineering	Journal	Πώς η ΕΠ & τα παιχνίδια προσομοίωσης επηρεάζουν τις διαδικασίες σχεδιασμού κτιρίων	Πανεπιστήμιο
3	Bal et al., 2016	2016	Procedia Computer Science	Conference	Η επίδραση της ΕΠ & της ενσωμάτωσης κώδικα QR στις επιδόσεις μαθητών που διδάσκονται μάθημα για τους Η/Υ	Πανεπιστήμιο
4	Carlson et al., 2016	2016	Clinical Simulation in Nursing	Journal	Δοκιμή & αξιολόγηση ολόκληρης προσομοίωσης μέσω ΕΠ για την Εκπαίδευση στην υγειονομική περιθαλψη	Πανεπιστήμια
5	Chen et al., 2016	2016	Computers in Human Behavior	Journal	Πώς η ΕΠ θα βοηθήσει παιδιά με ΔΑΦ να αντιληφθούν συναισθήματα μέσα από εκφράσεις του προσώπου	Δομείς Ειδικής Αγωγής
6	Lin et al., 2016	2016	Journal Displays	Journal	Πώς θα διευκολυνθεί η διδασκαλία της γεωμετρίας σε παιδιά με ιδιαίτερες ανάγκες ώστε να αυξηθεί η αυτοπεποίθησή τους	Δημοτικό
7	Montoya et al., 2016	2016	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	Journal	Αξιολόγηση της επίδρασης στατικών και δυναμικών περιεχομένων εφαρμογής ΕΠ	Πανεπιστήμιο
8	Safar et al., 2016	2016	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	Journal	Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης εφαρμογής ΕΠ ως εργαλείο διδασκαλίας, της αντίδρασης των μαθητών & των επιδόσεων τους.	Νηπιαγωγείο
9	Santos et al., 2016	2016	Research and Practice in Technology Enhanced Learning	Journal	ΕΠ ως πολυμέσο για την εκμάθηση λεξιλογίου και πόσο ενισχύει την απομνημόνευση λέξεων	Επαγγελματίες
10	Sungkur et al., 2016	2016	Interactive Technology and Smart Education	Journal	Σχεδιασμός, ανάπτυξη & χρήση εφαρμογής ΕΠ ως εργαλείο διδασκαλίας για να βοηθήσει εκτός από τους φοιτητές & τους λέκτορες κατά τη διδασκαλία.	Πανεπιστήμιο
11	Yilmaz, 2016	2016	Computers in Human Behavior	Journal	Απόψεις εκπαιδευτικών & παιδιών για παιχνίδια που αναπτύσσονται με τεχνολογία ΕΠ για την εκμάθηση του πρώτου λεξιλογίου (ζώα, χρώματα, σχήματα, κ.α.)	Νηπιαγωγείο

12	Bauer et al., 2017	2017	Computers & Graphics	Journal	Παρουσίαση κατοπτρικού συστήματος ΕΠ για την απεικόνιση της ανατομίας του χρήστη	Επαγγελματίες
13	Bazarov et al., 2017	2017	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	Conference	Διδασκαλία ηλεκτρολόγων μηχανικών φοιτητών με ΕΠ με σκοπό να αυξηθούν τα κίνητρα & η ανεξαρτησία τους στον χειρισμό μηχανών	Πανεπιστήμιο
14	Crăciun et al., 2017	2017	AIP Conference Proceedings	Conference	Ενίσχυση της διδασκαλίας της Φυσικής μέσω ΕΠ στα πλαίσια εκπαίδευσης φοιτητών (μελλοντικών δασκάλων)	Πανεπιστήμιο
15	Gimeno et al., 2017	2017	Computer Science	Journal	Συνδυασμός παραδοσιακής & έμμεσης ΕΠ ως μέσο ξενάγησης σε εσωτερικούς χώρους	Μουσείο
16	Joo-Nagata et al., 2017	2017	Procedia Computer Science	Journal	Αξιολόγηση εκπαιδευτικού προγράμματος ΕΠ για την πλοήγηση πεζών μέσω δύο σεναρίων	Γυμνάσιο
17	Moro et al., 2017	2017	Anatomical Sciences Education	Journal	Να αξιολογηθεί κατά πόσο η εκμάθηση δομικής ανατομίας με χρήση ΕΠ είναι εξίσου αποτελεσματική με τις αντίστοιχες εφαρμογές των tablet	Πανεπιστήμιο
18	Pombo et al., 2017	2017	International Symposium on Computers in Education, SIEE	Conference	Νέες ευκαιρίες μάθησης μέσω της δημιουργίας εφαρμογής ΕΠ για δραστηριότητες σε εξωτερικούς χώρους	Δημοτικό, Γυμνάσιο
19	Turkan et al., 2017	2017	Advanced Engineering Informatics	Journal	Ενίσχυση βιβλίων που διδάσκουν δομική ανάλυση μέσω της ΕΠ για καλύτερη κατανόηση των κατασκευών	Πανεπιστήμιο
20	Vega Garzon et al., 2017	2017	Biochemistry and Molecular Biology Education	Journal	Να αξιολογηθεί αν η εφαρμογή ΕΠ βοήθησε στην κατανόηση εννοιών της βιοχημείας	Πανεπιστήμιο
21	Wang, 2017	2017	Procedia Computer Science	Journal	Διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της ενσωμάτωσης υλικών ΕΠ & εμπλοκή εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό δραστηριοτήτων γραπτού λόγου	Λύκειο
22	Abd Majid et al., 2018	2018	International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology	Journal	Σχεδιασμός & ανάπτυξη εφαρμογής ΕΠ βασίζεται σε καθοδηγούμενη ανακαλυπτική μάθηση για τον περιοδικό πίνακα	Λύκειο
23	Aebersold et al., 2018	2018	Clinical Simulation in Nursing	Journal	Αξιολόγηση στη διδασκαλία της ανατομίας με επαυξημένο video & διαδραστικές ασκήσεις εικονικής προσομοίωσης για να προσδιοριστούν οι επιπτώσεις στην τοποθέτηση ρινογαστρικού σωλήνα	Πανεπιστήμιο
24	Alhumaidan et al., 2018	2018	International Journal of Child-Computer Interaction	Journal	Σχεδιασμός και αξιολόγηση βιβλίου ΕΠ με τη συμμετοχή & συνεργασία μαθητών	Δημοτικό
25	Blevins, 2018	2018	Computers and Composition	Journal	Διερευνάται η χρήση ενός λογισμικού ΕΠ ως μέσο ενίσχυσης στη διδασκαλία ψηφιακών εννοιών & σύνθεσης γραπτού λόγου	Πανεπιστήμιο

26	Chang et al., 2018	2018	Procedia Computer Science	Journal	Ανάπτυξη συστήματος ΕΠ με μέθοδο αντεστραμμένης τάξης στα πλαίσια μαθήματος Φυσικής Δημοτικού	Δημοτικό
27	Cheng et al., 2018	2018	International Journal of Emerging Technologies in Learning	Journal	Διαδραστικό σύστημα διδασκαλίας με ΕΠ ώστε να ενισχυθεί & να βελτιωθεί το μάθημα μηχανικού σχεδιασμού	Πανεπιστήμιο
28	Cieza et al., 2018	2018	Procedia Computer Science	Conference	Η χρήση εφαρμογής ΕΠ για τη βελτίωση & εκμάθηση φωνηέντων & αριθμών σε νηπιαγωγείο	Νηπιαγωγείο
29	Deb et al., 2018	2018	Procedia Computer Science	Conference	Δημιουργία εφαρμογής ΕΠ για τη μοντελοποίηση της νοηματικής γλώσσας (μαθαίνοντας τη γλώσσα Χίντι)	Κέντρο αποκατάστασης
30	Iftene et al., 2018	2018	Procedia Computer Science	Conference	παρουσίαση 4 εφαρμογών ΕΠ με στόχο τη βελτίωση της επικοινωνία & της συνεργασίας στο μάθημα της Βιολογίας & της Γεωγραφίας	Δημοτικό Γυμνάσιο & Λύκειο
31	Kurniawan et al., 2018	2018	Procedia Computer Science	Conference	Ανάπτυξη ενός συστήματος μάθησης ανθρώπινης ανατομίας χρησιμοποιώντας τεχνολογία ΕΠ	Λύκειο, Πανεπιστήμιο
32	Layona et al., 2018	2018	Procedia Computer Science	Conference	Ανάπτυξη εφαρμογής ΕΠ για καλύτερη κατανόηση της ανατομίας του ανθρώπινου σώματος.	Λύκειο
33	Lorusso et al., 2018	2018	Sensors	Journal	Σχεδιασμός, ανάπτυξη & προκαταρκτικός έλεγχος ενός ολοκληρωμένου συστήματος που συνδυάζει τη χρήση έξυπνων συσκευών, τεχνολογίας ΕΠ, για την τόνωση των γνωστικών & κοινωνικών λειτουργιών σε παιδιά προσχολικής εκπαίδευσης.	Νηπιαγωγείο
34	Mahmood et al., 2018	2018	Medicine and Dentistry	Journal	Παρουσίαση αρχικής εμπειρίας ΕΠ με σκοπό την ενίσχυση της υπερηχογραφικής εκπαίδευσης	Επαγγελματίες Εκπαιδευτές
35	Mota et al., 2018	2018	Computer Science	Journal	Η δημιουργία εφαρμογών ΕΠ από εκπαιδευτικούς χωρίς την απαίτηση γνώσεων προγραμματισμού	Πανεπιστήμιο
36	Mourtzis et al., 2018	2018	Procedia Manufacturing	Conference	Ανάπτυξη συστήματος προηγμένων τεχνικών απεικόνισης με χρήση ΕΠ για ένα ραδιοελεγχόμενο σχέδιο αυτοκινήτων	Πανεπιστήμιο
37	Nguyen et al., 2018	2018	International Journal of Educational Technology in Higher Education	Journal	Ανάπτυξη εφαρμογής ΕΠ για πρωτοετείς φοιτητές ώστε να γνωρίσουν την πανεπιστημιούπολη, το πρόγραμμα σπουδών	Πανεπιστήμιο
38	Bursali et al., 2019	2019	Computers in Human Behavior	Journal	Έλεγχος της επίδρασης των εφαρμογών ΕΠ σε μαθητές της Π.Ε. στην κατανόηση κειμένου & στη διατήρηση των γνώσεων	Δημοτικό

39	Cabero et al., 2019	2019	Applied Sciences	Journal	Σχεδιασμός 3 εφαρμογών για την αξιολόγηση της συμμετοχής των φοιτητών και των μαθησιακών επιδόσεων	Πανεπιστήμιο
40	Collado et al., 2019	2019	Journal of Physics: Conference Series	Journal	Αξιολόγηση εφαρμογής ΕΠ ως προς την αποτελεσματικότητά της στο μάθημα της Φυσικής	Επαγγελματίες
41	Fidan et al., 2019	2019	Procedia Computer Science	Journal	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων μάθησης (επίδοση & στάση μαθητών προς τα θέματα Φυσικής) που βασίζεται σε επίλυση προβλημάτων με τη βοήθεια της ΕΠ	Γυμνάσιο
42	Karambakhsh et al., 2019	2019	International Journal of Information Management	Journal	Αξιοποίηση ενός νευρωνικού δικτύου όπου μέσω της ΕΠ θα αναγνωρίζονται ανθρώπινες χειρονομίες & οι φοιτητές θα διδάσκονται Ανατομία μέσω 3διάστατων δειγμάτων	Πανεπιστήμιο
43	Khan et al., 2019	2019	Sustainability	Journal	Χρήση απλού δείκτη ARToolKit για τη διδασκαλία μεμονωμένων χαρακτήρων Αραβικών / Ουρντού σε μαθητές δημοτικού	Δημοτικό
44	Kyriakoy et al., 2019	2019	Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage	Journal	Συνδυασμός φυσικής διάδρασης & ΕΠ σε μουσείο πολιτιστικής κληρονομιάς ώστε να μπορούν οι επισκέπτες να έχουν μεγαλύτερη πρόσβαση στα εκθέματα	Μουσείο, Φεστιβάλ
45	López-García et al., 2019	2019	Applied Sciences	Journal	Ανάλυση των απόψεων των μαθητών για το πόσο χρήσιμη είναι η ΕΠ στο σχολικό περιβάλλον	Δημοτικό
46	Mylonas et al., 2019	2019	Computer Science	Electronic Notes	Παρουσίαση & συζήτηση για τις δυνατότητες του συνδυασμού δεδομένων IoT με ΕΠ σε εκπαιδευτικό περιβάλλον	Δημοτικό
47	Petrelli, 2019	2019	Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage	Journal	Χρήση τρισδιάστατων ανακατασκευών στα πλαίσια επίσκεψης σε χώρο πολιτιστικής κληρονομιάς	Μουσείο
48	Sáez-López et al., 2019	2019	Comunicar	Journal	Ανάλυση του αντίκτυπου που υπάρχει στην προσέγγιση παιχνιδιού με ΕΠ στη μάθηση.	Δημοτικό
49	Sahin et al., 2019	2019	Contemporary Educational Technology	Journal	Επιδράσεις στις επιδόσεις & τα κίνητρα των μαθητών μέσω της διδασκαλίας της παλιάς τουρκικής γλώσσα με ΕΠ	Πανεπιστήμιο
50	Sargsyan et al., 2019	2019	EPIC Series in Computing	Conference	Δημιουργία ενός συστήματος ΕΠ που θα χρησιμεύσει ως βιβλιοθήκη για τους εκπαιδευμένους στη μάθηση της οσφαικής παρακέντισης	Επαγγελματίες
51	Savitha et al., 2019	2019	International Journal of Recent Technology and Engineering	Journal	Επιδράσεις της ΕΠ στην Ειδική Αγωγή	Δημοτικό
52	Scaravetti et al., 2019	2019	Procedia CIRP (Journal)	Journal	Πείραμα ΕΠ για σύνθετο σύστημα μηχανικού σχεδιασμού ώστε να αξιολογηθεί η κατανόηση & η εμπλοκή των φοιτητών σε αυτό	Πανεπιστήμιο

53	Sonntag et al., 2019	2019	Procedia Manufacturing	Conference	Χρήση, εφαρμογή & αξιολόγηση 3 παραδειγμάτων εφαρμογών ΕΠ για φυσικά πειράματα στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας & του μαγνητισμού.	Πανεπιστήμιο
54	Yip et al., 2019	2019	Procedia Computer Science	Journal	Η αξιολόγηση βίντεο ΕΠ ως μέσο ενίσχυσης της κατανόησης περίπλοκων ζητημάτων στα πλαίσια workshop έναντι του παραδοσιακού τρόπου	Πανεπιστήμιο
55	Aladin et al., 2020	2020	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	Conference	Επαυξημένη Πραγματικότητα με δυνατότητα ομιλίας με σκοπό τη βελτίωση της προφοράς αγγλικών σε παιδιά προσχολικής ηλικίας	Νηπιαγωγείο
56	Aljojo et al., 2020	2020	International Journal of Interactive Mobile Technologies	Journal	Ανάπτυξη εφαρμογής ΕΠ για κινητά με τρισδιάστατους χαρακτήρες που βοηθά στη βελτίωση της φαντασίας των παιδιών	Δημοτικό
57	Altmeyer et al., 2020	2020	British Journal of Educational Technology	Journal	Η χρήση της ΕΠ ως μέσο προώθησης & απόκτησης της εννοιολογικής γνώσης σε εργαστηριακά μαθήματα STEM	Πανεπιστήμιο
58	Andriyandi et al., 2020	2020	Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)	Journal	Εφαρμογή ΕΠ ως διαδραστικό εκπαιδευτικό μέσο για να βοηθήσει στη μελέτη του tajweed στο Κοράνι.	-
59	Badilla-Quintana et al., 2020	2020	Sustainability	Journal	ΕΠ ως αιεφόρος τεχνολογία για να βελτιώσει το ακαδημαϊκό επίτευγμα στους μαθητές με & χωρίς ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες	Λύκειο
60	Bibi et al., 2020	2020	International Journal of Emerging Technologies in Learning	Journal	Ανάπτυξη κινητής εφαρμογής για 4 βιβλία παρέχοντας μια διαδραστική εφαρμογή στον χρήστη	Δημοτικό
61	Conley et al., 2020	2020	Procedia Computer Science	Journal	Διερεύνηση της αποτελεσματικότητας ενός μαθησιακού περιβάλλοντος ΕΠ, στη διδασκαλία των πιθανοτήτων & της στατιστικής	Πανεπιστήμιο
62	Dalim et al., 2020	2020	International Journal of Human-Computer Studies	Journal	Χρήση ΕΠ για την εκμάθηση Αγγλικών σε παιδιά με άλλη μητρική γλώσσα	Νηπιαγωγείο
63	Elivera et al., 2020	2020	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	Conference	Σχεδιασμός & ανάπτυξη εφαρμογής ΕΠ για την ενίσχυση της παιδαγωγικής προσέγγισης στη διδασκαλία της Ιστορίας.	-
64	Estudante et al., 2020	2020	Journal of Chemical Education	Journal	Χρήση εφαρμογής ΕΠ σε εκπαιδευτικό παιχνίδι απόδρασης προκειμένου γίνει διάχυση της ΕΠ σε μεγαλύτερο κοινό	Πανεπιστήμιο
65	Gargrish et al., 2020	2020	Computer Science	Conference	Μαθηματικό περιβάλλον ΕΠ για τη βελτίωση της διδασκαλίας-μάθησης στη Γεωμετρία	Λύκειο

66	Harun et al., 2020	2020	Procedia Computer Science	Conference	Η χρήση της ΕΠ ως μέσο κατανόησης στη διδασκαλία του ηλεκτρομαγνητισμού.	Γυμνάσιο, Λύκειο, Πανεπιστήμιο
67	Henssen et al., 2020	2020	Anatomical Sciences Education	Conference	Αυτή η μελέτη διερευνά τις διαφορές στις βαθμολογίες, το γνωστικό φορτίο & τα κίνητρα μετά από μάθηση νευροανατομίας χρησιμοποιώντας εφαρμογές AR.	Πανεπιστήμιο
68	Ibáñez et al., 2020	2020	Procedia Computer Science	Journal	Ποιος είναι ο αντίκτυπος της τεχνολογίας ΕΠ στα ακαδημαϊκά επιτεύγματα & κίνητρα μαθητών δημοσίων & ιδιωτικών σχολείων. Μια μελέτη περίπτωσης σε ένα μάθημα γεωμετρίας του μέσου σχολείου	Γυμνάσιο
69	Iquira-Becerra et al., 2020	2020	Advances in Science, Technology and Engineering Systems	Journal	Ανάπτυξη εφαρμογής ΕΠ & αξιολόγηση της ως προς την χρηστικότητα της & τις μεθόδους διδασκαλίας που αξιοποιήθηκαν	Νηπιαγωγείο
70	Jesionkowska et al., 2020	2020	Education Sciences MDPI	Journal	Διερεύνηση της χρήσης της ΕΠ ώστε οι μαθητές να μάθουν STEAM θέματα, επιτρέποντάς τους να αναπτύξουν τις δικές τους εφαρμογές ΕΠ. Επεξεργασία, δοκιμή & αξιολόγηση ενός πρότυπου εργαστηρίου για δεξιότητες STEAM	Γυμνάσιο
71	Kumpulainen et al., 2020	2020	Education Sciences	Journal	Επαύξηση ενός μυθιστορήματος με ένα ψηφιακό εργαλείο αφήγησης για να εξερευνηθούν τα παιδιά, να αλληλεπιδράσουν, να φανταστούν στη φύση, να δημιουργήσουν, να μοιραστούν & να συζητήσουν τις ιστορίες τους με άλλους.	Δημοτικό
72	López-Faican et al., 2020	2020	Procedia Computer Science	Journal	Αξιολόγηση εφαρμογής ΕΠ γύρω από ένα σενάριο παιχνιδιών για πολλούς παίκτες που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της κοινωνικοποίησης, των δεξιοτήτων επικοινωνίας & τη συναισθηματική νοημοσύνη.	Δημοτικό
73	Macariu et al., 2020	2020	Procedia Computer Science	Conference	Διδασκαλία της Χημείας με τη χρήση εργαλείου ΕΠ για ενίσχυση της κατανόησης των εννοιών	Γυμνάσιο
74	Mendes et al., 2020	2020	Medicine and Dentistry	Journal	PI-NATA: Ένα διαδραστικό εργαλείο ΕΠ για την διερεύνηση της ενίσχυσης της εκπαίδευσης στον Καθητηριασμό Κεντρικών Φλεβικών Γραμμών	Επαγγελματίες
75	Moreno-Guerrero et al., 2020	2020	International Journal of Environmental Research and Public Health	Journal	Ανάλυση του αντίκτυπου της εκπαίδευσης μέσω της χρήσης ΕΠ στη φυσική αγωγή για την ανάπτυξη & την απόκτηση χωρικού προσανατολισμού, σε αντίθεση με την πιο παραδοσιακή εκπαίδευση που βασίζεται στη μέθοδο έκθεσης.	Λύκειο
76	Nadeem et al., 2020	2020	Education Sciences	Journal	Σχεδιασμός και αξιολόγηση μιας εφαρμογής ΕΠ για εξοικείωση & προσανατολισμό σε εργαστηριακό χώρο	Πανεπιστήμιο

77	Ng et al., 2020	2020	International Journal of Mobile Learning and Organisation	Journal	Εφαρμογή ΕΠ για κινητές συσκευές για εξερεύνηση του φυσικού περιβάλλοντος	Δημοτικό
78	Nordin et al., 2020	2020	Bulletin of Electrical Engineering and Informatics	Journal	Κινητή επαυξημένη ΕΠ χρησιμοποιώντας 3D χάρακα σε ένα ρομποτικό μοντέλο για την προώθηση της μάθησης STEM.	Γυμνάσιο, Πανεπιστήμιο
79	Rossano et al., 2020	2020	Open access Journal	Journal	ΕΠ για Υποστήριξη Εκμάθησης γεωμετρίας	Δημοτικό
80	Saundarajan et al., 2020	2020	International Journal of Emerging Technologies in Learning	Journal	Η επίδραση εφαρμογής ΕΠ στην απόδοση των μαθητών & τη στάση τους για την εκμάθηση αλγεβρικών εξισώσεων.	Γυμνάσιο
81	Sudarmilah et al., 2020	2020	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	Conference	Βελτίωση της γνώσης για τον Ινδονησιακό πολιτισμό μέσω παιχνιδιού ΕΠ	Δημοτικό
82	Thees et al., 2020	2020	Computers in Human Behavior	Journal	Επιδράσεις της ΕΠ στη μάθηση & το γνωστικό φορτίο στο πλαίσιο πανεπιστημιακού εργαστηρίου στη φυσική.	Πανεπιστήμιο
83	Tsai, 2020	2020	International Journal of Instruction	Journal	Σύγκριση παραδοσιακής μεθόδου διδασκαλίας & σύγχρονης με ΕΠ σχετικά με την εκμάθηση λεξιλογίου Αγγλικών	Δημοτικό
84	Uiphanit et al., 2020	2020	International Journal of Emerging Technologies in Learning	Journal	Ανάπτυξη & χρήση κινητής εφαρμογής ΕΠ για την ενίσχυση εκμάθησης λεξιλογίου της κινεζικής γλώσσας	Λύκειο
85	Zhou et al., 2020	2020	Computer Science	Journal	Εικονική & ΕΠ για ενίσχυση & κατανόηση της λειτουργίας του μικροσκοπίου σε εργαστηριακό μάθημα της Βιολογίας.	Λύκειο

A/A	Πεδίο Εφαρμογής / γνωστικό αντικείμενο	ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ - ΤΥΠΟΣ ΕΠ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΧΩΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΜΕΣΟ/ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ
1	Φυσική	Όχι	Junaio	Metaio Creator Program	Με δείκτες (image-based AR)	iOS, Android	Τουρκία	smartphones

2	Σχεδιασμός (αρχιτεκτονική)	ΌΧΙ	ecoCampus	-	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Η.Π.Α	smartphones, tablets
3	Πληροφορική	ΌΧΙ	-	QRcode cards	Με δείκτες (based on Markers), QRcodes	Δεν αναφέρεται	Κύπρος	φορητές συσκευές
4	Τμήματα Επιστήμων Υγείας	ΌΧΙ	ARISE	ARIS platform	Με δείκτες (based on Markers), QRcodes	iOS	Η.Π.Α	tablets
5	Έκφραση και Συναισθήματα	ΝΑΙ	AR-based video modeling (VM) storybook (ARVMS)	Vuforia, Unity Extension Application Program Interface (API)	Χωρίς δείκτες	iOS, Android	Ταϊβάν	tablets
6	Γεωμετρία	ΝΑΙ	Aurasma	Aurasma app. (HP Reveal now)	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Ταϊβάν	smartphones, tablets
7	Φυσική	ΌΧΙ	-	Unity, Vuforia	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Κολομβία	smartphones, tablets, headphones
8	Εκμάθηση Αγγλικών	ΌΧΙ	"AR Flashcards Animals-Alphabet	-	Δεν αναφέρεται	iOS	Κουβέιτ	tablets
9	Εκμάθηση ξένων γλωσσών	ΌΧΙ	-	ARToolKit, PointCloud SDK,	Με δείκτες (based on Markers)	iOS	Ιαπωνία	smartphones, tablets
10	Πληροφορική	ΌΧΙ	-	Android Studio IDE, Eclipse IDE, Metaio SDK, Blender	marker-based image (QR code)	Android	Μαυρίκιος	smartphones
11	Εκπαιδευτικά παιχνίδια (καλλιέργεια λεξιλογίου)	ΌΧΙ	EMT educational magic toys (flash cards, match cards)	Metaio Creator Program	Με δείκτες (image-based AR), QRcodes	Δεν αναφέρεται	Τουρκία	desktop PCs, tablets
12	Ανατομία	ΌΧΙ	-	Kinect SDK, Bresenham algorithm,	Τεχνολογία υπέρθεσης, image-based algorithm	windows	Δεν αναφέρεται	laptop
13	Μηχανολογία	ΌΧΙ	-	Unity 3D, Vuforia, Qualcomm	Τεχνολογία υπέρθεσης, QRcodes	iOS, Android	Ρωσία	smartphones

14	Φυσική	ΌΧΙ	-	Aurasma App (HP Reveal now)	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Ρουμανία	smartphones
15	Μουσειακή Εκπαίδευση	ΌΧΙ	AR guide	3D WYSIWYG (CAD software), Vuforia, Autodesk 3ds Max,	Χωροευαίσθητη (τοποθεσία, πλοήγηση)	Δεν αναφέρεται	Ισπανία	smartphones, headphones
16	Ιστορία (πολιτιστική κληρονομιά)	ΌΧΙ	AR-MPN app	Junaio	Χωροευαίσθητη (τοποθεσία, πλοήγηση)	iOS	Χιλή	desktop PCs, tablets
17	Ανατομία	ΌΧΙ	-	Unity , Vuforia	Δεν αναφέρεται	Android	Αυστραλία	tablet
18	Περιβαλλοντική Εκπαίδευση	ΌΧΙ	EduPARK project	Unity, Vuforia	Με δείκτες (image-based) AR	Android	Πορτογαλία	tablets, smartphones
19	Δομική Ανάλυση (αρχιτεκτονική)	ΌΧΙ	AR book	ARToolkit, OpenGL ES 2.0,	Με δείκτες (based on Markers)	iOS	Η.Π.Α	tablets
20	Βιοχημεία	ΌΧΙ	Augmented Reality Metabolic Pathways (AR-MET)	Unity 3D, Vuforia	Δεν αναφέρεται	iOS, Android	Βραζιλία	-
21	Παραγωγή γραπτού λόγου	ΌΧΙ	AR-based writing support system	Aurasma app. (HP Reveal now)	Με δείκτες (based on Markers)	Android, iOS	Ταϊβάν	tablets
22	Χημεία	ΌΧΙ	AR Kimia Kit	Vuforia, Unity	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Μαλαισία	smartphones
23	Ανατομία	ΌΧΙ	AR NGT trainer	video 3D γραφικά, υβριδική προσέγγιση	Δεν αναφέρεται	iOS	Η.Π.Α	tablets
24	Αγγλικά	ΌΧΙ	AR Textbook	Vuforia	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Σαουδική Αραβία	tablets
25	Ψηφιακός γραμματισμός (καλλιέργεια δεξιοτήτων)	ΌΧΙ	AR project	HP Reveal software	Με δείκτες (based on Markers)	Android, iOS	Η.Π.Α	-
26	Φυσική	ΌΧΙ	-	Unity	Με δείκτες (image-based) AR	Δεν αναφέρεται	Ταϊβάν	tablets

27	Μηχανικός Σχεδιασμός	ΌΧΙ	-	Vuforia, Unity	Τεχνολογία υπέρβρασης	Android	Κίνα	smartphones
28	Μαθηματικά και λεξιλόγιο	ΌΧΙ	-	Extreme Programming (XP) methodology, Vuforia, Unity, Monodevelop using C#	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Περού	tablets
29	Εκμάθηση της γλώσσας Χίντι	ΝΑΙ	Augmented Sign Language Modeling (ASLM)	Unity, Vuforia Library	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Ινδία	smartphones
30	Βιολογία, Γεωγραφία, e-learning	ΝΑΙ (όχι όλο το δείγμα)	Supporting Ships in the Air, (Hunting Treasure-2nd game), ARBio, GeoAR	Metaio, Vuforia, Artoolkit, Maya, Unity,	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Ρουμανία	smartphone, tablet
31	Ανατομία	ΌΧΙ	AR Human Anatomy	Unity and Vuforia	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Ινδονησία	smartphones
32	Ανατομία	ΌΧΙ	Digital Anatomy (Digital Learning)	Google Sketchup, 3Ds Max 2011, ActionScript 3.0 & C#	Με δείκτες (based on Markers)	Windows XP	Ινδονησία	tablet, laptop,
33	Καλλιέργεια δεξιοτήτων	ΌΧΙ	Giok the Alien	Unity, Vuforia, Adobe Illustrator,	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Ιταλία	smart TV, tablet,
34	ΙΑτρική (υπέρηχοι) Υγεία	ΌΧΙ	"CAE Vimedix AR"	Unity, Vimedix software,	Τεχνολογία υπέρβρασης	windows	Η.Π.Α	AR headset "Hololens", "Vimedix TEE/TTE simulator"
35	Βιομηχανικός Σχεδιασμός & Γερμανικά	ΌΧΙ	VEDILS (framework) AR Assembly Manual App	MIT App Inventor, Vuforia SDK, OpenGL API	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Δεν αναφέρεται	smartphones

			WerBinch application					
36	Σχεδιασμός Προϊόντος	ΌΧΙ	-	Microsoft HoloLens software, Unity 3D, Computer Aided Design (CAD)software	Δεν αναφέρεται	Δεν αναφέρεται	Ελλάδα	AR glasses HoloLens
37	Γνωριμία με το πανεπιστήμιο	ΌΧΙ	IALO app	-	Δεν αναφέρεται	Δεν αναφέρεται	Φινλανδία	smartphones
38	Κατανόηση κειμένου	ΌΧΙ	-	Pawtoon software (animations), Aurasma software (now HP Reveal) , Air Droid app	Δεν αναφέρεται	Android	Τουρκία	διαδραστικός πίνακας, smartphone
39	Τ.Π.Ε., Ανατομία, Τέχνη	ΌΧΙ	-	Metaio Creator, Eclipse, Unity, Adobe photoshop, Unity	Με δείκτες (based on Markers)	iOS, Android	Ισπανία	tablets
40	Φυσική	ΌΧΙ	MotionAR	Unity, Vuforia Library,	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Φιλιππίνες	tablets
41	Φυσική	ΌΧΙ	FenAR	Unity and Vuforia	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Τουρκία	tablets
42	Ανατομία	ΌΧΙ	app in HoloLens ARglasses	Unity3D, Tensorflow library με Python, convolutional neural network (CNN), 3D key points detectors, 3D array, cloud computing	Δεν αναφέρεται	windows, Android	Κίνα	ARglasses
43	Γλώσσα	ΌΧΙ	ARToolKit-based Interactive Writing Board (IWB)	ARToolKit, Layered marker generation tool (LMGT)	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Πακιστάν	Διαδραστικός πίνακας
44	Μουσειακή Εκπαίδευση	ΌΧΙ	-	Qualcomm Vuforia, Unity3D, Google cardboard,	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Κύπρος	HMD, Leap Motion sensor,

								computer, smartphone
45	Μαθηματικά, Φυσικές επιστήμες, κοινωνικές επιστήμες, ξένη γλώσσα, ισπανική λογοτεχνία	ΌΧΙ	AR based 3P (Presage, Process and Product) Mode	Layar Creator (Blippar σήμερα)	Χωρίς δείκτες (markerless)	Δεν αναφέρεται	Ισπανία	tablets, smartphones
46	STEM	ΌΧΙ	GAIA project	Unity3D, GAIA AR tool, Sketchup, Zxing,	Με δείκτες (based on Markers), QRcodes	iOS	Ελλάδα	smartphones, tablets
47	Μουσειακή Εκπαίδευση	ΌΧΙ	REVEAL project	Unity 3D, bluetooth beacons	Χωροευαίσθητη (τοποθεσία, πλοήγηση)	Android	Αγγλία, Ιταλία	tablet, PlayStation VR, stereoscope
48	Εικαστικά	ΌΧΙ	WallaMe	-	Χωροευαίσθητη (τοποθεσία, πλοήγηση)	iOS, Android	Ισπανία	smartphones
49	Εκμάθηση τουρκικής γλώσσας	ΌΧΙ	-	Aurasma app. (HP Reveal now)	Με δείκτες (based on Markers), QRcodes	Δεν αναφέρεται	Τουρκία	smartphones
50	Ιατρική	ΌΧΙ	-	Metavision, Unity SDK, Google Cloud Speech-to-Text API	τεχνολογία υπέρθεσης	Δεν αναφέρεται	Η.Π.Α	Metavision's Meta 2 head- set (AR Head- sets)
51	Εκμάθηση Αγγλικών	ΝΑΙ	-	-	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Ινδία	smartphones
52	Μηχανικός Σχεδιασμός	ΌΧΙ	-	Diota software, 3DViaComposer	τεχνολογία υπέρθεσης	windows	Γαλλία	tablet, HoloLens glasses
53	Φυσική	ΌΧΙ	data-driven AR learning environments	RaspberryPi, a CAD model, Comsol MultiPhysics software, HoloLens,	τεχνολογία υπέρθεσης	Δεν αναφέρεται	Γερμανία	AR-HMD, HoloLens

54	Υφασματολογία, Ραπτική	ΌΧΙ	ITCVRAR	-	Με δείκτες (based on Markers)	Android, iOS	Χονγκ Κονγκ	smartphones
55	Εκμάθηση Αγγλικών	ΌΧΙ	AR-TO-KID	Vuforia, Unity software,	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Μαλαισία	smartphones
56	Ιστορία	ΌΧΙ	-	Visual Studio 2017, Unity, Vuforia,	Δεν αναφέρεται	Android	Σαουδική Αραβία	smartphones, laptop, desktop computer
57	Φυσική	ΌΧΙ	-	Unity3D, Vuforia,	Με δείκτες (based on Markers)	iOS	Γερμανία	tablets
58	Θρησκευτικά	ΟΧΙ	-	Vuforia, Qualcomm , Unity, Adobe Photoshop	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Ινδονησία	smartphones
59	Χημεία	ΝΑΙ (όχι όλο το δείγμα)	AR VR Molecules Editor app	-	-	Android	Χιλή	AR glasses
60	Μαθηματικά, Γλώσσα, Πληροφορική	ΌΧΙ	SLAC (Smart Learning Companion)	Unity 3D software	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Πακιστάν	smartphones, tablets
61	Στατιστική	ΌΧΙ	MantarayAR	Qualcomm's Vuforia programming software	Με δείκτες (image-based AR), QRcodes	iOS	Η.Π.Α	smartphones, tablets
62	Εκμάθηση Αγγλικών	ΌΧΙ	TeachAR	ARToolkit , Unity, Microsoft Kinect's	Με δείκτες (based on Markers)	Windows	Μαλαισία	desktop monitor, web camera, Kinect
63	Ιστορία	ΌΧΙ	-	Blippar, Blippbuilder	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Φιλιππίνες	smartphones
64	Χημεία	ΌΧΙ	AR Solvay escape game	Metaverse AR tool	Με δείκτες (based on Markers), QRcodes	iOS, Android	Γαλλία, Πορτογαλία	smartphones, tablets

65	Γεωμετρία	ΌΧΙ	ARLE geometry learning	Unity 3D, Vuforia SDK,	Με δείκτες (based on Markers)	iOS, Android	Ινδία	smartphone
66	Φυσική	ΌΧΙ	AR based experiment	Unity 3d software,	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Ινδία	-
67	Ανατομία	ΌΧΙ	GreyMapp-AR	ITK-SNAP software, Unity	Με δείκτες (based on Markers)	iOS, Android	Ολλανδία	tablets
68	Γεωμετρία	ΌΧΙ	ARGeo	Vuforia	Με δείκτες (image-based) AR	Android	Μεξικό	tablets
69	Ζωολογία (Περιβαλλοντική εκπαίδευση)	ΌΧΙ	-	Unity 3D ,Vuforia , Audacity, Inkscape	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Περου	φορητές συσκευές, computer
70	STEAM Education	ΌΧΙ	(STEAM-AR) project	Unity, Microsoft Visual Studio,	Χωροευαίσθητη	windows	Αγγλία	AR glasses Microsoft HoloLens
71	Ψηφιακή εργαλείο αφήγησης	ΟΧΙ	MγAR Julle	-	-	iOS, Android	Φινλανδία	tablets
72	Συναισθηματική νοημοσύνη	ΌΧΙ	EmoFind AR (MobileAR game)	Unity, Photon Unity Networking (PUN)2 package, AR SDK Placernote	Χωρίς δείκτες	iOS	Δεν αναφέρεται	smartphones
73	Χημεία	ΌΧΙ	ARChemistry Learning	Unity and Vuforia, Adobe Illustrator,	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Ρουμανία	smartphones, tablets
74	Ιατρική	ΌΧΙ	OST-AR PINATA	Unity 3D, Vuforia, Aryzon SDK	Με δείκτες (based on Markers), QRcodes	Android	Πορτογαλία	HMD (Aryzon headset), smartphone
75	Προσανατολισμός	ΌΧΙ	Aurasma app.	-	Δεν αναφέρεται	Δεν αναφέρεται	Ισπανία	smartphones
76	Γνωριμία με το εργαστήριο	ΌΧΙ	AR-LabOr	Java, Google's Firebase mobile platform, Google's ARCore platform	Χωροευαίσθητη (τοποθεσία)	Android	Νέα Ζηλανδία	smartphones

77	Περιβαλλοντική Εκπαίδευση	ΌΧΙ	N-Trail	Vuforia, Unity, Google Cloud Vision API, 3ds Max and Blender	Χωροευαίσθητη (τοποθεσία, πλοήγηση)	Android	Χονγκ Κονγκ	smartphones
78	STEM	ΌΧΙ	ARLongPole	Vuforia, Unity 3D, Blender	Με δείκτες (based on Markers)	Android	Μαλαισία	smartphones
79	Γεωμετρία	ΌΧΙ	Geo+	Vuforia, Unity, Geogebra,	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Ιταλία	tablets
80	Άλγεβρα	ΌΧΙ	Photomath app	-	Με δείκτες (based on Markers)	iOS, Android	Μαλαισία	smartphones
81	Τοπική ιστορία	ΌΧΙ	AR EduGame	-	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Ινδονησία	smartphones
82	Φυσική	ΌΧΙ	-	software application of HoloLens, Unity 3D, Vuforia	Με δείκτες (based on Markers)	Windows	Γερμανία	AR glasses Microsoft HoloLens
83	Εκμάθηση Αγγλικών	ΌΧΙ	QuiverVision app	-	Δεν αναφέρεται	iOS	Ταϊβάν	tablets
84	Εκμάθηση κινεζικής γλώσσας	ΌΧΙ	-	Vuforia	Με δείκτες (based on Markers)	Δεν αναφέρεται	Ταϊλάνδη	smartphones
85	Βιολογία	ΌΧΙ	ArBioLab	Autodesk 3ds Max, Unity3D, Vuforia SDK,	Με δείκτες (image-based) AR	Δεν αναφέρεται	Κίνα	smartphones

A/A	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	Αριθμός ατόμων που αξιολόγησαν και ειδικότητα	Δείκτες ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ αξιολόγησης	Δείκτες ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ Αξιολόγησης	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ /ΚΛΙΜΑΚΑ	ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ (validity)	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ (reliability)
1	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 εκπαιδευτές (καθηγητές φυσικής) 1 ερευνητής (για τις συνεντεύξεις των μαθητών & 2 καθηγητών)	-	(κλίμακα Likert) συνέντευξη	ερωτηματολόγιο που σχεδίασαν οι Joo and Wang (2013)	ΝΑΙ	ΝΑΙ (συντελεστής αξιοπιστίας του υπολογίστηκε σε 0,741 από τους Joo και Wang (2013)
2	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert) focus groups κριτήριο αξιολόγησης	Τα στοιχεία για την αξιολόγηση είναι από άλλη έρευνα στο πεδίο του σχεδιασμού (Nikolic et al. 2009)	ΟΧΙ	ΟΧΙ

3	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	ερωτηματολόγιο τεστ αξιολόγησης	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
4	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
5	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	1 θεραπευτής (με εμπειρία σε παι- διά με αυτισμό)	-	τεστ ερωτήσεων	-	"ΝΑΙ (ελέγχθηκε από ομάδα ειδικών και ο συντελεστής ήταν (0,83)	ΝΑΙ (έγινε πιλοτική μελέτη που αξιολογήθηκε από ειδικούς)
6	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	Ήταν παρών 1 ερευνητής	-	(κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
7	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλί- μακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
8	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 παρατηρητές	-	κάρτες παρατήρησης κριτήριο αξιολόγησης	-	ΟΧΙ	ΝΑΙ (Total card reliability 92,5 %) ΝΑΙ (κριτήριο αξιολόγησης συ- ντελεστής συσχέτισης 0.91)
9	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης ερωτηματολόγιο	Instructional Materials Motivational Survey IMMS (Keller, 1987)	ΝΑΙ	ΟΧΙ
10	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	-	-	-	-
11	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	1 (ερευνητρια)με ειδικότητα στο τμήμα Computer Education	-	(κλίμακα Likert) παρατήρηση συνέντευξη	4 από τα 11 στοιχεία της κλίμακας από την έρευνα του Teo (2009)&η φόρμα παρα- τήρησης σχεδιάστηκε σύμφωνα με τους	ΟΧΙ	ΝΑΙ ((οι αναλύσεις αξιοπιστίας προσδιορίστηκαν &η τιμή Alpha του Cronbach ήταν 0,81 για αυ- τήν τη μελέτη)

					Cheng and Tsai (2014b)		
12	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ(1η φάση) ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ (2η φάση)	-	διαδικασία βαθμονόμησης (Kinect, MRI data)	ερωτηματολόγιο (κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
13	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
14	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert) παρατήρηση	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
15	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	ερωτηματολόγιο (κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
16	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	12 ερευνητές αξιολόγησαν τις ερωτήσεις του κριτηρίου αξιολόγησης	-	συνέντευξη κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert)	(Favier & van der Schee, 2012) για τις ερωτήσεις της κλίμακας	ΟΧΙ	ΝΑΙ (ο δείκτης αξιοπιστίας υπολογίστηκε σε 0.765)
17	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert) κριτήριο αξιολόγησης	Ames et al., 2005 & άλλες ερωτήσεις από Hu et al., 2009	ΟΧΙ	ΟΧΙ
18	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	focus groups ερωτηματολόγιο	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
19	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert)	η κλίμακα (Wojciechowski & Cellary)	ΟΧΙ	ΟΧΙ
20	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	η εφαρμογή καταγράφει την επιτυχία/αποτυχία στις ερωτήσεις	-	-	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ
21	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 ερευνητές & 2 δάσκαλοι	-	συνέντευξη focus group	-	ΟΧΙ	ΝΑΙ

				(κλίμακα Likert)			
22	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης παρατήρηση ερωτηματολόγιο & συνέντευξη	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
23	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	(expert faculty) αξιολόγησε την λίστα ελέγχου	-	κλίμακα Likert (για λίστα ελέγχου)	(Rochlen, Levine, & Tait, 2017) η λίστα	ΝΑΙ (Η λίστα ελέγχου αναπτύχθηκε & αξιολογήθηκε για την εγκυρότητά της από ειδικούς)	ΝΑΙ (0.95)
24	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	1 δάσκαλος Δημοτικού 1 ειδικός HCI (Human-Computer Interaction) & 1 καθηγητής Πανεπιστημίου (ψυχολόγος)	-	focus groups	-	Focus group	Focus group
25	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	1 ερευνητής	-	focus group	-	Focus group	Focus group
26	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 δάσκαλοι φυσικής αξιολόγησαν το κριτήριο αξιολόγησης	-	κριτήριο αξιολόγησης συνέντευξη 4ερωτηματολόγιο με (κλίμακα Likert)	Ερωτηματολόγια από : 1) Keller (2010), 2) Chai, Deng, Tsai, Koh, and Tsai (2015), 3) Wang and Lin (2007), 4) Hwang, Yang, and Wang (2013)	ΝΑΙ	ΝΑΙ (1ο Cronbach's alpha=0.90, 2ο Cronbach's alpha value= 0.71, 3ο Cronbach's alpha=0.82, 4ο Cronbach's alpha values= 0.97 and 0.88
27	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	ερωτηματολόγιο	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
28	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	παρατήρηση	-	παρατήρηση	παρατήρηση
29	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	οι ερευνητές	-	παρατήρηση	-	παρατήρηση	παρατήρηση

30	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	1 ειδικός της ειδικής αγωγής στη 1 εφαρμογή	-	συνέντευξη (κλίμακα Likert) παρατήρηση	QUIS (The Questionnaire for User Interaction Satisfaction)	ΝΑΙ	ΝΑΙ
31	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert)	(Tiaw D., 2013), (Huang HM, 2010), (Höllerer et al., 2004)	ΟΧΙ	ΟΧΙ
32	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert) (SUS)	System Usability Scale (SUS)	ΝΑΙ	ΝΑΙ
33	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 ψυχολόγοι	-	παρατήρηση (με κλίμακα Likert (ψυχολόγοι την απάντησαν) ερωτηματολόγιο (δάσκαλοι & ψυχολόγοι το συμπλήρωσαν)	-	ΟΧΙ	ΝΑΙ (έχουν κάνει στατιστικό έλεγχο και το επιβεβαίωσαν)
34	-	-	-	-	-	-	-
35	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	online έρευνα(κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
36	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	Δεν αναφέρεται αριθμός. Μαζί με τους φοιτητές υπήρχε στο εργαστήριο και 1 εποπτική ομάδα	Η ίδια η εφαρμογή επιτρέπει την αξιολόγηση του σχεδίου	-	-	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ
37	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 ερευνητές	-	(κλίμακα Likert) συνέντευξη	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
38	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 ερευνητές	-	συνέντευξη κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert)	Το κριτήριο από τον Acat (1996). Η κλίμακα για AR applications, δημιουργήθηκε από Kucuk, Yilmaz, Baydas, and Goktas (2014a).	ΝΑΙ	ΝΑΙ (0.83)

39	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	οι ερευνητές	-	(κλίμακα Likert) κριτήριο αξιολόγησης	Instructional Material Motivational Survey (IMMS), developed by Keller (2010)	ΝΑΙ	ΝΑΙ
40	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	29 εκπαιδευτικοί	-	(κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
41	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	συνέντευξη κρι- τήριο αξιολόγησης (κλί- μακα Likert)	Η κλίμακα αναπτύ- χθηκε από τους ερευ- νητές	ΟΧΙ	ΟΧΙ
42	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	το σύστημα αξιο- λογεί τις χειρονο- μίες	-	-	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ
43	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 ερευνητές	-	(κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
44	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	Η εφαρμογή αξιολογήθηκε από άλ- λους ερευνητές & υπεύθυνους μου- σείων	-	ερωτηματολόγιο (κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
45	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	3 ειδικοί στην ΕΠ αξιολόγησαν την κλίμακα	-	(κλίμακα Likert)	Δημιουργήθηκε από ει- δικούς	ΟΧΙ	ΟΧΙ
46	-	-	-	-	-	-	-
47	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	1ερευνητής	-	ερωτηματολόγιο παρατήρηση	(Soranzo et al., 2018)	ΟΧΙ	ΟΧΙ
48	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
49	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	4 ερευνητές&2 γλωσσολόγοι αξιο- λόγησαν το κριτήριο	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert)	Instructional Material Motivation Survey de- veloped by Keller (1987)	ΝΑΙ	ΝΑΙ (Ο συντελεστής αξιοπιστίας ήταν (Cronbach Alpha) 0,83 για το σύνολο της έρευνας

50	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	9ερευνητές (, 8 με computer science υπόβαθρο& 1 με ιατρικό background)	-	-	-	-	-
51	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	παρατήρηση(μαθητών) ερωτηματολόγιο (για γονείς &δασκάλους)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
52	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	ερωτηματολόγιο	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
53	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	1 ερευνητής (φυσικός)	-	συνέντευξη	-	συνέντευξη	συνέντευξη
54	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert) κριτήριο αξιολόγησης	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
55	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα smiley Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
56	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
57	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert)	System Usability Scale (SUS; Brooke, 1996)	ΝΑΙ	ΝΑΙ -
58	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	ερωτηματολόγιο	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
59	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης MSAR (motivation scale) SoASESS (acceptance scale)	Instructional Material Motivational Survey (IMMS) Keller (2010) &Scale of Acceptance of the Use of AR (SoA-SESS)	ΝΑΙ	ΝΑΙ (Motivation Scale of technology Cronbach's α = 0.76. SoASESS Cronbach's α = 0.90)
60	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert) συνέντευξη	General Information Questionnaire	ΟΧΙ	ΟΧΙ
61	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert) (οι ερωτήσεις δημιουργήθηκαν από τον ερευνητή στο θέμα της αντίληψης για τη συνεργασία	Η κλίμακα του O'Brien and Toms (2010) τροποποιήθηκε και προσαρμόστηκε στην έρευνα.	ΟΧΙ	Ναι (συντελεστής αξιοπιστίας 0.83)

62	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	οι ερευνητές	-	κριτήριο αξιολόγησης παρατήρηση (κλίμακα Likert) συνέντευξη	Κλίμακα από Intrinsic Motivation Inventory (IMI) (Plant and Ryan, 1985) & για την αξιολόγηση της ευχαρίστησης the Smileyometer (Read et al., 2002)	ΟΧΙ	ΟΧΙ
63	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	1 ερευνητής	-	(κλίμακα Likert)	System Usability Scale (SUS)	ΝΑΙ	ΝΑΙ
64	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	-	-	-	-
65	-	-	-	-	-	-	-
66	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης συνέντευξη ερωτηματολόγιο	QUIS (Questionnaire for User Interaction Satisfaction)	ΝΑΙ	ΝΑΙ
67	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 ερευνητές	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert) συνέντευξη	Kooloos et al. (2014) για το κριτήριο & Instructional Measure of Motivation Survey (IMMS) Keller, 1987, 2010)	ΝΑΙ	ΝΑΙ
68	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert)	IMMS survey (Keller, 1987)	ΝΑΙ	ΝΑΙ
69	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	3 μηχανικοί, 2 δάσκαλοι, 1 ψυχολόγος, 4 βοηθοί δασκάλου	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert)	SUS (System Usability Scale) ISO 9241-11	ΝΑΙ	ΝΑΙ
70	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	παρατήρηση συνέντευξη ερωτηματολόγιο	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ

71	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	οι ερευνητές	-	παρατήρηση συνέντευξη	-	παρατήρηση	παρατήρηση
72	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 ερευνητές	-	(κλίμακα Likert) παρατήρηση	usability evaluation/USE (Lund, 2001) & game experience evaluation PIFF ερωτηματολόγια (Takatalo, Hakkinen, Kaistinen, & Nyman, 2010) & template παρατήρησης (Mayer et al., 1999) & για τη συνεργασία στο παιχνίδι κλίμακα από (Meier, Sprada, & Rummel, 2007)	NAI (συντελεστής εγκυρότητας validity Kappa Index test χρησιμοποιήθηκε για να μετρήσει το βαθμό συμφωνίας των 2 ερευνητών. The values 0.87 & 0.68)	OXI
73	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert)	QUIS (The Questionnaire for User Interaction Satisfaction)	NAI	NAI
74	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	συνέντευξη (κλίμακα Likert)	System Usability Scale (SUS) (Brooke et al., 1996). Perceived workload using the NASA task load index (NASA-TLX) assessment tool (NASA, 2020)	NAI	NAI

75	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert)	-	NAI (K=0.89, W=0.87)	NAI (Cronbach's alpha (α) (0.89) and McDonald's omega method (0.88), δίνουν τελική αξιοπιστία (0.83)
76	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2ερευνητές	-	(κλίμακα Likert)	-	OXI	OXI
77	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert)	-	OXI	NAI
78	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	ερωτηματολόγια παρατήρηση συνέντευξη (με ειδικό καθηγητή)	-	OXI	OXI
79	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	2 ερευνητές (Human-Computer Interaction (HCI)	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert) παρατήρηση	NASA-TLX questionnaire, User Engagement Scale, τα κριτήρια αξιολογήθηκαν από τους δασκάλους	NAI	NAI (α> .80)
80	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert)	-	OXI	NAI (Cronbach Alpha > 0.7)
81	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	ερωτηματολόγιο	-	OXI	OXI
82	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	(κλίμακα Likert)	Conceptual knowledge test, developed by Thornton and Sokoloff. (2001).Cognitive load scale by Leppink, Paas, Van der Vleuten, Van Gog, and van Merrienboer (2013, 2014). Usability scale (SUS) developed by Brooke (1986	NAI	NAI (αICL ¼ :70, αGCL ¼ :86)

83	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert) συνέντευξη	"Instructional Materials Motivation Survey proposed by Keller (1987)	ΝΑΙ	ΝΑΙ (A=0.82)
84	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	-	κριτήριο αξιολόγησης (κλίμακα Likert)	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ
85	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ	-	Το σύστημα παρέχει άμεση ανατροφοδότηση.	-	-	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

A/A	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ ΤΟΜΕΙΣ ΠΟΥ ΕΝΙΣΧΥΣΕ Η ΕΠ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	Σχεδιαστές εφαρμογής	Αξιολογήθηκε η ευχρηστία της εφαρμογής	περιορισμοί και εμπόδια σε σχέση με την εφαρμογή	Διάρκεια παρέμβασης με τη χρήση της εφαρμογής	Μελλοντικά βήματα
1	Θετική προδιάθεση, Αλληλεπίδραση	76	ερευνητής που χρησιμοποιεί το Metaio Creator program	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	5 εβδομάδες	-
2	Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη μη χρήση ΕΠ	108	Δεν αναφέρονται	ΝΑΙ	Σταθερή υλική βιβλιοθήκη, προκαθορισμένα κομμάτια γεωμετρίας τοίχων κ.α. περιορίζουν την ελευθερία σχεδίασης ενός χρήστη	3 εξάμηνα	η διεύρυνση των καλυπτόμενων βιώσιμων θεμάτων
3	Θετική προδιάθεση	50	Δεν αναφέρονται	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	12 εβδομάδες	-
4	-	32 επαγγελματίες	Δεν αναφέρονται	ΝΑΙ	Ανησυχίες σχετικά με την ασαφή πλοήγηση και την έλλειψη προτροπών	Δεν αναφέρεται	δοκιμή και σε άλλους τομείς
5	Κινητοποίηση, Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	6	οι συγγραφείς	ΟΧΙ	Δεν αναφέρονται	4 εβδομάδες	η ενίσχυση της αναγνώρισης των μη λεκτικών συναισθημάτων στους εφήβους

6	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση) , Αυτονομία	21	8 δάσκαλοι ειδικής αγωγής (ετοίμασαν τα βίντεο & το υλικό για την επαύξηση)	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	-
7	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	41	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	10 λεπτά	Ανάπτυξη & χρήση της εφαρμογής για όλη την ύλη του μαθήματος καθώς & ενσωμάτωση της εφαρμογής στο ΑΠΣ
8	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση) , Αλληλεπίδραση,	42	App Store	ΝΑΙ	Περιορισμοί ως προς το λειτουργικό σύστημα των συσκευών που αξιοποιήθηκαν (iPads) καθώς η εφαρμογή έτρεχε μόνο σε Apple συσκευές	20 λεπτά	οι ερευνητές παροτρύνουν για έρευνα στις εφαρμογές ΕΠ στην εκπαίδευση σε όλες τις βαθμίδες
9	Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη μη χρήση ΕΠ	45 ενήλικες	οι συγγραφείς (όλοι ακαδημαϊκοί με σπουδές στην Πληροφορική)	ΝΑΙ	η χρήση ελαφρύτερων συσκευών θα διευκόλυνε τους χρήστες που ανέφεραν ενοχλήσεις	10-15 λεπτά	η έρευνα να εφαρμοστεί σε μεγάλο δείγμα
10	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση) , αυτονομία	25	οι συγγραφείς (όλοι ακαδημαϊκοί από το τμήμα Computer Science and Engineering Department)	ΝΑΙ	Δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν video mp4. Για επικαλύψεις γραφικών η εφαρμογή δεχόταν μόνο συγκεκριμένα ήδη αρχείων	Δεν αναφέρεται	να δημιουργηθεί εφαρμογή που θα βασίζεται στη τοποθεσία του χρήστη & να προστεθούν επαυξήσεις με 3D αντικείμενα
11	Ενθουσιασμός	33 παιδιά, 30 δάσκαλοι	Δεν αναφέρονται	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	25 λεπτά	χρήση των έξυπνων γυαλιών και εφαρμογή των παιχνιδιών σε άλλες ηλικίες & νέα μαθήματα

12	Ικανοποίηση, Αλληλεπίδραση	20 ενήλικες	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Βρέθηκαν σφάλματα μεταξύ των 3D δεδομένων & των δεδομένων μαγνητικής τομογραφίας. Δεν μπορούσαν να διορθωθούν λάθη στον προσανατολισμό των οστών	Δεν αναφέρεται	σχεδιασμός ενός συστήματος που θα διαβάζει σε πραγματικό χρόνο χρωματιστούς χάρτες
13	Θετική προδιάθεση, Κινητοποίηση	24	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	-
14	θετική προδιάθεση	22 φοιτητές (προπτυχιακοί δάσκαλοι)	οι ίδιοι οι φοιτητές (ετοίμασαν το επαυξημένο περιεχόμενο)	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	2 χρόνια	-
15	Αλληλεπίδραση	122 επισκέπτες	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	παράπονα χρηστών για τα ακουστικά, τον ήχο και τον συγχρονισμό του ήχου με την επαυξημένη σκηνή	1 μήνα η πρώτη δοκιμή που περιγράφεται	-
16	Θετική προδιάθεση, Αλληλεπίδραση	143 μαθητές 3 δάσκα+5 μαθητές (συνέντευξη)	Δεν αναφέρονται	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	η αναπαραγωγή της εμπειρίας στην τριτοβάθμια ή την άτυπη εκπαίδευση με αξιόπιστα κριτήρια αξιολόγησης
17	Αλληλεπίδραση, Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	17	οι συγγραφείς (καθηγητές στον τομέα Επιστήμες Υγείας)	ΝΑΙ	δυσκολίες στην κατανόηση θέσης μια ανατομικής δομής σε 3D χώρο και δυσκολίες συγκέντρωσης των εκπαιδευομένων	10 λεπτά	έρευνα σε μεταπτυχιακούς φοιτητές και σε πιο σύνθετα project
18	Ενθουσιασμός, Αλληλεπίδραση, Θετική προδιάθεση	74	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Αναφέρονται ορισμένα τεχνικά ζητήματα που	2 φορές σε 1 εβδομάδα	ανάπτυξη εφαρμογής για αστικό πάρκο χωρίς δείκτες

					σχετίζονται με την αναγνώριση των δεικτών		
19	Δεν παρατήρηθηκαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη μη χρήση ΕΠ	41	οι συγγραφείς (από τμήματα Πολιτικών μηχανικών, μηχανολόγων μηχανικών,	ΝΑΙ	Ο σχεδιασμός της διεπαφής δημιούργησε προβλήματα στους μαθητές. Κάποιοι απλά έπαιξαν με την εφαρμογή & άλλοι δεν ήξεραν πως να περιηγηθούν. Η εφαρμογή ενδείκνυται μόνο για tablet όχι για smartphone	Δεν αναφέρεται	Επανασχεδιασμός της εφαρμογής με συνδυασμό την αλληλεπίδραση της διεπαφής με άμεση ανατροφοδότηση
20	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση) , θετική προδιάθεση	88 ομάδες φοιτητών από 3 πανεπιστήμια	οι συγγραφείς	ΌΧΙ	Οι φοιτητές δυσκολεύτηκαν να κατανοήσουν τη διαδικασία αντίδρασης ενός προϊόντος	15 λεπτά&15 δευτερόλεπτα	-
21	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση) , καλύτερη επίδοση	30μαθητές και 21 δάσκαλοι	καθηγητής Πληροφορικής-Τεχνολογίας/οι δάσκαλοι σχεδίασαν το θεωρητικό κομμάτι	ΝΑΙ	Οι πληροφορίες ΕΠ εξαφνίζονταν από την οθόνη όταν η κάμερα απομακρύνονταν από τους δείκτες.	15 λεπτά	διεύρυνση του συστήματος ΕΠ για διάφορα θέματα γραφής& εφαρμογή του σε μικρότερες τάξεις
22	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση) , Θετική προδιάθεση	25	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	-
23	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	69	εταιρεία (the anatomy-augmented procedure training video for NGT insertion was developed by an outside company)	ΝΑΙ	Αναφέρθηκε ότι ο ρυθμός σε κάποια video ήταν πολύ αργός και κάποιες ερωτήσεις θεωρήθηκαν περιττές	20-25 λεπτά	-

24	Αλληλεπίδραση, Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση), Συνεργασία	9	μαθητές, 1 δάσκαλος, 1 καθηγητής πανεπιστημίου Παιδικής Ψυχολογίας, 1 HCI expert	ΝΑΙ	Η μέθοδος συνεδριασμού έχει περιορισμούς ως προς τη διαχείριση του χρόνου και των προσπαθειών	Δεν αναφέρεται	Σε επόμενη έρευνα να κατανεμηθεί μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στην όλη διαδικασία
25	Θετική προδιάθεση	-	μαθητές (επαυξημένο υλικό)	ΌΧΙ	Οι μαθητές ήθελαν να έχουν μεγαλύτερο έλεγχο στα επαυξημένα στοιχεία, όπως να κάνουν zoom, να αλλάζουν την κίση κ.α. Οι λειτουργίες αυτές δεν ήταν διαθέσιμες.	Δεν αναφέρεται	μελλοντική έρευνα θα εξετάσει την εξοικείωση των μαθητών με την ΕΠ σε νέο έργο
26	Κινητοποίηση, Συνεργασία, Κριτική σκέψη	111	Δεν αναφέρονται	ΝΑΙ	Εφαρμογές όπως η συγκεκριμένη που βασίζεται σε εικόνα (imaged based AR) μπορεί να παρουσιάσουν αστοχίες εξαιτίας άλλων παραγόντων (φως, γωνία που κρατά κπ την κάμερα)	2 εβδομάδες (105 λεπτά+105)	Σε επόμενη έρευνα θα δοκιμάσουν την εφαρμογή σε άλλα μαθήματα βάζοντας τους μαθητές να συνεργαστούν
27	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	70	οι συγγραφείς (καθηγητές με ενδιαφέροντα σε: digital media, 3-dimensional art, Augmented reality and virtual reality/digital rights mandigital watermarking, multimedia and network security, and signal processing/data analysis, algorithm development and user experience	ΌΧΙ	Δεν αναφέρονται	18 εβδομάδες (72 διδακ. ώρες)	Δημιουργία σταθερής ομάδας ανάπτυξης συστημάτων διδασκαλίας AR, διερευνώντας βιομηχανοποιημένα μοντέλα, επιδείξεις & εφαρμογές & βελτίωση του μηχανισμού αξιολόγησης του διδακτικού αποτελέσματος

28	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	10	οι συγγραφείς	NAI (white box technique)	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	-
29	Κινητοποίηση, ενθουσιασμός,	10 μαθητές 2 δάσκαλοι	οι συγγραφείς	NAI	Οι μαθητές αρχικά μπερδεύτηκαν βλέποντας το 3D χέρι στην εφαρμογή. Οι δάσκαλοι σημείωσαν ότι η οθόνη του κινητού θα βοηθούσε να ήταν μεγαλύτερη.	10 έως 15 λεπτά	Σχεδιασμός & χρήση ενός πλήρους ανθρώπινου ειδώλου στο μέλλον όπου θα μεγεθύνεται αργά στο χέρι για να δίνει στα παιδιά μια καλύτερη οπτική γωνία των χειρονομιών του χεριού.
30	Αλληλεπίδραση, Κινητοποίηση, Ενθουσιασμός,	12 παιδιά, 6 καθηγητές	Οι συγγραφείς	NAI	Η εφαρμογή ARBio αποκλείστηκε όταν χρησιμοποιήθηκαν πολλοί δείκτες ταυτόχρονα & αναπαράγονταν ταυτόχρονα αρχεία ήχου	1 μέρα	Εισαγωγή 1στοιχείου στις εφαρμογές που βασίζεται στην Alexa της Amazon για την αξιολόγηση των μαθητών.
31	Αλληλεπίδραση, Θετική προδιάθεση	30 φοιτητές, 30 μαθ.	οι συγγραφείς	NAI	Αναφέρθηκαν δυσκολίες στην ανάγνωση του περιεχομένου λόγω του μεγέθους της γραμματοσειράς. Ως προς τη διεπαφή του χρήστη η αξιολόγηση έδειξε ότι προκαλούσε μπερδεύματα στους χρήστες.	Δεν αναφέρεται	Να γίνουν βελτιώσεις στην εφαρμογή παρέχοντας περισσότερες οδηγίες στους αρχάριους χρήστες
32	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση), Κινητοποίηση,	48	οι συγγραφείς	NAI	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	Η αλληλεπίδραση επιλογή μενού να μπορεί να γίνει χωρίς δείκτες. Να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή και σε άλλα πεδία

33	Κινητοποίηση,	25	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	30 λεπτά	"Περαιτέρω μελέτη που θα ελέγχει τον αντίκτυπο της εφαρμογής σε
34	-	-	οι συγγραφείς	ΟΧΙ	Η τεχνολογία AR δεν είναι διαθέσιμη σε όλους τους προσομοιωτές της και είναι δαπανηρή η απόκτηση της. Είναι διαθέσιμη μόνο με wifi	Δεν αναφέρεται	παιδιά με νευροαναπτυξιακές διαταραχές, παιδιά πρόωρου τοκετού ή άλλους ευάλωτους πληθυσμούς, συμπεριλαμβανομένων
35	Θετική προδιάθεση,	47 καθηγητές 74 φοιτητές	(το εργαλείο VEDIL σχεδιάστηκε από τη Google & διατηρείται από το MIT) οι συμμετέχοντες (Καθηγητές βιομηχανικού σχεδιασμού & καθηγητές Γερμανικών) δημιούργησαν 2 δικές τους εφαρμογές μέσω του DEVIL.	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	15λεπτά	παιδιά από οικογένειες μεταναστών, εθνοτικές μειονότητες ή χαμηλά περιβάλλοντα."
36	Αλληλεπίδραση, Κινητοποίηση	-	οι συγγραφείς	ΌΧΙ	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	χρήση για εξ αποστάσεως διδασκαλία με ενσωμάτωση προσομοιωτών
37	Θετική προδιάθεση	12	Δεν αναφέρονται	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	"αναγνώριση χειρονομιών & εγκεφαλικής δραστηριότητας με συσκευές όπως Leap Motion
38	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση) , Θετική προδιάθεση	89	2 συγγραφείς (καθηγητές πανεπιστημίου : με ενδιαφέροντα σε computer-based instruction, AR in education, 3D, virtual worlds,	ΝΑΙ	Η εφαρμογή ήταν δύσκολο να τρέξει στον διαδραστικό πίνακα. Οι δυσκολίες σύνδεσης στο ίντερνετ έκαναν πιο αργή την εφαρμογή	3 εβδομάδες (120λεπτά/3h μάθημα)	and EMOTIV Eproct"

			instructional design, and research methods.&σχεδιαστής εκπαιδευτικών συστημάτων(The latest version of the AR materials was controlled by an instructional designer)		&επηρέαζαν κάποιες ρυθμίσεις του πίνακα. Οι συνθήκες φωτισμού επίσης καθιστούν τον διαδραστικό πίνακα μη λειτουργικό πάντα.		
39	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	372	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	Στόχος ο σχεδιασμός μιας συνεργατικής πλατφόρμας όπου πολλοί χρήστες χρησιμοποιώντας ΕΠ θα μπορούν να αξιολογούν τον σχεδιασμό ενός προϊόντος
40	Θετική προδιάθεση	29 εκπαιδευτικοί	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	15 λεπτά	Βελτιώσεις στον σχεδιασμό διεπαφής του χρήστη με την εφαρμογή χρησιμοποιώντας Unity
41	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση) , Θετική προδιάθεση	91	ερευνητές που χρησιμοποιούν Unity 3D platform (game engine) και Vuforia SDK	ΝΑΙ	Οι μαθητές είχαν προβλήματα στάσης του σώματος & κουράστηκαν μετά τη χρήση της ΕΠ κρατώντας το tablet στις κάρτες σήμανσης για μεγάλο χρονικό διάστημα.	11 εβδομάδες (5 έως 9 h/εβδ)	Έρευνα σε άλλες τάξεις & σε άλλα γνωστικά αντικείμενα με τη χρήση AR γυαλιών, smartphones, tablets
42	-	-	Δεν αναφέρονται	ΌΧΙ	Σε περιπτώσεις χειραψίας ή ταχείας κίνησης, το νευρικό δίκτυο δεν μπορούσε να αναγνωρίσει καλά τις χειρονομίες	Δεν αναφέρεται	"Μελλοντική έρευνα διευρύνοντας το δείγμα είτε σχεδιάζοντας

43	Θετική προδιάθεση, Κινητοποίηση, Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	60 μαθητές 20 δάσκαλοι	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Η χρήση μιας μόνο κάμερας από τον διαδραστικό δεν υποστηρίζει μεγάλες ομάδων χρηστών. Επίσης το τρέχον σύστημα χρησιμοποιείται μόνο για τη διδασκαλία μεμονωμένων χαρακτήρων.	Δεν αναφέρεται	το δείγμα σύμφωνα με άλλο μεθοδολογικό μοντέλο. "
44	Θετική προδιάθεση, Αλληλεπίδραση, Κινητοποίηση	>500 στα πλαίσια φεστιβάλ και 60 επισκέπτες του μουσείου	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Η εφαρμογή του συστήματος ήταν προβληματική στην αρχή (η αναγκαιότητα για ίντερνετ ήταν ένας από τους λόγους & η κακή ποιότητα ΗΜD). Προβλήματα με την εικόνα.	30 δευτ. αλληλεπίδρασης για κάθε μαθητή(στα πλαίσια επίσκεψης στο φεστιβάλ) και 5 έως 15 λεπ. κάθε επισκέπτης στο μουσείο	Μελλοντικά η εφαρμογή θα περιλαμβάνει αλλαγές διεπαφής (όπως παύση της κάμερας μετά τη συλλογή δεδομένων)&εξομάλυνση δεδομένων (αλλαγή της συχνότητας δειγματοληψίας)
45	Θετική προδιάθεση, Κινητοποίηση	106 μαθητές	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	1 φορά (15 λεπτά)	Σχεδιασμός εφαρμογής χωρίς δείκτες. Χρήση εξοπλισμού για AR, ΗΜD) για μεγαλύτερη προσβασιμότητα σε μαθητές με ιδιαιτερότητες.
46	-	-	οι συγγραφείς	ΌΧΙ	Απαιτείται καλός φωτισμός για τη λειτουργία του συστήματος ΕΠ, διαφορετικά η εφαρμογή παρερμηνεύει τον πραγματικό κόσμο & σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να αναγνωρίσει την ίδια ετικέτα QR 2 φορές & να την ερμηνεύσει ως	Δεν αναφέρεται	Μελλοντικά σχέδια για βελτίωση αυτής της μεθόδου

					2 ξεχωριστές ετικέτες (που μπορούν να οδηγήσουν σε προβλήματα με την πραγματική αναγνώριση επιφάνειας)		
47	Θετική προδιάθεση	20	καθηγητές πανεπιστημίου (όλοι επαγγελματίες στον σχεδιασμό παιχνιδιών)	NAI	Οι παρατηρήσεις έδειξαν ότι δεν ήταν εύκολο για τους συμμετέχοντες να τοποθετήσουν την προβολή στο tablet με τον τρόπο που ήθελαν καθώς η οθόνη ήταν πολύ ευαίσθητη & η σκηνή κινούνταν γρήγορα κάτω από την αφή.	2 μέρες	Χρήση της έννοιας των επι-στρωμένων δεικτών για αλληλεπίδραση με διαφορετικά αντικείμενα 3D στον πίνακα.
48	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση), Ενθουσιασμός	91	Play Store, App Store	NAI	Δεν αναφέρονται	5 συνεδρίες	Η εφαρμογή να είναι προσιτή σε όλους κατεβάζοντας την από κάποιο ηλεκτρονικό κατάστημα
49	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση), Θετική προδιάθεση, Ενθουσιασμός	50	οι συγγραφείς	NAI	Δεν αναφέρονται	6 εβδομάδες (24 ώρες)	μελέτη της αλληλεπίδρασης της προετοιμασίας, της διαδικασίας & των μεταβλητών του μοντέλου 3P για να δουν πώς επηρεάζουν την αντιληπτή αποδοχή & την ακαδημαϊκή απόδοση.
50	Παρατηρήθηκαν δυσκολίες & περιορισμοί στην πιλοτική εφαρμογή	9	οι συγγραφείς	NAI	Η αλληλεπίδραση με τα χειριστήρια κοντά στην περιφερειακή ζώνη όρασης βρέθηκε δύσκολη. Οι χρήστες	Δεν αναφέρεται	Περαιτέρω ανάπτυξη του συστήματος & αξιολόγηση της χρήσης του μέσα στην τάξη κατά τη διάρκεια

					δυσκολεύτηκαν να αλληλο-επιδράσουν με χειρονομίες. Επίσης ο τρόπος με τον οποίο ένας χρήστης φορά το ακουστικό επηρεάζει ελαφρώς τις δυνατότητες του & την αλληλεπίδραση του ακουστικού στην περιφέρεια.		πραγματικών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων
51	Θετική προδιάθεση, Κινητοποίηση, Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	8 μαθητές	Δεν αναφέρονται	ΌΧΙ	Δεν αναφέρονται	50 λεπτά	-
52	Κινητοποίηση	59	Δεν αναφέρονται	ΌΧΙ	Το οπτικό πεδίο περιορίζεται με τα Hololens. Τα γυαλιά πρέπει να προσαρμοστούν σωστά μπροστά στα μάτια. Το κεφάλι κινείται περισσότερο από τα μάτια.	3 ώρες στη διάθεση τους	-
53	Θετική προδιάθεση, Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	8	οι συγγραφείς	ΌΧΙ	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	Έρευνα με μεγαλύτερο δείγμα, με παρατήρηση, συνέντευξη και άλλα εργαλεία έρευνας.
54	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση), Κινητοποίηση	46	δημιουργήθηκε από το πανεπιστήμιο Textiles & Clothing of The Hong Kong Polytechnic Univ.	ΝΑΙ	Οι μαθητές αισθάνθηκαν ότι υπήρχε χώρος για τη βελτίωση των βίντεο, όπως η προσθήκη υπότιτλων & η μείωση της ταχύτητας του. Επίσης ανέφεραν	1 μέρα	Να γίνει μια εμπειρισταμένη αξιολόγηση με ένα ευρύτερο κοινό, συμπεριλαμβανομένης της δοκιμής με πραγματικούς φοιτητές ιατρικής κατά τη διάρκεια πραγματικών μελετών.

					προβλήματα με τη σταθερότητα της κάμερας		
55	Κινητοποίηση	13	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Η εφαρμογή εκτελεί την προφορά με τη βρετανική προφορά. Εάν ο χρήστης λείπει τη λέξη με αμερικανική προφορά ή μαλαισιανή, η εφαρμογή ενδέχεται να έχει προβλήματα. Επίσης, εάν είναι θορυβώδες το περιβάλλον, η εφαρμογή θα δυσκολευτεί να εντοπίσει τη φωνή του χρήστη.	15 λεπτά	-
56	Κινητοποίηση	40 μαθ.	οι συγγραφείς οι οποίοι ασχολούνται με (1ος web-based Educational Systems, E-business, leadership's studies, information security and Data Integrity, E-Learning, Education, and Machine Learning, 2ος Educational Technology, E-learning, Information Security and Data Integrity, 3ος software engineering, requirements engineering, software security and	ΌΧΙ	Δεν έχει ελεγχθεί η καταλληλότητα της εφαρμογής για παιδαγωγική χρήση	Δεν αναφέρεται	Ανάπτυξη ενός σεναρίου σε κιβώτιο ταχυτήτων αυτοκινήτου, για να βοηθήσει την αναγνώριση των διαδρομών μετάδοσης ισχύος. Ένα άλλο σενάριο για έναν κινητήρα turbofan αεροπλάνου όπου η ΕΠ θα χρησιμοποιείται ως εκπαιδευτικό εργαλείο υποστήριξης.

			software modelling and software quality assurance)				
57	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	50	οι συγγραφείς (1.design principles for multimedia learning in maths and physics, 2.augmented reality learning scenarios for physics experiments, 3.κ.α)	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	23 λεπτά	Περαιτέρω ανάπτυξη του λογισμικού & του σχεδιασμού του συστήματος για εφαρμογή σε εργοστάσιο.
58	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	10	Δεν αναφέρονται	ΝΑΙ	Δυσκολίες στον εντοπισμό πολλών tajweed αντικειμένων ταυτόχρονα σε μια σελίδα του Κορανίου.	Δεν αναφέρεται	Μελλοντική μελέτη θα μελετήσει τη χρήση της εφαρμογής για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ή θα επεκτείνει την εστίαση της σε άλλα θέματα
59	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	60	χρησιμοποιήθηκε από Play Store	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	1 μέρα	Μελλοντικά η αναγνώριση ομιλίας θα είναι ενσωματωμένη στην εφαρμογή για να αποφευχθεί η διακοπή λόγω της κάλυψης του δικτύου.
60	Θετική προδιάθεση	5	οι συγγραφείς (1.Specialize in Graphic design, logo, Brochure, Flyer, Poster, Business card and web designing, 2.web developer, 3.Human Computer Interaction, Semantic Web, Cyber security, and Software	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	8 έως 10 λεπτά κάθε βιβλίο	Η αξιοποίηση της ρουμπρίκας των Καλλογιαννάκη & Ζαράνη (2018)για να ελεγχθεί η καταλληλότητα της εφαρμογής ως παιδαγωγική.

			Defined Networking, 4.software developer, 5.developing, testing and debugging code, designing interfaces and administrating systems&networks				
61	Κινητοποίηση, Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	252	the development team from MantarayAR (www.mantarayAR.com)	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	20 λεπτά	Μελλοντική εφαρμογή σε πραγματικές σχολικές συνθήκες ώστε να διαπιστώσει εάν το σύστημα είναι εύκολο να εφαρμοστεί από τους εκπαιδευτικούς & σε άλλα μαθήματα
62	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση), Κινητοποίηση	120	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Απουσία οδηγιών στο τι έπρεπε να εκτελέσουν οι μαθητές.	30 έως 35 λεπτά	Βελτιώσεις στα δεδομένα εικόνas ώστε να έχουν υψηλή ανάλυση & το αντικείμενο να μπορεί να εντοπιστεί καλύτερα & πιο γρήγορα.
63	Θετική προδιάθεση	30 μαθ. 3 δάσκαλοι	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	Η μελλοντική έρευνα πρέπει να λάβει υπόψη την ατομική εργασία με την τεχνολογία, τον αυξημένο χρόνο έκθεσης στην ΕΠ&τη συμπερίληψη περιεχομένου από άλλους τομείς γνώσης.
64	Αλληλεπίδραση, Κινητοποίηση, Μαθησιακά	57 φοιτητές, 13 καθηγητές	οι συγγραφείς	Όχι	Δεν αναφέρονται	20-25 λεπτά	Η επέκταση της πλατφόρμας SLAC έτσι ώστε εκπαιδευτικοί & γονείς να

	οφέλη (καλύτερη κατανόηση)						μπορούν να αλληλεπιδράσουν & να παρέχουν σχόλια.
65	-	-	Δεν αναφέρονται	Όχι	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	Περαιτέρω έρευνα για να διερευνηθεί επαρκώς η σχέση μεταξύ μαθησιακού αντίκτυπου, ενσωμάτωσης & συνεργασίας.
66	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	-	Δεν αναφέρονται	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	Σχεδιασμός εφαρμογής για φορητές συσκευές με Vuforia (χωρίς τη χρήση αισθητήρα Kinect).
67	Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη μη χρήση ΕΠ	31	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	20λεπτά	-
68	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	93	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	50 λεπτά όλη η δραστηριότητα	Μελλοντικά οι μαθητές να δημιουργήσουν αινίγματα με το εργαλείο ΕΠ Metaverse
69	Αλληλεπίδραση	45	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Κατά τη χρήση της εφαρμογής παρατηρήθηκε δυσκολία στο να διατηρηθεί η προσοχή των μαθητών για πολλή ώρα.	Δεν αναφέρεται	Αξιολόγηση της εφαρμογής και των επιδόσεων των μαθητών
70	Αλληλεπίδραση, Θετική προδιάθεση, κινητοποίηση	15 μαθητές 4 δάσκαλοι	οι μαθητές	ΝΑΙ	Η τιμή αγοράς για το Microsoft Hololens 2 εξακολουθεί να είναι υψηλή & μπορεί επομένως να αποτρέψει	(2 μέρες) 1-2 ώρες	-

					σχολεία καθώς & μαθητές από αγορές. Η έλλειψη wifi δημιουργούσε δυσκολίες στην εφαρμογή.		
71	Αλληλεπίδραση, Κινητοποίηση, Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	62	χρησιμοποιήθηκε από Play Store, App Store	OXI	Δεν αναφέρονται	2 ώρες/1 φορά την εβδομάδα για 4 μήνες	Μελλοντικά η έρευνα να ξαναγίνει και η εφαρμογή της ΕΠ να καλύπτει μεγαλύτερο χρονικό διάστημα
72	Κινητοποίηση, Ενθουσιασμός	38	1 συγγραφέας ετοίμασε το λογισμικό	NAI	Δεν υπήρχαν πολλά θέματα με διαφορετικό τρισδιάστατο περιεχόμενο & αυτό θα μπορούσε να μειώσει την προσοχή των παιδιών αν το παιχνίδι διαρκούσε παραπάνω. Το να έχεις επίπεδο παιχνιδιού θα μπορούσε επίσης να έχει επηρεάσει την απόλαυση, καθώς δεν υπήρχαν υψηλότερα επίπεδα πολυπλοκότητας πιο δύσκολα σενάρια για τα πιο εξειδικευμένα παιδιά.	15 λεπτά	Περαιτέρω έρευνα με μεγαλύτερο δείγμα, για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, αλλάζοντας κτ συνιστώσες
73	Ενθουσιασμός, Αλληλεπίδραση, Θετική προδιάθεση	200 μαθητές 70 καθηγητές	οι συγγραφείς	NAI	Οι κάρτες δεν αναγνωρίζονται από το σύστημα αν υπάρχει έντονος φωτισμός στο δωμάτιο.	3 μέρες	Επανάληψη της έρευνας ώστε να εξεταστεί μακροπρόθεσμα. Προσθήκη εργονομικών τεστ για αξιολόγηση της ευχρηστίας

74	Μαθησιακά οφέλη (Καλύτερη κατανόηση), Αυτονομία,	18	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Το σύστημα παρακολουθήσης επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες όπως οι συνθήκες φωτισμού	20 λεπτά	Ενσωμάτωση της διαδικασίας στο πρόγραμμα σπουδών & άλλων μαθημάτων ώστε να ελεγχθεί η εφαρμογή.
75	Κινητοποίηση,	140	συγγραφείς	ΝΑΙ	Δεν αναφέρονται	110 λεπτά	Να ερευνηθεί η ψηφιακή αφήγηση με την τεχνολογία της ΕΠ& σε άλλα εκπαιδευτικά προγράμματα.
76	Θετική προδιάθεση, Μαθησιακά οφέλη (Καλύτερη κατανόηση)	56	οι συγγραφείς	ΝΑΙ	Η εφαρμογή είναι διαθέσιμη μόνο για λειτουργικά συστήματα Android που εκτελούνται σε έκδοση Android 8.1&παραπανω. Αυτή η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στο εργαστήριο. Έτσι, οι χρήστες από μια μακρινή τοποθεσία είναι αδύνατον να περιηγηθούν στην πανεπιστημιούπολη.	Δεν αναφέρεται	"Νέα μελέτη θα περιλαμβάνει μεγαλύτερο αριθμό παικτών, μεγαλύτερη διάρκεια παιχνιδιού & μεγαλύτερο φυσικό χώρο για να διερευνήσει την επίδραση αυτών των παραγόντων στην εμπειρία του χρήστη, τη συνεργασία&την αποτελεσματικότητα της μάθησης
77	Θετική προδιάθεση,	50 φοιτ, 11 μαθητές	συγγραφέας (καθηγήτρια Πληροφορικής με ενδιαφέροντα σε επεξεργασία ψηφιακού σήματος, την τεχνολογία πολυμέσων, νευρωνικά δίκτυα και εξελικτικό υπολογισμό	ΝΑΙ	Οι φωτογραφίες ενδέχεται να επηρεαστούν από πηγές φωτός και γωνίες λήψης φωτογραφιών. Εάν υπάρχει αργή ταχύτητα δεδομένων κινητής τηλεφωνίας ή ασθενές σήμα κινητής τηλεφωνίας, ο χρόνος αναγνώρισης	Δεν αναφέρεται	σε πραγματικό πλαίσιο "

					φωτογραφιών είναι πολύ αργός&δεν υπάρχει αλληλεπίδραση με την κάμερα&την επαυξημένη φωτογραφία.		
78	Κινητοποίηση, Θετική προδιάθεση,	4 μαθητές γυμνάσιο 7 φοιτητές	οι συγγραφείς (software engineering, (Multimedia System Development, Computer Science, System Management and Science,	NAI	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	-
79	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση) , Αυτονομία, Αλληλεπίδραση,	33 πιλοτικά (4th grade) και 96 (3rd grade)	οι συγγραφείς (educational technology (ET), Computer Science, a High School Teacher of computer science)	NAI	Μαθητές & δάσκαλοι βρήκαν άβολη τη χρήση εικόνων δεικτών καθεμία από τις οποίες αντιπροσώπευε το αντίστοιχο επίπεδο φιγούρας.	30 λεπτά	Ως απαραίτητη μελλοντική εργασία τονίζεται η ενσωμάτωση με πληροφορίες υπερήχων
80	Θετική προδιάθεση, Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	33	an independent software company called Microblink	NAI	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	-
81	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	-	Δεν αναφέρονται	NAI (Black box test) (Edugame application has been previously tested by expert judgment and usability before implemented to children	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	"Επέκταση της λειτουργικότητας της εφαρμογής συμπεριλαμβάνοντας

82	Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη μη χρήση ΕΠ	74	Δεν αναφέρονται	NAI	Το οπτικό πεδίο των έξυπνων γυαλιών μπορούσε να είναι ευρύτερο για να ταιριάζει με το πεδίο προβολής των ανθρώπων & το υψηλό κόστος των συσκευών AR λειτουργεί αποτρεπτικά.	180 λεπτά	περισσότερο εξοπλισμό καθώς & υποστήριξη για συσκευές iOS."
83	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	42	χρησιμοποιήθηκε από App Store	NAI	Δεν αναφέρονται	30 λεπτά	Διεύρυνση της έρευνας και σε άλλα πεδία εφαρμογής σε συνεργασία με πολλά σχολεία. Επίσης θα βελτιωθεί η ο βαθμός ακρίβειας στην εφαρμογή σχετικά με την αναγνώριση φωτογραφιών
84	Μαθησιακά οφέλη (καλύτερη κατανόηση)	40	οι συγγραφείς (καθηγητες στο Department of information science, Faculty of Humanities and Social Science&in College of Innovation and Management	NAI	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	Η χρήση της εισαγωγής ομιλίας σε μια εφαρμογή AR ώστε να διερευνηθεί περαιτέρω για μια αποτελεσματική ρομποτική ενότητα.
85	Θετική προδιάθεση, Μαθησιακά οφέλη (Καλύτερη κατανόηση)	-	οι συγγραφείς	NAI	Δεν αναφέρονται	Δεν αναφέρεται	Προσθήκη πολυμέσων & ερωτήσεων στην εφαρμογή προκειμένου να αυτοαξιολογείται ο χρήστης.

