



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
Π.Μ.Σ. «ΝΕΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Της Αθηνάς Καλτσίκη

A.M.: 4272018009

ΘΕΜΑ: « Αξιολόγηση της χρήσης εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση»
«Evaluating the use of Augmented Reality Applications in Education»

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Νικόλαος Ταψής	Μέλος ΕΔΠ, Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ.	Πανεπιστημίου Αιγαίου	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
Χρυσή Βιτσιλάκη	Καθηγήτρια Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ.	Πανεπιστημίου Αιγαίου	ΜΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
Γεώργιος Φεσάκης	Καθηγητής Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ.	Πανεπιστημίου Αιγαίου	ΜΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΡΟΔΟΣ, 2020

Γεμάτη πονεμένες σκέψεις για αυτούς που πάλεψαν και χάθηκαν
από τον COVID-19. Ας ευχηθούμε η απώλειά τους να γίνει θεμέλιο για ένα καλύτερο αύριο!

Κατάλογος Συντομογραφιών

AI: Artificial Intelligence, Τεχνητή Νοημοσύνη

AR: Augmented Reality, Επαυξημένη Πραγματικότητα

CAGR: Compound Annual Growth Rate, Σύνθετος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης

EE: Ευρωπαϊκή ένωση

EITO: Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο Πληροφορικής

GPS: Global Position System, Παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης

HMDs: Head Mounted Display's, Συσκευές που τοποθετούνται στο κεφάλι

H/Y: Ηλεκτρονικός Υπολογιστής

IoT: Internet of Things, Το Internet of Things είναι ένα σύστημα αλληλοσυνδεόμενων υπολογιστικών συσκευών

ISMAR: Interactive Storytelling MAR, Διαδραστική αφήγηση ιστορίας μέσω της M-AR

K-12: Kindergarten to 12th grade, Αμερικάνικο σύστημα εκπαίδευσης από το Νηπιαγωγείο έως την 12η τάξη, την τελευταία του Λυκείου.

M-AR: Mobile Augmented Reality, Επαυξημένη Πραγματικότητα κινητών συσκευών

MCL: Mobile Collaborative Learning, Κινητή Συνεργατική Μάθηση

MR: Mixed Reality, Μεικτή Πραγματικότητα

SaaS: Software as a service, Λογισμικό ως υπηρεσία

STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematics, (Θετικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά)

ΤΠΕ: Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών

TUI: Tangible User Interface, Συστήματα Απτικών Διεπαφών Χρήστη

VR: Virtual Reality, Εικονική Πραγματικότητα

VRD: Virtual Retinal Display, Εικονική οθόνη αμφιβληστροειδούς

VRML: Virtual Reality Modeling Language, (Γλώσσα Μοντελοποίησης Εικονικής Πραγματικότητας)

WAN: Wide Area Network, Δίκτυο ευρείας περιοχής

XR: Extended Reality, Εκτεταμένη Πραγματικότητα

3D: Three Dimensions, Τρισδιάστατο

2D: Two Dimensions, Δισδιάστατο

Κατάλογος Επεξηγήσεων

Android: Το Android είναι ένα κινητό λειτουργικό σύστημα που βασίζεται σε μια τροποποιημένη έκδοση του πυρήνα Linux και άλλου λογισμικού ανοιχτού κώδικα, σχεδιασμένο κυρίως για κινητές συσκευές οθόνης αφής, όπως smartphone και tablet.

Cloud: Ειδική αποθήκευση δεδομένων σε online σύστημα σε πραγματικό χρόνο

Smart συσκευές: smart κινητών συσκευών

d-Learning: Digital Learning, Ψηφιακή μάθηση

e-Learning: Electronic Learning, Ηλεκτρονική μάθηση

Flashcards: Κάρτες που περιέχουν πληροφορίες και στις δύο πλευρές, οι οποίες προορίζονται να χρησιμοποιηθούν ως βοήθημα στην απομνημόνευση

Headsets: Συσκευή που τοποθετείται στο κεφάλι

Internet: Διαδίκτυο

iOS: Το iOS είναι ένα κινητό λειτουργικό σύστημα που δημιουργήθηκε και αναπτύχθηκε από την Apple.

Κλίμακα Likert 1-5: Η κλίμακα Likert είναι μια ψυχομετρική κλίμακα που εμπλέκεται συνήθως στην έρευνα που χρησιμοποιεί ερωτηματολόγια και οι εμπλεκόμενοι μπορούν να επιλέξουν ανάλογα με την ερώτηση από το 1 μέχρι το 5.

m-Learning: Mobile Learning, Κινητή μάθηση

Online: Σε σύνδεση

Posttest: Τεστ που υλοποιείται μετά την εφαρμογή της έρευνας

Pretest: Τεστ που υλοποιείται πριν την εφαρμογή της έρευνας

Real time: Σε πραγματικό χρόνο

Self-learning: Αυτομάθηση

Self-learning wearable: Συσκευή αυτομάθησης που μπορεί να φορεθεί από τον χρήστη

Smartphone: Έξυπνο Κινητό τηλέφωνο

Σύστημα gamified και το nongamified: Σύστημα παιχνιδιοποίησης και μη παιχνιδιοποίησης

Tablet: Κινητή συσκευή, φορητός υπολογιστής

T-test: Το t-test είναι οποιαδήποτε δοκιμή στατιστικής υπόθεσης στην οποία το στατιστικό τεστ ακολουθεί την κατανομή t υπό την μηδενική υπόθεση.

Wearable: Συσκευή που μπορεί να φορεθεί από τον χρήστη

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Η κατανομή των ΤΠΕ στην Ευρώπη για τη χρονική περίοδο 2014-2020, από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (Πηγή: European Commission, 2018).....	17
Εικόνα 2. Το Συνεχές του Milgram (Πηγή: Tansneem et al.)	24
Εικόνα 3. Το Συνεχές της Εικονικότητας (Πηγή: Nijholt & Traum, 2005)	25
Εικόνα 4. Η γένεση της Εκτεταμένης Πραγματικότητας (Πηγή: Sam Solutions)	25
Εικόνα 5. Video-see through σύστημα (Πηγή: Trivisio, 2011).....	34
Εικόνα 6. Optic-see through σύστημα (Πηγή: Inition, 2011).....	34
Εικόνα 7. Ένα φορητό σύστημα AR που εμφανίζει τρισδιάστατο γράφημα (Πηγή: CSM, 2011)..	35
Εικόνα 8. Οπτική τεχνολογία AR. Αντιλαμβάνεται αντικείμενα μέσω της κάμερας του smartphone και εμφανίζει στην οθόνη τρισδιάστατα μοντέλα σε πραγματικό χώρο. (Πηγή: Sony, 2011).....	35
Εικόνα 9. Γάντια Pinch Gloves (Inition, 2011)	37
Εικόνα 10. Γάντια Data Glove (CyberGloves, 2011).....	37
Εικόνα 11. Ηλεκτρονικό μουσικό όργανο, παράδειγμα Tangible User Interface (Πηγή: Daniel Williams, 2007).....	39
Εικόνα 12. Κριτήρια ταξινόμησης μελέτης ανά Επιστημονικό Πεδίο (Πηγή: Yilmaz, 2017).....	63
Εικόνα 13. Κριτήρια ταξινόμησης μελέτης ανά Τεχνολογία AR (Πηγή: Yilmaz, 2017).....	64
Εικόνα 14. Εικόνα 12. Αποτελέσματα από την ομάδα ελέγχου (ΟΕ) και την πειραματική ομάδα (ΠΟ) σε δύο διαστάσεις (Πηγή: Sáez-López, Sevillano-García & Pascual-Sevillano, 2019).....	75

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 . Ορισμός Αγοράς για τις τεχνολογίες AR και VR (Πηγή: techjury.net).....	48
Πίνακας 2 . Παγκόσμιες έρευνες Επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση 2019-2020	67
Πίνακας 3 . Ταξινόμηση των Ερευνών	69
Πίνακας 4 . Ταξινόμηση των εφαρμογών m-AR.....	71

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην ψηφιακή εποχή που διανύουμε η υποβοήθηση της δια ζώσης και της εξ αποστάσεως διδασκαλίας με νέες μορφές εκπαίδευσης, καινοτόμες πρακτικές και σύγχρονες τεχνολογίες είναι αναγκαία. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα σε έναν ασύνορο κόσμο των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) εξελίσσεται συνεχώς. Στις εφαρμογές της για κινητές συσκευές (m-AR) οι εικόνες και ο ήχος βοηθούν τους χρήστες να αντιληφθούν καλύτερα τα αντικείμενα και τις πληροφορίες για τον πραγματικό κόσμο. Έτσι, η Επαυξημένη Πραγματικότητα αλλάζει μοναδικά τον τρόπο μάθησης. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει τις υπάρχουσες θεωρητικές και ερευνητικές προσεγγίσεις, που πραγματοποιήθηκαν το 2019 έως τον Αύγουστο του 2020, ώστε να αξιολογηθούν οι εφαρμογές της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν 17 έρευνες και αναλύθηκαν ποιοτικά 15 εφαρμογές της Επαυξημένης Πραγματικότητας για κινητές συσκευές (m-AR) με βάση την αλληλεπίδραση, το ενδιαφέρον για μάθηση, το περιεχόμενο, τη λειτουργία χρήσης και τη συνολική ικανοποίηση.

Από την έρευνα προσδιορίστηκαν οι τρόποι με τους οποίους η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας μπορεί να εφαρμοστεί σε ποικίλα επιστημονικά πεδία, ηλικίες και βαθμίδες εκπαίδευσης, με παιχνιδοποίηση και με προσομοίωση αντικειμένων, ώστε να επιτευχθεί η ανακαλυπτική μάθηση, η ανάπτυξη δεξιοτήτων, αλλά ακόμα και η ψυχαγωγία των εκπαιδευομένων, δηλαδή με ποιο τρόπο παρέχεται σε κάθε άτομο μια μοναδική διαδρομή ανακάλυψης με πλούσιο περιεχόμενο από τρισδιάστατα περιβάλλοντα και μοντέλα στον πραγματικό κόσμο. Ειδικότερα, η εφαρμογή της παιχνιδοποίησης στην εκπαιδευτική διαδικασία θα μπορούσε να βελτιώσει τη μάθηση, ξεπερνώντας ορισμένα μαθησιακά εμπόδια, όπως την έλλειψη προσοχής, τη μη εμπλοκή και την έλλειψη ενδιαφέροντος, εισάγοντας τον παράγοντα ευχαρίστησης στην ολοκλήρωση των μαθησιακών δραστηριοτήτων. Μελετήθηκε πως με τη χρήση τεχνολογίας AR η αλληλεπίδραση και η εμπλοκή των εκπαιδευόμενων εμφανίζουν θετικά αποτελέσματα και έχουν αντίκτυπο, τόσο στη βαθμολογία και στην κατανόηση των διδακτικών εννοιών, όσο και στη συνολική εμπειρία αυτών κατά τη διάρκεια αλλά και στο τέλος της παράδοσης των μαθημάτων. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα Επαυξημένης Πραγματικότητας μπορούν να ενισχύσουν τα μαθησιακά κίνητρα των εκπαιδευόμενων και το ενδιαφέρον των αδύναμων μαθητών. Επιπλέον, η m-AR μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματική στην εκπαίδευση,

καθώς παρέχει στους εκπαιδευτές και στους εκπαιδευόμενους μια νέα ευκαιρία να σκεφτούν βαθύτερα το περιεχόμενο διδασκαλίας μέσω της κινητής μάθησης.

Λέξεις κλειδιά: Επαυξημένη Πραγματικότητα, Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας, Επαυξημένη Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση, Επαυξημένη Πραγματικότητα για κινητές συσκευές (Mobile AR)

ABSTRACT

In this digital era, the contribution of new instruction methods, innovative practices and modern technologies into the face-to-face and distance learning process, seems necessary. Augmented reality is constantly growing within the borderless world of Information and Communication Technologies (ICT). In mobile AR (m-AR) applications, sound and image help users to efficiently perceive information and objects in real time. Therefore, Augmented Reality truly revolutionizes the teaching process. The objective of this thesis is to study the existing theoretical and research approaches from 2019 to August 2020, in order to make use of the AR applications in the educational process. In particular, seventeen surveys were studied and fifteen mobile AR (m-AR) applications underwent a quality analysis based on the interaction, interest in learning, content, user experience and overall satisfaction.

Upon this research, it was determined that Augmented Reality technology can be applied in many scientific fields, ages and educational levels using gamification and object simulation in order to achieve discovery learning, help students to build skills, and in some cases, have fun too. In other words, AR offers a unique educational ride full of 3D displays and models in realistic environments. In particular, the use of gamification in the educational process can enhance learning and facilitate certain learning difficulties, such as lack of attention, participation and interest, by incorporating the gratification factor to the learning activities. The use of AR technology has also shown to have positive results regarding the interaction and involvement of students and a positive impact on their notes, comprehension of educational units, as well as the overall experience during the course. The AR educational programs boost learning incentives and increase the interest of weak students. Furthermore, the use of m-AR, can be really effective in the

instruction process by offering instructors and students a new opportunity to have a deeper understanding of the course content through mobile learning.

Key Words: Augmented Reality, Augmented Reality Apps, Augmented Reality in Education, Mobile Augmented Reality

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας	15
1.1. Ψηφιακό χάσμα	15
1.2. Ασύνορος κόσμος στις ΤΠΕ	16
1.3. Νέες τεχνολογίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	17
1.4. Νέες τεχνολογίες στην Ελλάδα	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΝΝΟΙΩΝ.....	20
2.1. Ορισμοί AR, VR, MR και XR	20
2.1.1. Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)	21
2.1.2. Εικονική Πραγματικότητα (VR).....	22
2.1.3. Μεικτή Πραγματικότητα (MR).....	23
2.1.4. Εκτεταμένη Πραγματικότητα (XR)	25
2.2. Ορισμοί Online Μάθησης.....	26
2.2.1. Ηλεκτρονική Μάθηση ή Electronic Learning (e-Learning)	26
2.2.2. Κινητή μάθηση ή Mobile Learning (m-Learning).....	28
2.2.3. Ψηφιακή Μάθηση ή Digital Learning (d-Learning).....	28
2.2.4. Συνεργατική μάθηση μέσω κινητών συσκευών ή Mobile Collaborative Learning (MCL)	29
2.2.5. Επαυξημένη Πραγματικότητα μέσω κινητών συσκευών ή Mobile Augmented Reality (m-AR).....	30
2.3. Παιγνιδοποίηση	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	32
3.1. Συστήματα Marker-based και Markerless-based.....	32

3.2. Τεχνολογίες για συστήματα Επαυξημένης Πραγματικότητας	33
3.2.1. Συστήματα Head Mounted Displays.....	33
3.2.2. Συστήματα Handheld Displays.....	34
3.2.3. Απτικές Συσκευές	36
3.2.4. Συστήματα Απτικών Διεπαφών Χρήστη ή Tangible User Interface	37
3.2.5. Κύβος Επαυξημένης Πραγματικότητας ή AR Cube.....	38
3.3. Σχεδιασμός Τρισδιάστατου Υλικού.....	39
3.3.1. Augment (Android και iOS)	39
3.3.2. ZapWorks.....	39
3.3.3. Blippar (Android και iOS)	40
3.3.4. HP Reveal (Android και iOS).....	40
3.3.5. LayAR (iOS).....	40
3.3.6. Google Play Services for AR (Android και iOS)	41
3.3.7. ARLOOPA (Android και iOS)	41
3.3.8. Creator AVR (Android και iOS).....	42
3.3.9. Metaverse (Android και iOS)	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΓΟΡΑ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	44
4.1. Ανάλυση της αγοράς για την Online learning	44
4.2. Η Επαυξημένη και Εικονική Πραγματικότητα στην αγορά	47
4.3. Έρευνα για την τοποθέτηση της αγοράς στις AR και VR τεχνολογίες από την Perkins Coie	49
4.4. Το κόστος της Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕΣΩ AR.....	53
5.1 Η χρήση της AR ανά τομέα	53
5.2 Χρήση AR στον εκπαιδευτικό τομέα	55

5.2.1. Η εφαρμογή της AR στην προσχολική ηλικία.....	58
5.2.2. Η εφαρμογή της AR στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.....	60
5.2.3. Η εφαρμογή της AR σε μαθητές Γυμνασίου	61
5.2.4. Η εφαρμογή της AR σε μαθητές Λυκείου	62
5.2.5. Η εφαρμογή της AR στη Τριτοβάθμια εκπαίδευση.....	63
5.3 Τάσεις στην Επαυξημένη Πραγματικότητα.....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	68
6.1. Καθορισμός των ερευνητικών ερωτημάτων	68
6.2. Δείγμα της έρευνας	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	74
7.1. Μαθησιακά κίνητρα στην εκπαίδευση μέσω τεχνολογίας AR.....	74
7.1.1. Κίνητρα σε μαθητές Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	74
7.1.2. Έρευνες κινήτρων στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση	82
7.1.3. Έρευνες κινήτρων μάθησης για τα έτη 2010-2018.....	85
7.2. Επίδραση στη μαθησιακή εμπειρία των εκπαιδευόμενων με AR	86
7.2.1. Έρευνες αλληλεπίδρασης και εμπλοκής στην εκπαιδευτική διαδικασία με τεχνολογίες AR.....	86
7.2.2 Ανάλυση του Αντίκτυπου (impact) στην εκπαιδευτική διαδικασία μέσω τεχνολογίας AR.....	94
7.3 Ποιοτική Ανάλυση εφαρμογών MAR στην εκπαίδευση	96
7.3.1. Star Walk	96
7.3.2. Touch Surgery.....	97
7.3.3. GeoGebra 3D Calculator.....	98
7.3.4. eDrawings	98
7.3.5. Wonderscope.....	99
7.3.6. ARki.....	99

7.3.7. Solar Walk	99
7.3.8. Quiver	100
7.3.9. Chromville science.....	101
7.3.10. ARLoon plants.....	101
7.3.11. Google Translate.....	102
7.3.12. Google Spotlight Stories	102
7.3.13. Sky map	103
7.3.14. DEVAR.....	103
7.3.15. Expeditions	103
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	113

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καθημερινότητα των ανθρώπων επηρεάζεται από την εξέλιξη της τεχνολογίας σε διάφορους τομείς είτε θετικά είτε αρνητικά, με αποτέλεσμα η ζωή να γίνεται περισσότερο ψηφιακή και λιγότερο αναλογική. Οι ψηφιακές υπηρεσίες είναι πρόκληση στη συμβατική εκπαίδευση, γιατί η ψηφιακή τεχνολογία, ως μέσο αλλαγής της εκπαίδευσης είναι ένα εργαλείο βελτίωσης της μάθησης και της διδασκαλίας. Η μικτή μάθηση, η οποία περιλαμβάνει την ηλεκτρονική μάθηση και την εξ αποστάσεως μάθηση και διδασκαλία, με την αξιοποίηση ηλεκτρονικών εφαρμογών και πλατφορμών σύγχρονης και ασύγχρονης διδασκαλίας και μάθησης, είναι μια μορφή ψηφιακής δημοκρατίας, που δίνει τη δυνατότητα της αποφυγής του κοινωνικού αποκλεισμού, με αποτέλεσμα οι έχοντες ψηφιακές εκπαιδευτικές υπηρεσίες να έχουν ισότιμη πρόσβαση στη γνώση. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός λοιπόν στην εκπαίδευση είναι προς διερεύνηση.

Στη συγκεκριμένη εργασία θα μελετηθεί ο ρόλος της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην ψηφιακή εκπαίδευση, συνδυάζοντας την πλέον επίκαιρη επιστημονική γνώση γύρω από την παραδοσιακή εκπαίδευση, την εκπαίδευση ενηλίκων, τη Δια Βίου μάθηση και την ηλεκτρονική μάθηση. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να εφαρμοστεί για μάθηση, ψυχαγωγία ή εκπαίδευση, βελτιώνοντας την αντίληψη ενός χρήστη και την αλληλεπίδραση με τον πραγματικό κόσμο. Ο χρήστης μπορεί να μετακινηθεί στην τρισδιάστατη εικόνα και να τη δει από οποιοδήποτε σημείο, όπως ακριβώς σε ένα πραγματικό αντικείμενο (Kiyokawa, et al., 2002). Επίσης η Επαυξημένη Πραγματικότητα κάνει τα περισσότερα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα παραγωγικά, ευχάριστα και διαδραστικότερα συγκριτικά με το παρελθόν. Εκτός από τα παραπάνω η AR έχει τη δύναμη να κάνει έναν μαθητή να δεσμευτεί με ποικίλους διαδραστικούς τρόπους που δεν ήταν εφικτό προηγουμένως, μπορεί επίσης να παρέχει σε κάθε άτομο μια μοναδική διαδρομή ανακάλυψης με πλούσιο περιεχόμενο από τρισδιάστατα περιβάλλοντα και μοντέλα στον πραγματικό κόσμο (Lee, 2012).

Η AR σχετίζεται με την εμπειρία και είναι το κύριο επιχείρημά της για την εισαγωγή στην εκπαίδευση. Έχει ως κύριο στόχο να αλλάξει την εμπειρία των χρηστών. Η εμπειρία αυτών μπορεί να επηρεαστεί και από τη συσκευή (αν οι χρήστες βλέπουν σε οθόνη υπολογιστή, ή οθόνη κινητού ή γυαλιά VR) και από την εφαρμογή (αν είναι ατομική ή ομαδική ή αλληλεπιδραστική). Οι δυναμικές δραστηριότητες που βασίζονται στο παιχνίδι, οι οποίες χρησιμοποιούν τεχνολογίες AR, προσφέρουν παιδαγωγικά οφέλη και αντιπροσωπεύουν μια ευκαιρία στην ενεργοποίηση της

καινοτομίας στην εκπαίδευση μέσω της εφαρμογής αναδυόμενων τεχνολογιών, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούν αξιωματιμόνευτες εμπειρίες εκπαίδευσης (Sáez-López, Sevillano-García & Pascual-Sevillano, 2019).

Η εργασία αυτή έχει σκοπό να αναδείξει πως οι σύγχρονες εφαρμογές και συγκεκριμένα η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από την αναδυόμενη ψηφιακή γενιά (digital natives), ώστε να βοηθήσει τόσο τους διδάσκοντες όσο και τους διδασκόμενους στην πολλαπλότητα των μαθησιακών εμπειριών με ομαδοσυνεργατικές μεθόδους.

Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) και στην επιρροή αυτών. Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο αποσαφηνίζονται οι εμπλεκόμενοι ορισμοί που χρησιμοποιούνται στην εργασία, γίνεται μια σύντομη αναφορά στην online μάθηση, καθώς αποτελεί αίτημα των καιρών η προσαρμογή της εκπαιδευτικής διαδικασίας στη ψηφιακή εποχή λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η επεξήγηση της λειτουργίας και των συστημάτων της Επαυξημένης Πραγματικότητας για την καλύτερη κατανόηση από τον αναγνώστη. Έπειτα στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι παγκόσμιες έρευνες που αναλύουν το ενδιαφέρον της αγοράς στις τεχνολογίες AR και VR, καθώς αναφέρονται σε μεγάλο ποσοστό και στον τομέα της εκπαίδευσης. Επιπρόσθετα, στο πέμπτο κεφάλαιο παραθέτονται βιβλιογραφικές αναφορές που εξηγούν την επιρροή της Επαυξημένης Πραγματικότητας στον τομέα της εκπαίδευσης.

Στα επόμενα κεφαλαία αναφέρονται ο σκοπός και οι στόχοι της μελέτης που πραγματοποιήθηκε, η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε, τα αποτελέσματα που προέκυψαν και η ανάλυση τους. Συγχρόνως τίθενται τα τρία (3) ερευνητικά ερωτήματα που στόχο έχουν μέσω της υπάρχουσας βιβλιογραφίας να προκύψουν συμπεράσματα για τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας με τη δημιουργία μοναδικών εμπειριών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ακολουθεί ποιοτική ανάλυση ορισμένων διαθεματικών εφαρμογών που σχετίζονται με την μάθηση σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης ακόμα και της ειδικής αγωγής. Τέλος, γίνεται συζήτηση και αναφέρονται τα γενικά συμπεράσματα που κατέληξε η έρευνα, η οποία εκπονήθηκε σε μια δύσκολη και πρωτόγνωρη εποχή εν μέσω πανδημίας του COVID-19.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας

Είναι γεγονός πως όλα τα αγαθά και οι υπηρεσίες μπορούν να διανεμηθούν σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη. Το διαδίκτυο σήμερα επιτρέπει σε οργανισμούς και σε εταιρείες να παρέχουν τα προϊόντα τους σ' αυτούς που τα επιθυμούν. Η παγκοσμιοποίηση έχει μεταβάλει ριζικά τον τρόπο οργάνωσης και λειτουργίας των σύγχρονων κρατικών οργανισμών και επιχειρήσεων, καθώς έχει αυξηθεί κατακόρυφα ο ανταγωνισμός, ο οποίος μπορεί να μετρηθεί ανάλογα με το μέγεθος των επιχειρήσεων και τους στόχους τους μεταφέρεται σε διεθνές επίπεδο. Σήμερα οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) είναι αυτές που επιτρέπουν κυβερνήσεις, επιχειρήσεις, οργανισμούς και άτομα να αλληλοεπιδρούν με τον ψηφιακό κόσμο. Οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται σε μεγάλη πληθώρα οικονομικών, κοινωνικών και διαπροσωπικών συναλλαγών και αλληλεπιδράσεων, ενώ ταυτόχρονα έχουν αλλάξει δραστικά τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι εργάζονται, επικοινωνούν, μαθαίνουν, αφομοιώνουν και ζουν (Edward, 1990; Malecki, 1991; Graham, Marvin, 1996; Karlsson, 2010).

Είναι ευρέως γνωστό πως η ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία εστιάζει στην έκφραση μίας ολιστικής προσέγγισης της μάθησης και είναι ενσωματωμένη στα επιμέρους γνωστικά μαθήματα, τα οποία προσφέρονται προς διδασκαλία. Έχουν την δυνατότητα να τοποθετηθούν σε ένα ευρύ φάσμα μαθημάτων αλλά και να επηρεάσουν όλους τους εμπλεκόμενους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Προωθούν μιας αμιγώς οργανωμένη διδασκαλία, η οποία συνδυάζει παιδαγωγικά πλεονεκτήματα και απαρέγκλιτες καινοτόμες πρακτικές. Οι ΤΠΕ συμβάλλουν στον εκσυγχρονισμό των προγραμμάτων σπουδών, ως προς το περιεχόμενο και τη μεθοδολογία, προσδίδοντας μοναδικά πλεονεκτήματα σε όλους τους συμμετέχοντες. Μέσω της αυτοεκπαίδευσης, της ενίσχυσης της κριτικής στάσης και της ανάπτυξης των δεξιοτήτων, οι εκπαιδευόμενοι οικοδομούν τις ιδέες τους με εναλλακτικούς τρόπους έκφρασης. Μ' αυτόν τον τρόπο οι ΤΠΕ συνιστούν μια αστείρευτη πηγή πληροφόρησης ως προς τον τεχνολογικό αλφαριθμητισμό (Καρπέλης, 2019).

1.1. Ψηφιακό χάσμα

Η πρόσβαση και η χρήση των ΤΠΕ διαφέρει τόσο μεταξύ των γενεών όσο και μεταξύ των χωρών. Οι νέοι χρησιμοποιούν τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) διαφορετικά από

τις μεγαλύτερες ηλικίες, αξιοποιώντας τις εφαρμογές των ΤΠΕ τον και διαθέσιμο εξοπλισμό. Οι χώρες που γνωρίζουν μεγαλύτερη ανάπτυξη απολαμβάνουν σε μεγάλο βαθμό τα οφέλη των μέσων αυτών και εκμεταλλεύονται σε μεγάλο βαθμό τα πλεονεκτήματα και τις ευκαιρίες που τους παρέχουν οι ΤΠΕ. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Παγκόσμιας Τράπεζας πάνω από το 75% του παγκόσμιου πληθυσμού έχει πρόσβαση σε ασύρματη επικοινωνία μέσω των κινητών τηλεφώνων. Αντιθέτως η πρόσβαση στο διαδίκτυο παραμένει αρκετά δαπανηρή σε πολλές χώρες λόγω της έλλειψης των υποδομών των ΤΠΕ που υπάρχουν σε αυτές.

Ένας από τους βασικούς στόχους της αειφόρου ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών είναι αυτός της αύξησης και της επέκτασης της πρόσβασης στις ΤΠΕ και την παροχή καθολικής και πρόσβασης στο διαδίκτυο στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, με σκοπό την εξάλειψη του ψηφιακού χάσματος μεταξύ των χωρών. Παρόλα αυτά ψηφιακό χάσμα εντοπίζεται και στο εσωτερικό πολλών αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς τα ηλικιακά κοινά έχουν διαφορετικές εμπειρίες, προσδοκίες και πρόσβαση στις ΤΠΕ ανά περιοχή (Karlsson, 2010).

1.2. Ασύνορος κόσμος στις ΤΠΕ

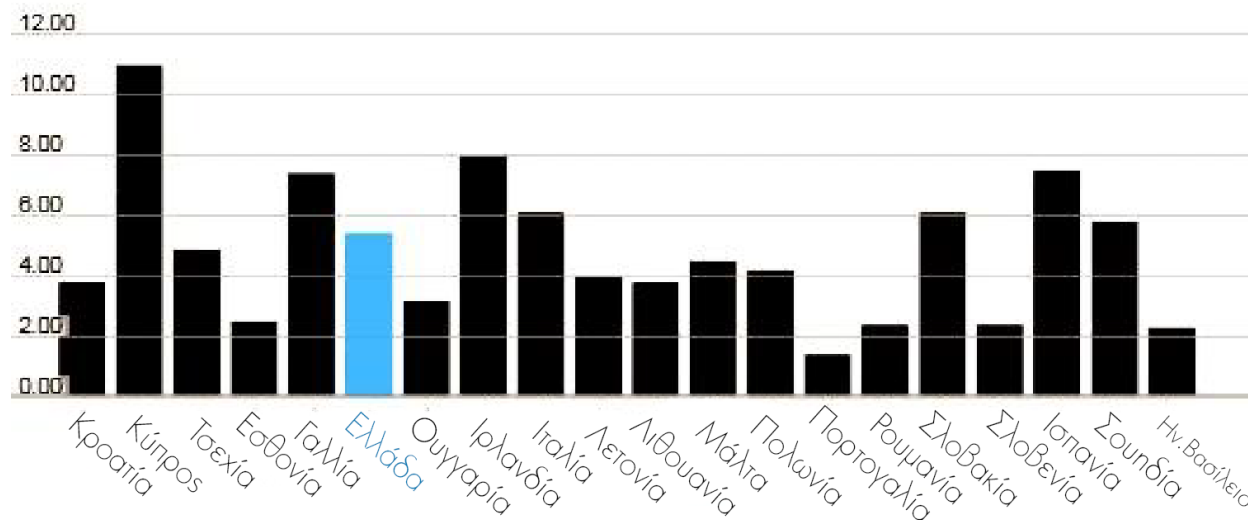
Οι ΤΠΕ έχουν εφαρμογή σε όλους τους τομείς καθώς παρέχουν νέους τρόπους αντιμετώπισης των υφιστάμενων δραστηριοτήτων και προσφέρουν νέες ευκαιρίες για περαιτέρω επιμόρφωση. Με την εξέλιξη των ΤΠΕ στο βραχυπρόθεσμο μέλλον οι πόλεις θα είναι περιττό να περιορίζονται γεωγραφικά, ενώ οι δυνατότητες εργασιών, αγαθών και υπηρεσιών θα είναι πλέον προσβάσιμες παγκοσμίως. Μ' αυτόν τον τρόπο παρέχοντας ποικίλες δυνατότητες για τη βελτίωση της οικονομίας, την εκπαίδευσης και της ποιότητας ζωής των πολιτών (Καρπέλης, 2019).

Σύμφωνα με την έρευνα της McKinsey “Disruptive technologies: Advances that will transform life, business and the global economy”, οι νέες αυτές τεχνολογίες εκτιμάται ότι θα έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην παγκόσμια οικονομία έως και το 2025. Οι φορητές συσκευές με ασύρματη σύνδεση (mobile internet) αποτελούν πλέον αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητας μεγάλης μερίδας πολιτών. Έτσι δημιουργήθηκε και ο όρος M-Learning, δηλαδή Mobile Learning στο οποίο οι χρήστες πλέον έχουν την δυνατότητα να μαθαίνουν εν κινήσει, μέσα από το ίδιο τους το κινητό τηλέφωνο. Επιτρέποντας έτσι σε νέες εφαρμογές (applications) και Podcasts να λάβουν την δική τους θέση στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Φυσικά μια ακόμα τεχνολογία που απασχολεί ήδη και θα απασχολήσει πολύ περισσότερο διάστημα είναι το Internet of Things, το οποίο

αποτελεί δίκτυο επικοινωνίας πληθώρας συσκευών (οικιακών συσκευών, αυτοκινήτων κτλ.), καθώς και κάθε αντικείμενο που ενσωματώνει ηλεκτρικά μέσα, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε δίκτυο, με στόχο την σύνδεση και την ανταλλαγή δεδομένων (Καρπέλης, 2019).

1.3. Νέες τεχνολογίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Κατά την περίοδο 2014-2020 η βελτίωση πρόσβασης, χρήσης και ποιότητας των ΤΠΕ αποτελεί έναν από τους θεματικούς στόχους της Ευρωπαϊκή πολιτικής. Πιο συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) επενδύει σε υποδομές των ΤΠΕ σε όλες τις περιφέρειες συμπεριλαμβανομένων των αγροτικών και των λιγότερων ανεπτυγμένων περιφερειών. Η ΕΕ τα τελευταία χρόνια έδωσε μια ιδιαίτερη ώθηση ως προς τις καινοτόμες λειτουργίες των ΤΠΕ ώστε να αξιοποιηθούν από τους πολίτες, τις επιχειρήσεις αλλά και τις δημόσιες υπηρεσίες. Οι λειτουργίες αυτές αφορούν την ηλεκτρονική παροχή υπηρεσιών υγείας (eHealth), της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης (eGovernment), της ηλεκτρονικής εκμάθησης (eLearning), την ηλεκτρονική εργασία (eBusiness) και άλλες (European Commission, 2018).



Εικόνα 1. Η κατανομή των ΤΠΕ στην Ευρώπη για τη χρονική περίοδο 2014-2020, από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (Πηγή: European Commission, 2018)

Στην Ευρώπη η επικοινωνία μέσω του διαδικτύου και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, έχουν εξελίξει ταυτόχρονα και τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Στον 21ο αιώνα η ραγδαία ανάπτυξη

των ευρυζωνικών δικτύων έφερε στο προσκήνιο και άλλες δυνατότητες, όπως τη μεταφορά διαφόρων μορφών περιεχομένου, εκτός από κείμενα. Οι χρήστες πλέον έχουν την δυνατότητα να επιμορφώνονται εξ αποστάσεως αξιοποιώντας τις νέες τεχνολογίες. Ολοένα και περισσότερα ιδρύματα συμμορφώνονται στα νέα δεδομένα και τις νέες ανάγκες επιμόρφωσης, έτσι δημιουργούν ειδικά σχεδιασμένα προγράμματα για εξ αποστάσεως εκπαίδευση, ιδιαίτερα μέσω φορητών συσκευών. Γεγονός είναι μάλιστα ότι για όλους τους τύπους φορητών εξοπλισμών, υπάρχει υψηλότερη χρήση και εξοικείωση από τους νέους ηλικίας 16-24, συγκριτικά με τους μεγαλύτερους σε ηλικία χρήστες, αλλά και με τα παιδιά ηλικίας 10-15 ετών. Αρκετοί είναι αυτοί λοιπόν που μεριμνούν ώστε στα νέα εκπαιδευτικά προγράμματα να έχουν πρόσβαση οι εκπαιδευόμενοι μέσω κινητών τηλεφώνων, με σκοπό να διευκολύνουν την πρόσβαση και λειτουργία των συμμετεχόντων, αλλά και να κάνουν τα προγράμματα πιο θελκτικά γι' αυτούς (Focus Bari, 2018).

1.4. Νέες τεχνολογίες στην Ελλάδα

Ο τομέας των ΤΠΕ είναι ένας από τους πιο ελπιδοφόρους στην ελληνική οικονομία, κυρίως λόγω της ζήτησης για αυτοματοποίηση και ψηφιοποίηση στο δημόσιο και ιδιωτικό φορέα. Ο αριθμός των επιχειρηματικών ευκαιριών των ΤΠΕ αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά τα επόμενα χρόνια κυρίως λόγω της ταχείας υιοθέτησης των νέων τεχνολογιών από το κοινό, συμπεριλαμβανομένων των νέων συσκευών (smartphone, tablet, smartwatch, smart TV). Όπως επίσης λόγω των διαφόρων δραστηριοτήτων καινοτομίας και έρευνας που διεξάγονται σήμερα σε Ελληνικά πολυτεχνικά ιδρύματα σε τομείς που αφορούν το cloud computing, τις υπηρεσίες που σχετίζονται με την ακριβή τοποθεσία, τη νανοτεχνολογία και τα ευφυή συστήματα.

Οι έρευνες που έχουν υλοποιηθεί κατά το διάστημα 2014-2017 και είχαν ως αντικείμενο την αγορά των ΤΠΕ στην Ελλάδα, αναφέρουν ότι παρουσιάζει μια σταθερότητα, αλλά και εμφανή σημάδια ανάκαμψης. Αναλυτικότερα το 2016 και το 2017 ο τομέας των ΤΠΕ παρουσίασε σταθερότητα και μηδενική ανάπτυξη ύψους 6 δισεκατομμυρίων ευρώ, ενώ το 2018 παρουσιάστηκε μια μικρή αύξηση της τάξης του 0,35% φθάνοντας τα 6,3 δισεκατομμύρια ευρώ. Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο Πληροφορικής (EITO-SEPE) το 2017, το 31% της συνολικής αγοράς στην Ελλάδα των ΤΠΕ αντιπροσωπεύεται από τον τομέα της τεχνολογίας των πληροφοριών, ενώ το υπόλοιπο 69% από τον τομέα των τηλεπικοινωνιών. Η Ελλάδα κατέχει την

26η θέση μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ, σύμφωνα με τον δείκτη της ψηφιακής οικονομίας και κοινωνίας, το διαδίκτυο χρησιμοποιείται πιο ενεργά από τους Έλληνες για βιντεοκλήσεις και online περιεχόμενο. (European Commission, 2018)

Ο τρόπος με τον οποίο οι νεότερες ηλικίες αντιμετωπίζουν τις νέες τεχνολογίες είναι εντελώς διαφορετικός σε σύγκριση με τις μεγαλύτερες ηλικίες. Αυτό επισημαίνει η International Telecommunication Union (ITU) σε σχετική μελέτη της για τη χρήση των νέων τεχνολογιών από τους νέους σε ηλικία χρήστες. Μια πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2018 με δείγμα 20.000 Ελλήνων κατοίκων, ηλικίας 13-74 ετών, έγινε με σκοπό να προσδιορίσει τη διαθεσιμότητα και τη χρήση του διαδικτύου. Διαπιστώθηκε ότι 2 στα 3 (67%) ελληνικά νοικοκυριά έχουν πλέον πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Περισσότεροι από 8 στους 10 Έλληνες (82%) επισκέπτονται το Διαδίκτυο και το 71% από αυτούς είναι καθημερινοί χρήστες. Αυτό μεταφράζεται σε μια μέση χρήση του Διαδικτύου για 176 λεπτά κάθε μέρα. Όσον αφορά τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, 1 στους 2 Έλληνες τα χρησιμοποιεί καθημερινά, ενώ το 23% των χρηστών ξοδεύει περισσότερο από μία ώρα την ημέρα σε αυτά (Focus Bari, 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΝΝΟΙΩΝ

Η συνεχής εξέλιξη των ΤΠΕ έδωσαν την δυνατότητα σε νέες τεχνολογίες να εισέλθουν σε διάφορους τομείς και να δημιουργηθούν νέες ανάγκες για τεχνολογίες προς μελέτη και ανακάλυψη. Τα σενάρια επιστημονικής φαντασίας είναι αμέτρητα, όπως και η ανάγκη του ανθρώπου να ανακαλύψει το κάτι θεϊκό ή μη κατανοητό από την ανθρώπινη πραγματικότητα ή ίσως και μια παράλληλη πραγματικότητα. Οι έρευνες για μια νέα πραγματικότητα εμφανίζονται από αρχαιστάτους χρόνους με την μελέτη του ηλιακού συστήματος και τον αστερισμών.

Στα πλαίσια της ανθρώπινης ανησυχίας και περιέργειας, η εμφάνιση ενός ρεαλιστικού ή μη περιβάλλοντος ξεκινούν το 1929 από τον Edward Link με το πρώτο εικονικό περιβάλλον, με σκοπό την εκπαίδευση των στρατιωτικών πιλότων. Σαν ιδέα η Επαυξημένη Πραγματικότητα είχε πρώτο ακουστεί από τον συγγραφέα L. Frank Baum το 1901, ως μια ηλεκτρονικής οθόνης / γυαλιών που επικαλύπτει τα δεδομένα στην πραγματική ζωή, τα οποία ονόμασε ως δείκτες χαρακτήρων. (Johnson, Joel, 2012). Στην συνέχεια σύμφωνα με τους Johnson, Levine, Smith, & Stone (2010), το 1960 ξεκινάει η ιστορία της Επαυξημένης Πραγματικότητας και το πρώτο σύστημα χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την επαυξημένη αλλά και για την Εικονική Πραγματικότητα. Χρησιμοποιήθηκε μια διάφανη See-through Head Mounted display οθόνη που παρακολουθούσε μια από τις δύο διαφορετικές μεθόδους: ένας μηχανικός ανιχνευτής και ένα υπερηχητικός ανιχνευτής. Λόγω της περιορισμένης ικανότητα επεξεργασίας των υπολογιστών εκείνης της εποχής, μπορούσαν να εμφανιστούν μόνο απλά σχέδια πλαισίου σε πραγματικό χρόνο (Sutherland, 1968). Από τότε, Το AR έχει χρησιμοποιηθεί από έναν αριθμό μεγάλων εταιρείες για οπτικοποίηση, εκπαίδευση και άλλους σκοπούς. Ο όρος «Επαυξημένη Πραγματικότητα» αποδίδεται στον πρώην ερευνητή της Boeing Tom Caudell, που πιστεύεται ότι επινόησε το 1992 (Παπαγεωργίου, 2019).

2.1. Ορισμοί AR, VR, MR και XR

Οι νέες τεχνολογίες επιδρούν συμπληρωματικά στο μαθησιακό περιβάλλον και συμβάλλουν στη διαθεματική προσέγγιση της γνώσης, στην ανάπτυξη των γεννητικών ικανοτήτων των μαθητών, καθώς και στην εφαρμογή ενεργητικών μεθόδων μάθησης.

2.1.1. Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality ή AR) είναι η σε πραγματικό χρόνο άμεση ή έμμεση θέαση ενός φυσικού, πραγματικού περιβάλλοντος, του οποίου τα στοιχεία επαυξάνονται από στοιχεία αναπαραγόμενα από συσκευές υπολογιστών, όπως ήχος, βίντεο, γραφικά ή δεδομένα τοποθεσίας. Η τεχνολογία Augmented Reality ή αλλιώς Επαυξημένη Πραγματικότητα ή αλλιώς Ενισχυμένη Πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται στις κινητές συσκευές.

Η τεχνολογία Augmented Reality επιτρέπει την ζωντανή προβολή ενός φυσικού περιβάλλοντος του οποίου όμως η πραγματικότητα είναι ενισχυμένη με την προβολή πληροφοριών αλλά και εικονικών προσώπων ή χώρων σχεδιασμένων μέσα έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ο συνδυασμός της κάμερας με το σύστημα GPS ενός κινητού τηλεφώνου επιτρέπουν την προβολή επιπλέον πληροφοριών για ένα γεωγραφικό σημείο, διαμορφώνοντας ένα επαυξημένο πληροφοριακά τελικό αποτέλεσμα. Παρέχονται πληροφορίες που περιλαμβάνουν κείμενα, ήχους και video και αφορούν ειδικά τη γεωγραφική θέση που βρίσκεται ο χρήστης και στοχεύει η κάμερα του. Οι προβολές δεδομένων είναι δυνατές είτε από τις οθόνες κινητών είτε από ειδικά γυαλιά προβολής Augmented Reality (Παπαγεωργίου, 2019).

Ο όρος «Επαυξημένη Πραγματικότητα» επινοήθηκε από τον ερευνητή Caudell το 1992 και χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει ένα σύστημα που θα βοηθήσει τους εργάτες στη συναρμολόγηση και στην εγκατάσταση των ηλεκτρικών καλωδίων στα αεροσκάφη Boeing (Caudell & Mizell 1992). Η Επαυξημένη Πραγματικότητα περιγράφεται ως η τεχνολογία που ενσωματώνει ταυτόχρονα πραγματικές εικόνες με εικονικά αντικείμενα (Azuma, 1997; Caudell & Mizell, 1992). Ακόμη η AR ορίζεται ως βελτιωμένη οπτικοποίηση πραγματικών εικόνων με την προσθήκη εικονικών αντικειμένων όπως κείμενα, φωτογραφίες, ήχους, κινούμενα σχέδια, βίντεο και τρισδιάστατα μοντέλα (Delello, 2014; Perez-Lopez, Contero, 2013; Pylvas, Nokelainen, 2017). Η AR παρέχει ένα πραγματικό και ζωντανό περιβάλλον. Με τη βελτίωση που προσφέρει, η AR διασφαλίζει ότι οι χρήστες προσεγγίζουν περισσότερες πληροφορίες από ό, τι επιτρέπουν τα αισθητήρια όργανα τους (Sirakaya, 2016). Κατά τους Azuma, Zhou, Duh, και Billinghurst η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι η τεχνολογία η οποία επιτρέπει σε έναν υπολογιστή να δημιουργήσει εικονικό περιεχόμενο το οποίο είναι ορατό σε πραγματικό χρόνο στον χρήστη σε άμεσο ή έμμεσο πραγματικό περιβάλλον. (Azuma, 1997; Zhou, Duh, & Billinghurst, 2008). Στην AR, το περιβάλλον είναι πραγματικό, αλλά εκτεταμένο με πληροφορίες και εικόνες από το

σύστημα. Με άλλα λόγια, η AR γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού με απρόσκοπτο τρόπο. (Chang, Morreale, & Medicherla 2010).

Αν και η Επαυξημένη Πραγματικότητα έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετούς τομείς για μεγάλο χρονικό διάστημα, παρατηρείται σχετικά πρόσφατα σε μελέτες η χρησιμότητα και οι δυνατότητες της στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Wu et al., 2013). Εκτός από την ευκολία χρήσης της, τα παιδαγωγικά πλεονεκτήματα τα οποία προσφέρει η Επαυξημένη Πραγματικότητα, έχουν επισιτίσει την προσοχή στη χρήση της ως προς την εκπαίδευση σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αρκετές είναι οι μελέτες που απαριθμούν τα οφέλη που παρέχει η χρήση AR σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Καθώς η Επαυξημένη Πραγματικότητα προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών και την προσοχή στα μαθήματα, ενώ επίσης αυξάνεται το κίνητρο αυτών (Delello, 2014; Perez-Lopez, Contero, 2013; Tomi, Rambli, 2013). Περιβάλλοντα που δεν μπορούν να δημιουργηθούν σε πραγματικές συνθήκες λόγω διαφόρων πρακτικών, μπορούν να δημιουργηθούν με ασφάλεια (Shelton, Hedley, 2002; Yuen et al., 2011) και επικίνδυνα πειράματα μπορούν να διεξαχθούν με ασφάλεια μέσω της χρήσης της Επαυξημένη Πραγματικότητας (Wojciechowski, Cellary, 2013). Εκτός από αυτά τα χαρακτηριστικά, η Επαυξημένη Πραγματικότητα έχει ως πλεονέκτημα την μαθητοκεντρική προσέγγιση (Delello, 2014), αλλά και την μάθηση μέσω πρακτικής εμπειρίας (Singhal et al., 2012; Wojciechowski, Cellary, 2013). Αυτά τα πλεονεκτήματα δίνουν πληροφορίες σχετικά με τη χρήση της και την εφαρμογή της στην εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, η δυνατότητα παροχής παρουσίασης εικονικών αντικειμένων όπως τρισδιάστατων μοντέλων (3D) και αφηρημένες έννοιες συνδυάζοντάς τα με εικόνες πραγματικού κόσμου καθιστούν την AR ένα σημαντικό εργαλείο για τη διδασκαλία εργασιών που απαιτούν θεραπεία αντικειμένων (Westerfield et al., 2015).

2.1.2. Εικονική Πραγματικότητα (VR)

Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality ή VR) ονομάζεται η προσομοίωση ενός πραγματικού ή φανταστικού περιβάλλοντος από έναν υπολογιστή. Η ιστορία της Εικονικής Πραγματικότητας ξεκινάει το 1929 από τον Edward Link, ο οποίος δημιούργησε το πρώτο εικονικό περιβάλλον με έναν μηχανικό εξομοιωτή (χειριστήριο) πτήσης, με σκοπό την εκπαίδευση των στρατιωτικών πιλότων σε εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις και όχι σε πραγματικά αεροπλάνα. Η τρέχουσα τεχνολογία VR χρησιμοποιεί συχνά ακουστικά Εικονικής Πραγματικότητας ή περιβάλλοντα πολλαπλών προβολών, μερικές φορές σε συνδυασμό με φυσικά περιβάλλοντα ή σκηνικά, για τη

δημιουργία εικόνων, ήχων και άλλων αισθήσεων που προσομοιώνουν τη φυσική παρουσία ενός χρήστη σε ένα εικονικό ή φανταστικό περιβάλλον (Αρδαβάνη, 2019).

Ο όρος Εικονική Πραγματικότητα περιγράφει ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον, το οποίο δημιουργείται ψηφιακά στο οποίο ο χρήστης μπορεί να γίνει μέρος του περιβάλλοντος να βυθιστεί μέσα σε αυτό και να εκτελέσει ενέργειες αλλά και να χειριστεί αντικείμενα αυτού. (www.vrs.org.uk, 2019). Μια πιο ρομαντική προσέγγιση είναι ότι η Εικονική Πραγματικότητα αποτελεί το εισιτήριο του χρήστη σε έναν νέο κόσμο (Pimentel, Teixeira, 1993), όπως επίσης ότι είναι ένας νέος ανοικτός στον οποίο δεν υπάρχουν περιορισμοί, παρά το μυαλό του ίδιου του ανθρώπου (Minsky, 1975).

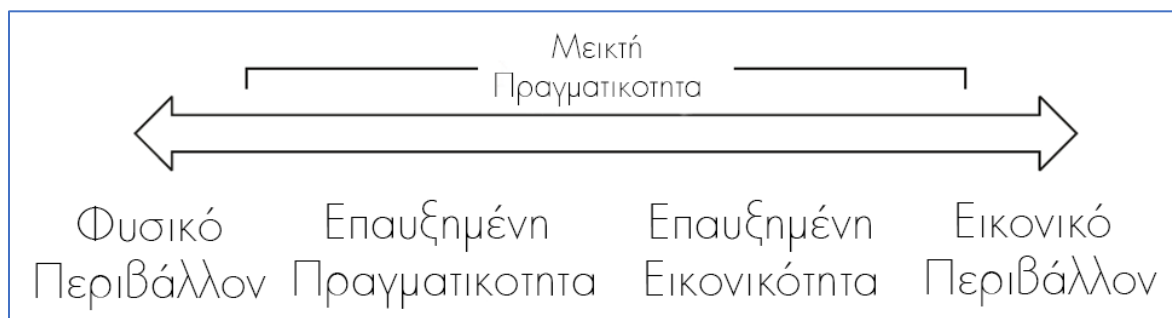
Ένα άτομο που χρησιμοποιεί εξοπλισμό Εικονικής Πραγματικότητας είναι σε θέση να «κοιτάξει γύρω» τον τεχνητό κόσμο, να κινηθεί γύρω του και να αλληλοεπιδράσει με εικονικά χαρακτηριστικά ή αντικείμενα. Το σετ μικροφώνου-ακουστικού είναι τοποθετημένο σε μια οθόνη που έχει τοποθετηθεί σε κεφαλή με μικρή οθόνη στο μπροστινό μέρος των ματιών, αλλά μπορεί να δημιουργηθεί με πολλές μεγάλες οθόνες. Τα συστήματα VR που είναι γνωστό ότι μεταδίδουν κραδασμούς και άλλες αισθήσεις στον χρήστη μέσω ελεγκτή παιχνιδιών ή άλλων συσκευών είναι γνωστά ως απτικά συστήματα. Αυτή η απτική πληροφορία είναι γενικά γνωστή ως ανατροφοδότηση δύναμης σε εφαρμογές ιατρικής, βιντεοπαιχνιδιών και στρατιωτικής εκπαίδευσης. Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται συνεχώς τα διαθέσιμα εκπαιδευτικά προγράμματα μέσω Εικονικής Πραγματικότητας αυξάνονται συνεχώς. Σύμφωνα με έρευνα της Tractica προβλέπεται η χρήση του VR στις επιχειρήσεις να ξεπεράσει τη χρήση της τεχνολογίας αναψυχής τα επόμενα χρόνια, με δαπάνες να φτάσουν τα 9,2 δισεκατομμύρια έως το 2021.

2.1.3. Μεικτή Πραγματικότητα (MR)

Η Μεικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality ή MR) είναι το αποτέλεσμα της ανάμιξης του ψηφιακού με τον πραγματικό κόσμο. Είναι το επόμενο βήμα στην επικοινωνία μεταξύ ανθρώπου, υπολογιστή και περιβάλλοντος και ξεκλειδώνει δυνατότητες που περιορίζονται μόνο από τη φαντασία του ανθρώπου. Χρησιμοποιώντας μία συσκευή που φοριέται συνήθως στο κεφάλι και καλύπτει τα μάτια με μία οθόνη, όπως και στην Εικονική Πραγματικότητα, μπορεί ο χρήστης να επέμβει ψηφιακά στο φυσικό του περιβάλλον, να κάνει αλλαγές ή προσθήκες, ακόμα και να το μεταμορφώσει εντελώς.

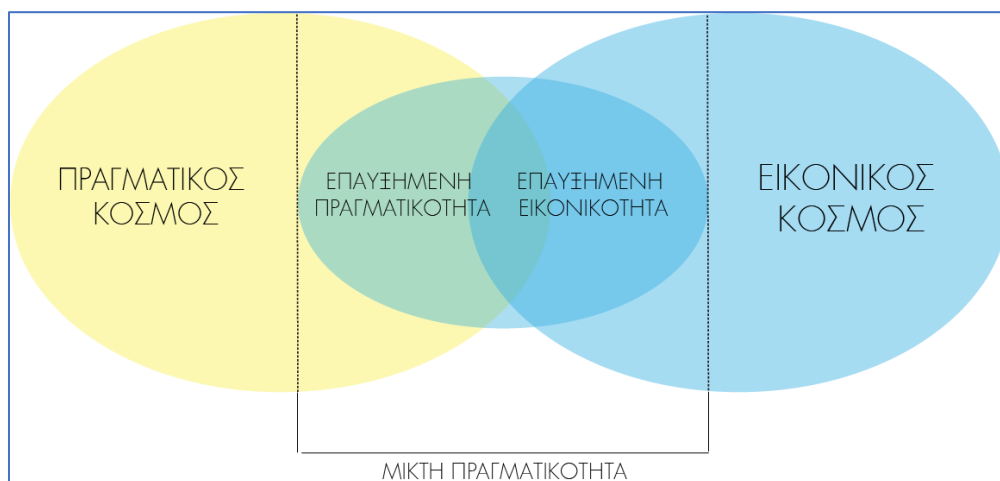
Το πρώτο σύστημα Μεικτής Πραγματικότητας αναπτύχθηκε το 1992 στα Armstrong Laboratories της Πολεμικής Αεροπορίας των Ηνωμένων Πολιτειών και συνδύαζε την όραση, τον ήχο και το άγγιγμα ήταν η πλατφόρμα Virtual Fixtures. Μέσα από το σύστημα αυτό συμπεράναν ότι μπορεί να ενισχυθεί η ανθρώπινη απόδοση σε ένα πραγματικό φυσικό περιβάλλον επικαλύπτοντας χωρικά εικονικά αντικείμενα.

Η Μεικτή Πραγματικότητα κινείται ανάμεσα στα όρια του πραγματικού και του εικονικού περιβάλλοντος. (Milgram et al, 1994). Η AR είναι ένα στάδιο της Μεικτής Πραγματικότητας, που ενώνει το εικονικό και το πραγματικό περιεχόμενο σε μια διεπαφή. Το συνεχές του Milgram διαχωρίζει την AR από την Επαυξημένη Εικονικότητα (Augmented Virtuality). Βάση της AR είναι ο πραγματικός κόσμος και ο συνδυασμός αυτού με έναν πεπερασμένο αριθμό εικονικών αντικειμένων, αντίθετα η βάση της Augmented Virtuality (AV) είναι ο εικονικός κόσμος τον οποίο συνδυάζει με ορισμένα στοιχεία από τον πραγματικό κόσμο.



Εικόνα 2. Το Συνεχές του Milgram (Πηγή: Tansneem et al.)

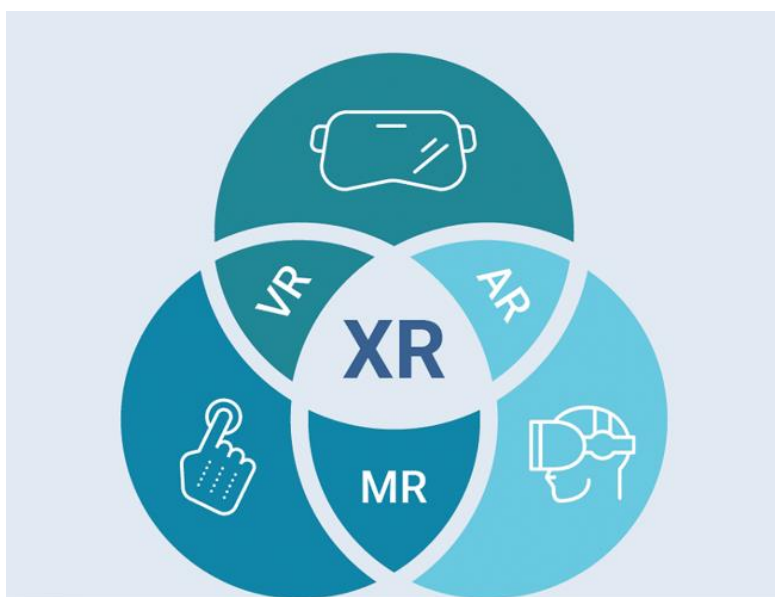
Βασιζόμενοι στην θεωρία «Το συνεχές Πραγματικότητας-Εικονικότητας» του Milgram, οι Nijholt & Traum (2005) το ορίζουν ως ένα συνεχές πλέγμα ή στρώμα πληροφοριών που εκτείνεται μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού κόσμου. Στην ουσία θεωρούν ότι η υπέρθεση ενός τέτοιου στρώματος που απεικονίζεται από έναν Η/Υ δημιουργεί τις περιοχές της Επαυξημένης Πραγματικότητας και Επαυξημένης Εικονικότητας. Στην περίπτωση που το στρώμα αυτό καλύπτει μεγάλο μέρος του πραγματικού κόσμου τότε γίνεται αναφορά για εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας, αντίθετα αν καλύπτει μεγάλο μέρος στον εικονικό κόσμο τότε γίνεται αναφορά σε εφαρμογές Επαυξημένης Εικονικότητας.



Εικόνα 3. Το Συνεχές της Εικονικότητας (Πηγή: Nijholt & Traum, 2005)

2.1.4. Εκτεταμένη Πραγματικότητα (XR)

Το Extended Reality ή αλλιώς Εκτεταμένη Πραγματικότητα είναι και ο πιο νέος όρος από τους προηγούμενους τρεις ορισμούς. Το Extended Reality αναφέρετε στο πως αλληλοεπιδρούν τα φυσικά αντικείμενα του χώρου με τους χρήστες και τις κινήσεις τους. Συνήθως οι κινήσεις αυτές αναγνωρίζονται και καταγράφονται με την χρήση των wearables ή άλλων φορητών συσκευών που φοράει ή κρατάει ο χρήστης (πχ. Smartwatch κτλ.).



Εικόνα 4. Η γένεση της Εκτεταμένης Πραγματικότητας (Πηγή: Sam Solutions)

Το XR συνδυάζει όλες τις προηγούμενες πραγματικότητες (AR, VR, MR). “Το XR είναι ένα υπερσύνολο που περιλαμβάνει ολόκληρο το φάσμα από "το πλήρες πραγματικό" έως το "πλήρες εικονικό" στην έννοια της πραγματικότητας - συνέχειας της πραγματικότητας που εισήγαγε ο Paul Milgram”. Η XR τεχνολογία είναι σε πρώιμο στάδιο και εξελίσσεται συνεχώς όσον αφορά την μεταξύ αλληλεπίδραση του υπολογιστή με τον άνθρωπο αλλά και τον τρόπο που εφαρμόζεται ήδη σε αρκετούς κλάδους όπως η εκπαίδευση, η εξ-αποστάσεως εργασία, η ψυχαγωγία, το μάρκετινγκ αλλά και σε αρκετούς άλλους τομείς (Chuah, 2018).

Αρκετές εφαρμογές συνδυάζουν τις πιο πάνω τεχνολογίες και γι’ αυτόν τον λόγο κρίθηκε σημαντική για την παρούσα εργασία μια σύντομη περιγραφή τους.

2.2. Ορισμοί Online Μάθησης

2.2.1. Ηλεκτρονική Μάθηση ή Electronic Learning (e-Learning)

Ο όρος ηλεκτρονική μάθηση δημιουργήθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1990 όταν το Διαδίκτυο άρχισε να συγκεντρώνει πολλούς ακόλουθους (Garrison, 2011) και η εφαρμογή της ηλεκτρονικής μάθησης περιλαμβάνει μια εκπαίδευση μέσω υπολογιστή καθώς και μια μάθηση μέσω διαδικτύου. Η ηλεκτρονική μάθηση δίνει την δυνατότητα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Αυτά τα εκπαιδευτικά περιεχόμενα μπορούν να μεταφερθούν μέσω Διαδικτύου, Intranet, ταινιών βίντεο / ήχου, CD-ROM, DVD και τηλεοπτικών καναλιών (Mohanna, 2015). Ο Papanis (2005) όπως αναφέρεται στο Tittasiri (2003) δήλωσε ότι «η ηλεκτρονική μάθηση παρέχει ταχύτερα επίπεδα μάθησης με μειωμένο κόστος, εύκολη πρόσβαση στην εκπαίδευση και διαφάνεια για όλους τους συμμετέχοντες στη μαθησιακή διαδικασία». Μια μελέτη που διεξήχθη από τον Harriman (2010) έδειξε διαφορετικούς τύπους ηλεκτρονικής μάθησης, δηλαδή, ηλεκτρονική μάθηση, εξ αποστάσεως μάθηση, μεικτή μάθηση, m-learning. Στην περίπτωση της ηλεκτρονικής μάθησης, γίνεται μέσω του Διαδικτύου και μπορεί να προσθέσει γραφικά, κινούμενα σχέδια, κείμενο, ήχο, βίντεο, email, πίνακες συζητήσεων και tests. Επιπλέον, είναι αυτοκατευθυνόμενη αλλά μπορεί να ενσωματώσει στην διαδικτυακή τηλεδιάσκεψη ήχο, γραφικά, live chat ή παρόμοια τεχνολογία (Harriman, 2010).

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση πραγματοποιείται όταν οι εκπαιδευόμενοι και οι εκπαιδευτές δεν βρίσκονται στον ίδιο χώρο και επίσης όταν οι εκπαιδευόμενοι και οι εκπαιδευτές βρίσκονται στο

ίδιο μέρος αλλά όχι ταυτόχρονα. Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση γίνεται κυρίως χρησιμοποιώντας διάφορες εκπαιδευτικές πλατφόρμες που υπάρχουν στο Διαδίκτυο. Επιπλέον δύο ακόμα όροι είναι η εξ αποστάσεως εκπαίδευση με μαθητοκεντρική προσέγγιση και η εξ αποστάσεως εκπαίδευση με δασκαλοκεντρική προσέγγιση. Η περίπτωση της μεικτής μάθησης, είναι ο συνδυασμός δύο βημάτων μάθησης που είναι η μάθηση πρόσωπο με πρόσωπο και η διαδικτυακή μάθηση. Ο κύριος σκοπός της συνδυασμένης μάθησης είναι ο συνδυασμός τρόπων παράδοσης της αποτελεσματικής εμπειρίας διδασκαλίας. Στην περίπτωση της m-learning, χρησιμοποιείται για φορητές συσκευές τεχνολογίας πληροφοριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία και τη μάθηση, συγκεκριμένα, προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί (PDA), κινητά τηλέφωνα, φορητοί υπολογιστές. Σύμφωνα με τους Rosenberg (2001) και Wentling et al. (2000), η ηλεκτρονική μάθηση είναι η χρήση τεχνολογιών Διαδικτύου που μπορούν να παρέχουν ένα ευρύ φάσμα λύσεων για την ενίσχυση της γνώσης και της απόδοσης. Διευκολύνει και βελτιώνει τη μάθηση και βασίζεται στην τεχνολογία υπολογιστών και επικοινωνιών (Basak, Wotto & Belanger, 2018).

Επιπλέον, μπορεί επίσης να υποστηρίξει τη μάθηση χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο ευρείας περιοχής (Wide Area Network, WAN) και μπορεί να θεωρηθεί ως μια ευέλικτη μάθηση. Ο Papanis (2005) δήλωσε ότι τα στοιχεία της ηλεκτρονικής μάθησης περιλαμβάνουν την παράδοση περιεχομένου σε διαφορετικές μορφές, τη διαχείριση της μαθησιακής εμπειρίας, της κοινότητας των εκπαιδευομένων και το περιεχόμενο προγραμματιστών και ειδικών. Η ηλεκτρονική μάθηση είναι μια εξατομικευμένη προσέγγιση που επικεντρώνεται στον μεμονωμένο μαθητή και περιλαμβάνει εκπαίδευση στον ρυθμό του κάθε εκπαιδευόμενου, εικονικές εκδηλώσεις, καθοδήγηση, προσομοίωση, συνεργασία, αξιολόγηση, εργαλεία συγγραφής και ηλεκτρονικό κατάστημα. Η ηλεκτρονική μάθηση περιλαμβάνει επίσης πολλά από τα διαφορετικά στοιχεία που είναι πολύ εξοικειωμένα με την παραδοσιακή μάθηση, δηλαδή παρουσίαση ιδεών του μαθητή, ομαδικές συζητήσεις και επιχειρηματολογία (Bencheva, 2010).

Οι ασύγχρονες εφαρμογές ηλεκτρονικής μάθησης σύμφωνα με τον Hall (1997) διαφέρουν ως προς την πολυπλοκότητα. Οι λιγότερο εξελιγμένες ασύγχρονες εφαρμογές ηλεκτρονικής μάθησης είναι συχνά απλά το Microsoft PowerPoint διαφάνειες που δημοσιεύονται σε έναν ιστότοπο. Οι πιο εξελιγμένες εφαρμογές απαιτούν συμμετοχή των μαθητών, συμπεριλαμβανομένων προσομοιώσεων μάθησης στο διαδίκτυο με γραφικά, κινούμενα σχέδια, βίντεο και στοιχεία ήχου (Welsh, Wanberg, Brown & Simmering, 2003).

2.2.2. Κινητή μάθηση ή Mobile Learning (m-Learning)

Στη δεκαετία του 1960 από τον Alan Kay καθιερώθηκε η έννοια της κινητής μάθησης (Najmi, Lee, 2009). Το Mobile Learning είναι φορητές ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα συχνά στην τριτοβάθμια εκπαίδευση προκειμένου να έχουν πρόσβαση και να μοιράζονται πληροφορίες οι φοιτητές (Geist, 2011; Miller, 2012). Ο Kothamasu (2010) υποστήριξε ότι πέντε βασικές παράμετροι χρησιμοποιούνται στο m-learning, δηλαδή φορητότητα, κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, συνδεσιμότητα και εξατομίκευση. Στην περίπτωση φορητών συσκευών η μετακίνηση τους είναι εύκολη, μπορούν οι χρήστες να το έχουν συνεχώς μαζί τους και αυτό βοηθάει τους εκπαιδευόμενους να λάβουν πληροφορίες πολύ γρήγορα. Στην περίπτωση κοινωνικής αλληλεπίδρασης, βοηθά στην αλληλεπίδραση με φίλους και συμμαθητές για την αποστολή μηνυμάτων. Επιπλέον, βοηθά επίσης στην ανταλλαγή δεδομένων με άλλα άτομα. Η συνδεσιμότητα βοηθά στη δημιουργία ενός ισχυρού δικτύου, όπου ένας μαθητής μπορεί να συνδεθεί σε κινητά τηλέφωνα, συσκευές συλλογής δεδομένων και σε ένα κοινό δίκτυο. Η εξατομίκευση είναι πολύ σημαντική, γιατί μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να προσαρμόσουν τις πληροφορίες τις οποίες δέχονται από το εκπαιδευτικό υλικό. (Basak, Wotto & Belanger, 2018). Ο Mohanna (2015) δήλωσε ότι το m-learning μπορεί να ενσωματωθεί με τη βοήθεια διαφόρων τεχνολογιών λογισμικού και υλικού στις εφαρμογές πολυμέσων και να διευκολύνουν την εκπαιδευτική διαδικασία με διάφορες μορφές όπως παιχνίδια, κουίζ και άλλα πολυμέσα. Το m-learning μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε πολλά μαθήματα σε διαφορετικό επίπεδο εκπαίδευσης όπως πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, ανώτερη εκπαίδευση, δια βίου μάθηση αλλά και στην επαγγελματική εκπαίδευση.

2.2.3. Ψηφιακή Μάθηση ή Digital Learning (d-Learning)

Το d-learning θεωρείται ένα εκπαιδευτικό εργαλείο που μπορεί να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο παρέχεται η τριτοβάθμια εκπαίδευση και συνεχίζει να διαδίδεται ευρέως και να κερδίζει δημοτικότητα καθημερινά στον ψηφιακό κόσμο (Chitkushey et al., 2014). Πρόκειται για μια εκπαιδευτική πρακτική που χρησιμοποιείται αποτελεσματικά από την τεχνολογία για την ενίσχυση της μαθησιακής εμπειρίας των μαθητών. Περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα εργαλείων και πρακτικών, συμπεριλαμβανομένης, μεταξύ άλλων, την διαδικτυακής και διαμορφωτικής αξιολόγησης, την αύξηση της εστίασης και της ποιότητας των διδακτικών πόρων και του χρόνου, το διαδικτυακό περιεχόμενο και των κύκλο μαθημάτων, εφαρμογές της τεχνολογίας στην τάξη

και το σχολικό κτίριο, προσαρμοστικό λογισμικό για μαθητές με ειδικές ανάγκες, πλατφόρμες μάθησης, συμμετοχή σε επαγγελματικές κοινότητες, πρόσβαση σε υψηλού επιπέδου και απαιτητικό περιεχόμενο και οδηγίες όπως αναφέρεται στο Συμβούλιο των Κρατικών Κυβερνήσεων (Council of State Governments, 2013).

Η d-learning μπορεί επίσης να διευκολύνει νέες στρατηγικές και μορφές, συγκεκριμένα, τη διαδικτυακή και μεικτή μάθηση και να συμβάλει στην βαθύτερη κατανόηση και εμπέδωση (VanderArk, Schneider, 2012). Η d-learning μπορεί να προωθήσει τρεις διαφορετικούς τρόπους για την ενίσχυση της βαθύτερης μάθησης, όπως η εξατομικευμένη ανάπτυξη δεξιοτήτων, σχολεία και εργαλεία και η εκτεταμένη πρόσβαση (VanderArk, Schneider, 2012). Σύμφωνα με τον Suhonen (2005), τα περιβάλλοντα d-learning μπορούν να παρέχουν λύσεις για την υποστήριξη δραστηριοτήτων μάθησης, διδασκαλίας και μελέτης. Η Anohina (2005) δήλωσε ότι το περιβάλλον d-learning είναι εκπαιδευτικό λογισμικό, ψηφιακό εργαλείο εκμάθησης και διαδικτυακό πρόγραμμα σπουδών ή ο μαθησιακός πόρος. Οι Wit και Dompseier (n.d.) αναφέρουν ότι το περιβάλλον d-learning μπορεί να αποτελείται από διαφορετικά στοιχεία όπου οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν όπως απαιτείται. (Basak, Wotto & Be'linger, 2018).

2.2.4. Συνεργατική μάθηση μέσω κινητών συσκευών ή Mobile Collaborative Learning (MCL)

Το Mobile Collaborative Learning (MCL) ή η κινητή συνεργατική μάθηση τράβηξε πρόσφατα την προσοχή της ερευνητικής κοινότητας λόγω του δυναμικού της αντίκτυπου στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της απόδοσης των μαθητών. Ωστόσο, για να είναι πραγματικά αποτελεσματική, το δυναμικό των λύσεων που βασίζονται σε MCL εξακολουθεί να είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξερεύνητο, καθώς χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για την ανάπτυξη βελτιωμένων μαθησιακών περιβαλλόντων.

Στη βιβλιογραφία επισημαίνεται ότι, υιοθετώντας την προσέγγιση MCL, οι μαθητές βελτιώνουν το κίνητρό τους, καθώς και τις γνωστικές τους δεξιότητες. Οδηγεί σε θετικό αντίκτυπο και σε συναισθηματικό επίπεδο. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι το MCL στοχεύει την εκπαίδευση σε οποιοδήποτε επίπεδο, συμπεριλαμβανομένου του πανεπιστημιακού και του σχολικού επιπέδου. Τελευταίο αλλά όχι λιγότερο σημαντικό, φαίνεται να επηρεάζει θετικά και τα μαθησιακά αποτελέσματα, δηλαδή την απόδοση των μαθητών (Alyami, Pileggi & Hawryszkiewicz, 2020).

2.2.5. Επαυξημένη Πραγματικότητα μέσω κινητών συσκευών ή Mobile Augmented Reality (m-AR)

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μέσω κινητών συσκευών (Mobile Augmented Reality) καθιστά δυνατή τη δημιουργία ενός νέου είδους υπηρεσιών και εφαρμογών. Μερικά παραδείγματα εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας μέσω κινητών συσκευών περιλαμβάνουν, προσωπική πλοήγηση, συστήματα καθοδήγησης, τηλε-λειτουργία, ασφάλεια, ψυχαγωγία, ηλεκτρονικό εμπόριο και προσωπικές υπηρεσίες. Μεταφέροντας την λειτουργία της Επαυξημένης Πραγματικότητας σε κινητά περιβάλλοντα, οι χρήστες αντιμετωπίζουν νέες προκλήσεις όσον αφορά την ακριβή θέση, την εγγραφή, την απόδοση του συστήματος και την κατανάλωση της ενέργειας. Οι τεχνολογίες Επαυξημένης Πραγματικότητας μπορούν να μεταφέρουν οποιαδήποτε κατάσταση, τοποθεσία, περιβάλλον ή εμπειρία σε ένα εντελώς νέο επίπεδο νοήματος και κατανόησης. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα αλλάζει μοναδικά τον τρόπο που οι χρήστες μαθαίνουν με τις κινητές συσκευές. Στις εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας για κινητές συσκευές οι εικόνες και ο ήχος βοηθούν τους χρήστες να αντιληφθούν καλύτερα αντικείμενα και πληροφορίες για τον πραγματικό κόσμο. Η m-AR μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματική στην εκπαίδευση, καθώς παρέχει στους εκπαιδευτές και στους εκπαιδευόμενους μια νέα ευκαιρία να σκεφτούν βαθύτερα το περιεχόμενο και την λειτουργία των εκπαιδευόμενων μέσω της κινητής μάθησης (Jason Haag, 2013).

2.3. Παιγνιδοποίηση

Ως Παιγνιδοποίηση (Gamification) ορίζεται η χρήση στοιχείων σχεδίασης παιχνιδιών σε περιβάλλοντα εκτός παιχνιδιού. Η παιγνιδοποίηση εμφανίζεται σχετικά πρόσφατα ως έννοια, αλλά εμφανίζει ταχεία ανάπτυξη (Durão, Moreira, Ferreira & Pereira, 2019)

Η παιγνιδοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί σε περιεχόμενο και εκτός παιχνιδιού. Ο στόχος είναι να ενθαρρυνθούν οι συμμετέχοντες να συμμετάσχουν στη μάθηση, να εμπνεύσουν και να προωθήσουν αυτή, να λύσουν προβλήματα ή να διαμορφώσουν την συμπεριφορά αυτών. Ο σκοπός των εκπαιδευτικών παιχνιδιών είναι να βοηθήσουν τους συμμετέχοντες να κάνουν ερωτήσεις. Επίσης να επιλέξουν ένα θέμα από μια ποικιλία προβλημάτων και να είναι συνεπείς όσον αφορά τις απαντήσεις αυτών με τι οποίες επιθυμεί να λάβει ο δημιουργός του εκπαιδευτικού

παιχνιδιού (Karl, 2012; Brian 2014; Naomi & Irit 2015; Emerging trends Introduction to Gamification, 2014).

Ένα από τα πλεονεκτήματα της χρήσης παιχνιδιών στην εκπαίδευση είναι ότι καθορίζει καταστάσεις που απαιτούν προβληματισμό και λήψη αποφάσεων για την επίλυση προβλημάτων. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, η χρήση παιχνιδιών στην εκπαίδευση μπορεί να τραβήξει την προσοχή των μαθητών και να εξασφαλίσει την πλήρη δέσμευσή τους. Το παρακινητικό στυλ των παιχνιδιών μετατρέπει τη μαθησιακή διαδικασία σε κάτι δυναμικό και ενδιαφέρον καθώς οι μαθητές προχωρούν στην επίτευξη των στόχων. Η εκμάθηση μέσω παιχνιδιών επιτρέπει στους μαθητές να βιώσουν πράγματα σε μη απειλητικά σενάρια, να αποκτήσουν πρακτικές γνώσεις και να αλληλεπιδράσουν τόσο με το περιβάλλον όσο και με τους συναδέλφους τους (Pak 2011). Με την πρόοδο της τεχνολογίας, τα ψηφιακά παιχνίδια ήρθαν στο προσκήνιο (Prensky 2004). Τα ψηφιακά παιχνίδια παρουσιάζουν μια δομημένη διαδραστική εμπειρία, στα οποία οι παίκτες πρέπει να ακολουθήσουν ένα σύνολο κανόνων και σταδίων του παιχνιδιού για να επιτύχουν είτε το στόχο του παιχνιδιού (νίκη) ή όχι (Schell 2014).

Σήμερα, τα παιχνίδια γίνονται όλο και πιο δημοφιλή στον εκπαιδευτικό τομέα. Η δομή της εφαρμογής του παιχνιδιού εφαρμόζεται σε καταστάσεις εκτός παιχνιδιού και δεν έχει σχεδιαστεί για ψυχαγωγία. Στον τομέα της εκπαίδευσης, είναι δυνατόν να δοθούν ανταμοιβές για την απάντηση ερωτήσεων ή να ανταμειφθούν οι μαθητές όταν είναι σε θέση να υλοποιήσουν την εργασία που τους έχει ανατεθεί. Είναι δημοφιλές επειδή μπορεί να προβληθεί στον μαθητή μέσω ιστότοπου ή μέσω κοινωνικών δικτύων (Miller, 2014). Η εφαρμογή της παιχνιδοποίησης στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να βελτιώσει τη μάθηση, ξεπερνώντας ορισμένα μαθησιακά εμπόδια, όπως η έλλειψη προσοχής, της μη εμπλοκής και έλλειψης ενδιαφέροντος, εισάγοντας τον παράγοντα ευχαρίστησης στην ολοκλήρωση των μαθησιακών δραστηριοτήτων (Durão, Moreira, Ferreira & Pereira, 2019).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

3.1. Συστήματα Marker-based και Markerless-based

Σύμφωνα με τον Johnson (2010), η τεχνολογία AR κατηγοριοποιείται σε συστήματα AR βασισμένα σε συγκεκριμένα σημεία (markers) και σε αυτά τα συστήματα εντοπισμού θέσης (markerless). Οι εφαρμογές που βασίζονται σε συγκεκριμένα σημεία (marker-based) αναζητούν ένα μοτίβο εικόνας στο περιβάλλον και τοποθετεί το εικονικό αντικείμενο πάνω στο μοτίβο που έχει ορίσει ο κατασκευαστής. Έτσι, η κάμερα της συσκευής AR θα σαρώνει συνεχώς την είσοδο των δεδομένων που λαμβάνει και θα αναγνωρίζει ένα προκαθορισμένο μοτίβου εικόνας και θα κάνει σήμανση στη συνέχεια θα δημιουργήσει και θα τοποθετήσει γεωμετρικά το εικονικό αντικείμενο. Η γεωμετρία του εικονικού αντικειμένου θα διέπεται από τη γεωμετρία και τη θέση του δείκτη. Εάν η κάμερα χάσει την εικόνα του δείκτη, το εικονικό αντικείμενο χάνεται και ξανά εμφανίζεται μόνο όταν η κάμερα της συσκευής αναγνωρίσει και βλέπει τον συγκεκριμένο δείκτη, σε διαφορετική περίπτωση δεν εμφανίζεται το εικονικό αντικείμενο. Οι εφαρμογές marker-based αποτελούνται από τρία βασικά στοιχεία τα οποία είναι ένα αντικείμενο για την παροχή πληροφοριών για δείκτες, ένα συγκεκριμένο σημείο αναφοράς πάνω στο αντικείμενο για να γίνει αντιληπτό από την κάμερα, έτσι ώστε να μπορέσει να λάβει την εντολή και να την μετατρέψει σε άλλο τύπο δεδομένων. Τέλος η συνεχή διέλευση πληροφοριών από το σημείο αναφοράς σε συνδυασμό με το σύστημα εμφανίζουν στην οθόνη του συστήματος μια τρισδιάστατη πληροφορία.

Οι εφαρμογές που βασίζονται στον εντοπισμού της θέσης και όχι σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο (markerless-based), χρειάζονται ένα σύστημα παρακολούθησης που περιλαμβάνει GPS (Global Positioning System), δηλαδή σύστημα παγκόσμιου εντοπισμού θέσης μέσω δορυφόρου, μια πυξίδα και μια συσκευή αναγνώρισης εικόνας αντί για τα τρία στοιχεία των marker-based συστημάτων. Οι εφαρμογές χωρίς δείκτες διαθέτουν ευρύτερη εφαρμογή επειδή λειτουργούν οπουδήποτε χωρίς την ανάγκη για την αναγνώριση ενός προκαθορισμένου μοτίβου ή συμπληρωματικά σημεία αναφοράς. Σε markerless-based συστήματα, το εικονικό αντικείμενο τοποθετείται γεωμετρικά με βάση το SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), δηλαδή την ταυτόχρονη τοπική προσαρμογή και χαρτογράφηση, που λαμβάνει η ροή της κάμερας και

δημιουργεί 3 πλέγματα του περιβάλλοντος. Έτσι, το λογισμικό θυμάται το περιβάλλον ως τρισδιάστατο μοντέλο. Επομένως, όταν ένα εικονικό αντικείμενο τοποθετείται σε περιβάλλον, τοποθετείται στο τρισδιάστατο μοντέλο του. Έτσι, ακόμη και αν η κάμερα χάσει το σημείο επαφής με το εικονικό αντικείμενο, κατά την επιστροφή της κάμερας θα εξακολουθεί να βρίσκεται στην ίδια θέση (Kesim, Ozarslan, 2012).



3.2. Τεχνολογίες για συστήματα Επαυξημένης Πραγματικότητας

Σύμφωνα με τον Azuma (1997), η Επαυξημένη Πραγματικότητα πρέπει να έχει τρία χαρακτηριστικά, να συνδυάζει τον πραγματικό και τον εικονικό κόσμο, να αλληλοεπιδρά σε πραγματικό χρόνο με τον χρήστη και να εγγράφεται σε τρισδιάστατα περιβάλλοντα. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα επιτρέπει στον χρήστη να βρίσκεται στο πραγματικό κόσμο χωρίς να βυθιστεί εντελώς μέσα σε ένα συνθετικό περιβάλλον. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα και η Εικονική Πραγματικότητα χρησιμοποιούν τις ίδιες hardware τεχνολογίες και μοιράζονται πολλούς παράγοντες όπως ο εικονικές σκηνές δημιουργημένες από υπολογιστή, αντικείμενα 3D και την διάδραση, όπως αναφέρουν οι Kesim και Ozarslan (2012). Η κύρια διαφορά μεταξύ τους είναι όπου η Εικονική Πραγματικότητα στοχεύει στην αντικατάσταση του πραγματικού κόσμου, ενώ η Επαυξημένη Πραγματικότητα συμπληρώνει τον πραγματικό κόσμο με σεβασμό. Οι κύριες συσκευές για την Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι οθόνες/displays, υπολογιστές, συσκευές εισαγωγής και παρακολούθησης. See-through και Monitor-based displays, υπάρχουν δύο κύριοι τύποι displays που χρησιμοποιούνται στην Επαυξημένη Πραγματικότητα. Τα See-through displays τοποθετούν ταυτόχρονα τις εικόνες του πραγματικού και του εικονικού περιβάλλοντος στο οπτικό πεδίο του χρήστη. Τα Video See through και τα Optical See through συστήματα είναι δύο τύπου διαφορετικών See through displays (Kesim, Ozarslan, 2012).

3.2.1. Συστήματα Head Mounted Displays

Οι Head-mounted συσκευές τοποθετούνται στο κεφάλι ή σε ένα μέρος αυτού, σαν ένα μέρος από κράνος. Οι συσκευές διαθέτουν ένα μικρό display σαν γυαλιά μπροστά από την μάσκα ή μπροστά σε ένα από τα μάτια. Τα συστήματα Video-see through είναι χρήσιμα όταν θέλει ο χρήστης να αλληλοεπιδράσει με κάτι που βρίσκεται σε απομακρυσμένο χώρο ή για να χρησιμοποιήσει μια εικόνα από βελτιωμένα συστήματα. Τα Optical see-through συστήματα συνδυάζουν σκηνές που

δημιουργούνται από υπολογιστή μέσω των γυαλιών με την εικόνα του πραγματικού κόσμου. Σε γενικές γραμμές χρησιμοποιείται ένας κεκλιμένος ημιδιαφανής καθρέφτης. Αυτή η τεχνολογία καθρεφτών προσδίδει ορατότητα, μέσω των φακών και των γραφικών πληροφοριών να αντανακλώνται στα μάτια του χρήστη, ενώ ταυτόχρονα ο χρήστης βρίσκεται στον πραγματικό κόσμο. Τα Head Mounted Displays αρκετές φορές συνδυάζονται και με χειριστήρια, ρολόγια, όπλα, μέχρι και δαχτυλίδια (Litho ring controller) για να ζήσει ο χρήστης μια πιο μοναδική και ζωντανή εμπειρία. Τα τελευταία χρόνια τα γυαλιά έχουν εξελιχθεί τόσο πολύ που αναγνωρίζουν τις φυσικές κινήσεις των γυμνών χεριών του χρήστη (Nreal AR glasses) (Kesim, Ozarslan, 2012).

Head Mounted Συστήματα	
	
<p><i>Εικόνα 5. Video-see through σύστημα (Πηγή: Trivisio, 2011)</i></p>	<p><i>Εικόνα 6 . Optic-see through σύστημα (Πηγή: Inition, 2011)</i></p>

3.2.2. Συστήματα Handheld Displays

Ένας ακόμα τύπος συσκευής που χρησιμοποιεί video-see-through συστήματα έτσι ώστε να εντάξει γραφικά στο πραγματικό περιβάλλον είναι τα Handheld Displays. Τα Handheld Displays είναι οθόνες χειρός, μικρές υπολογιστικές συσκευές με οθόνες, τις οποίες μπορεί ο χρήστης να κρατήσει στα χέρια του. Τα δύο κύρια πλεονεκτήματα της φορητής Επαυξημένης Πραγματικότητας είναι η φορητή φύση των συσκευών και η πανταχού παρούσα κάμερα στα τηλέφωνα και τις συσκευές αυτού του είδους. Τα μειονεκτήματα αυτών των συστημάτων είναι οι φυσικοί περιορισμοί του χρήστη, ο οποίος πρέπει να κρατάει τη συσκευή χειρός μπροστά του ανά

πάσα στιγμή, καθώς και το στρεβλωτικό αποτέλεσμα των κλασικά ευρυγώνιων φωτογραφικών φακών των φορητών συσκευών, όταν συγκρίνεται με τον πραγματικό κόσμο όπως φαίνεται με το γυμνό μάτι (Feiner, 2011).

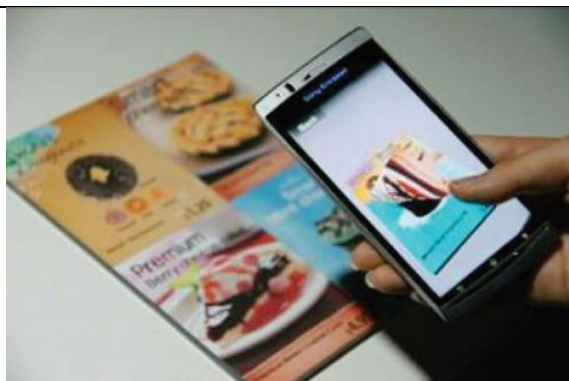
Έξυπνα τηλέφωνα, PDAs και Tablet με κάμερες, ψηφιακές πυξίδες, μονάδες GPS για τους αισθητήρες παρακολούθησης ελευθερίας έξι βαθμών και συστήματα βασικής σήμανσης χρησιμοποιούνται ως handheld displays στην Επαυξημένη Πραγματικότητα. Οι χωρικές displays οθόνες χρησιμοποιούν βίντεο προβολείς, οπτικά στοιχεία, ολογράμματα, ετικέτες ραδιοσυχνότητας και άλλων τεχνολογιών παρακολούθησης, με σκοπό την εμφάνιση γραφικών πληροφοριών απευθείας σε φυσικά αντικείμενα χωρίς να απαιτείται από τον χρήστη να φορέσει ή να μεταφέρει τα displays (Bimber, Raskar & Inami, 2007).

Ένας άλλος τρόπος που χρησιμοποιείται για να συνδυάσει φυσικά αντικείμενα και πληροφορίες που δημιουργούνται και παράγονται από τον υπολογιστή είναι μέσω των Projection Displays. Ένα φυσικό τρισδιάστατο μοντέλο με εικόνα σχεδιασμένη από υπολογιστή το οποίο προβάλλεται μέσω του συστήματος και δημιουργεί ένα ρεαλιστικό ορατό αντικείμενο (Kesim, Ozarslan, 2012).

Handheld Displays Συστήματα



Εικόνα 7 . Ένα φορητό σύστημα AR που εμφανίζει τρισδιάστατο γράφημα (Πηγή: CSM, 2011)



Εικόνα 8 . Οπτική τεχνολογία AR. Αντιλαμβάνεται αντικείμενα μέσω της κάμερας του smartphone και εμφανίζει στην οθόνη τρισδιάστατα μοντέλα σε πραγματικό χώρο. (Πηγή: Sony, 2011)

3.2.3. Απτικές Συσκευές

Απτικές συσκευές είναι βασικές συσκευές εισόδου δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην Επαυξημένη Πραγματικότητα, τα οποία σηματοδοτούν τη θέση και τον προσανατολισμό από τις εικόνες της κάμερας είναι τα Pinch gloves, τα χειριστήρια και τα έξυπνα τηλέφωνα. Τα Pinch gloves είναι ένα ζευγάρι γάντια που περιέχει αισθητήρες σε κάθε ένα από τα δάχτυλα του χεριού, τα οποία ανιχνεύουν την επαφή μεταξύ των ψηφίων του χεριού του χρήστη.

Είναι ένα αξιοθαύμαστο νέο σύστημα που χρησιμοποιεί τις χειρονομίες ως ένα ευρύ φάσμα ελέγχου και διαδραστικών λειτουργιών, αλλά και αλληλεπίδρασης με 3D προσομοιώσεις. Μια χειρονομία από τον χρήστη του δείκτη με τον αντίχειρα σαν τσίμπημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετακινηθεί ένα εικονικό αντικείμενο, μέσω των Pinch gloves παρέχεται μια αξιόπιστη και χαμηλού κόστους μέθοδος αναγνώρισης των φυσικών χειρονομιών. Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές και άλλοι οπτικοί αισθητήρες, επιταχυνσιόμετρα, GPS, γυροσκοπία, πυξίδες στερεάς κατάστασης, ραδιοσυχνότητες (RFID) και ασύρματοι αισθητήρες χρησιμοποιούνται ως συσκευές παρακολούθησης για την τοποθέτηση και τον προσανατολισμό της κεφαλής, του χεριού και των handheld του χρήστη ως συσκευές εισόδου δεδομένων. Αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν διάφορα επίπεδα ακρίβειας και εγκυρότητας. Οι υπολογιστές αναλύουν τα αισθητήρια οπτικά και άλλα δεδομένα, συνθέτουν και τοποθετούν τις επαυξήσεις και στη συνέχεια αντανakλούν την εμφάνιση αυτών στις συσκευές των χρηστών.

Οι τύποι συσκευών και αλληλεπίδρασης του συστήματος μεταξύ του χρήστη και του εικονικού περιεχομένου της Επαυξημένης Πραγματικότητας ορίζουν τη διεπαφή των συστημάτων. Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι αλληλεπίδρασης σε εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας: ο απτός, ο συνεργατικός, μικτογενής και οι αναδυόμενες πολυτροπικές διεπαφές. Χρησιμοποιώντας τις προαναφερόμενες μπορούμε να αναπτύξουμε πέντε διαφορετικά συστήματα Επαυξημένης Πραγματικότητας. Τα σταθερά εσωτερικά ή εξωτερικά συστήματα, κινητά εσωτερικά ή εξωτερικά συστήματα, και κινητά εσωτερικά και εξωτερικά συστήματα. Τα κινητά επιτρέπουν στον χρήστη να κινείται με τη βοήθεια ασύρματου συστήματος, ενώ τα σταθερά είναι τα συστήματα που είναι εγκατεστημένα χωρίς να έχουν την ευελιξία να μετακινούνται (Kesim, Ozarslan, 2012).

Απτικές Συσκευές



Εικόνα 9. Γάντια Pinch Gloves (Inition, 2011)



Εικόνα 10. Γάντια Data Glove (CyberGloves, 2011)

3.2.4. Συστήματα Απτικών Διεπαφών Χρήστη ή Tangible User Interface

Το σύστημα Tangible User Interface (TUI) είναι μια απτική διεπαφή στην οποία ένας χρήστης αλληλοεπιδρά με ψηφιακές πληροφορίες μέσω του φυσικού περιβάλλοντος. Ο σκοπός της ανάπτυξης των TUI είναι να ενισχύσει τη συνεργασία, τη μάθηση και το σχεδιασμό δίνοντας φυσικές μορφές σε ψηφιακές πληροφορίες, εκμεταλλευόμενοι έτσι την ανθρώπινη ικανότητα να συλλάβει και να χειρίζεται φυσικά αντικείμενα και υλικά. Ένας από τους πρωτοπόρους στις απτές διεπαφές χρήστη είναι ο Hiroshi Ishii, καθηγητής στο εργαστήριο MIT Media που είναι επικεφαλής του Tangible Media Group. Το ιδιαίτερο όραμά του για τα απτά UIs, που ονομάζονται Tangible Bits, είναι να δώσουν φυσική μορφή σε ψηφιακές πληροφορίες, καθιστώντας τα Bits άμεσα χειρίσιμα και αντιληπτά. Τα απτά bits επιδιώκουν την απρόσκοπτη σύζευξη μεταξύ φυσικών αντικειμένων και εικονικών δεδομένων (Ishii, Hiroshi, 2017)



Εικόνα 11 . Ηλεκτρονικό μουσικό όργανο, παράδειγμα Tangible User Interface (Πηγή: Daniel Williams, 2007)

3.2.5. Κύβος Επαυξημένης Πραγματικότητας ή AR Cube

Το AR Cube είναι ένα παιχνίδι με ολογράμματα που επιτρέπει στους χρήστες να κρατούν τον κύβο στο φυσικό περιβάλλον και να αλληλοεπιδρούν με τρισδιάστατα αντικείμενα χρησιμοποιώντας τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR).

Ο πιο γνωστός κύβος Επαυξημένης Πραγματικότητας είναι το Merge Cube, κοστίζει ελάχιστα και είναι συμβατό με συσκευές iOS και Android. Πρόκειται για ένα συγκεκριμένο φυσικό αντικείμενο σε σχήμα κύβου, ο οποίος όταν η κάμερα μιας έξυπνης συσκευής τον εντοπίσει, εμφανίζει τρισδιάστατα σχέδια. Είναι ιδανικό εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς, καθώς μπορούν να προσαρμόσουν ολόκληρες θεματικές και μαθήματα στον ίδιο κύβο, αλλάζοντας μόνο των τρισδιάστατο σχεδιασμό. Ο σχεδιασμός του ψηφιακού περιβάλλοντος του Merge Cube γίνεται μέσω της εφαρμογής CoSpaces Edu, ένα περιβάλλον προσιτό για να δημιουργήσει ο εκπαιδευτής. Δίνοντας είτε έτοιμα πλαίσια είτε την δυνατότητα να διαμορφώσει εξ ολοκλήρου όλα τα ψηφιακά αντικείμενα και την αλληλουχία αυτών. Είναι μια αρκετά διαδραστική εμπειρία για τους χρήστες και σίγουρα με μεγάλο ενδιαφέρον για την εξερεύνηση όλων των πλευρών του κύβου και τα τρισδιάστατα μυστικά που κρύβει (Merge Cube, 2020)

3.3. Σχεδιασμός Τρισδιάστατου Υλικού

Για τη δημιουργία τρισδιάστατου υλικού υπάρχουν κάποιες πλατφόρμες και εφαρμογές προκειμένου να δημιουργηθεί το τρισδιάστατο εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Οι πλατφόρμες και οι εφαρμογές αυτές έχουν σχεδιαστεί για να αξιοποιηθούν κυρίως, από την κινητή μάθηση.

Ο σχεδιασμός τρισδιάστατου υλικού αφορά τις ακόλουθες πλατφόρμες και εφαρμογές:

Augment, ZapWorks, Blippar, HP Reveal, Layar, Google Play Services for AR (AR Core), ARLOOPA, Creator AVR, Metaverse.

3.3.1. Augment (Android και iOS)

<https://www.augment.com/>

Η Augment είναι μια πλατφόρμα SaaS Επαυξημένης Πραγματικότητας που επιτρέπει στους χρήστες να απεικονίζουν τα προϊόντα τους σε 3D στο πραγματικό περιβάλλον και σε πραγματικό χρόνο μέσω tablet ή smartphone. Το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο λιανικό και ηλεκτρονικό εμπόριο, στην εκπαίδευση, στην αρχιτεκτονική καθώς και σε άλλες δραστηριότητες. Η πλατφόρμα επιτρέπει τη χρήση της μέσω Η/Υ αλλά και μέσω εφαρμογής σε κινητές συσκευές. Επίσης, διαθέτει κατάλληλα πακέτα για εκπαιδευτικούς σκοπούς σε σχολεία και πανεπιστήμια. Συγχρόνως, η πλατφόρμα παρέχει επιλογές για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, καθώς και πολλές άλλες χρήσιμες λειτουργίες, όπως παρακολούθηση μέσω του αποθηκευτικού χώρου cloud.

3.3.2. ZapWorks

https://zap.works/?utm_campaign=TrustRadius%20Review&utm_source=trustradius.com&utm_medium=click

Η ZapWorks είναι μια πλατφόρμα δημιουργίας υλικού Augmented reality (AR) και Virtual reality (VR). Το ZapWorks είναι μια ισχυρή εργαλειοθήκη AR για χρήστες που θέλουν να ξεπεράσουν τα όρια της δημιουργικότητας και της αφήγησης. Χρησιμοποιώντας το οικοσύστημα ZapWorks, μπορούν οι χρήστες να δημιουργήσουν, να δημοσιεύσουν και να αναλύσουν συναρπαστικές εμπειρίες AR πλάθοντας ιστορίες για εκπαιδευτική και εμπορική χρήση. Η πλατφόρμα παρέχει επιλογές για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, καθώς και πολλές άλλες χρήσιμες λειτουργίες, όπως την παρακολούθηση μέσω του αποθηκευτικού χώρου cloud, ενώ λειτουργεί

online και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από χρήστες μεγάλων αλλά και μικρών ηλικιών. Μάλιστα, χρησιμοποιείται σε κάποια σχολεία και βοηθάει τους εκπαιδευόμενους να οξύνουν το πνεύμα τους και να αναπτύξουν ικανότητες με διαδραστικά μαθησιακά υλικά.

3.3.3. Blippar (Android και iOS)

<https://www.blippar.com/>

Η Blippar είναι ένα εργαλείο δημιουργίας AR που έχει ήδη χρησιμοποιηθεί σε πολλά εκπαιδευτικά έργα και συνεργάζεται με διαφορετικά είδη πολυμέσων. Η εφαρμογή οπτικοποιεί θέματα και αντικείμενα από υλικό εκτύπωσης μετατρέποντάς τα σε διαδραστικά μοντέλα 3D. Η πλατφόρμα μπορεί να αξιοποιηθεί σε αρκετούς τομείς, όπως στη δημιουργία εφαρμογής κατά την οποία η κάμερα αναγνωρίζει αντικείμενα, αλλά και στη δημιουργία από τους προγραμματιστές πιο εξελιγμένων εφαρμογών ώστε οι χρήστες να ζουν μοναδικές εμπειρίες. Το 2018 βραβεύτηκε ως η καλύτερη εφαρμογή δημιουργίας AR περιεχομένου παγκοσμίως.

3.3.4. HP Reveal (Android και iOS)

<https://www.hpreveal.com/>

<https://www8.hp.com/us/en/printers/reveal.html>

Στην HP Reveal ο χρήστης μπορεί να κάνει σάρωση οποιασδήποτε εικόνας (φωτογραφία, γραφικά, έγγραφο κειμένου) με smartphone ή tablet (iOS ή Android) αλλά και να αλληλοεπιδράσει με την οθόνη, όταν η εικόνα σαρωθεί. Μια τέτοια ενέργεια μπορεί να είναι η εμφάνιση μιας ταινίας, η εμφάνιση στην οθόνη μιας επιπλέον εξήγησης, η αναφορά σε ιστότοπο κ.λπ. Με αυτόν τον τρόπο απλές αφίσες σε χαρτί, εικόνες, κωδικοί QR μπορούν μέσω της εφαρμογής Reveal να εμπλουτιστούν με τρισδιάστατα αντικείμενα. Στην ουσία επιτρέπει στους χρήστες να μετατρέπουν αντικείμενα, εικόνες και χώρους σε νέες διαδραστικές ευκαιρίες χρησιμοποιώντας γραφικό περιεχόμενο, κινούμενα σχέδια, βίντεο, ηχητικά και 3D περιεχόμενα.

3.3.5. LayAR (iOS)

<https://www.layar.com/>

Ως μέλος του ομίλου Blippar, η Layar είναι παγκόσμιος ηγέτης στο Augmented Reality and Interactive Print, συμβάλλοντας στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ του έντυπου και του ψηφιακού κόσμου. Η πρόσφατα επανασχεδιασμένη πλατφόρμα μέσω διαδικτύου και η εφαρμογή

για κινητές συσκευές προσφέρουν άπειρες δυνατότητες δημιουργίας υλικού Επαυξημένης Πραγματικότητας καθώς και εφαρμογή αυτών σε αρκετούς τομείς, πέρα από την εκπαίδευση. Η Layaar είναι πιο εύκολη στη χρήση από ποτέ, με μια εντελώς νέα φιλική προς το χρήστη διεπαφή. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν και να επεξεργάζονται τρισδιάστατο περιεχόμενο. Σαρώνοντας αντικείμενα εμφανίζονται επιπλέον ψηφιακά περιεχόμενα όπως κείμενα, διευθύνσεις URL, ήχους και βίντεο. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να αλληλοεπιδράσει με τον κόσμο με έναν εντελώς διαφορετικό τρόπο.

3.3.6. Google Play Services for AR (Android και iOS)

<https://developers.google.com/ar>

Η Google Play Services for AR εγκαθιστάτε και ενημερώνεται αυτόματα σε υποστηριζόμενες συσκευές, ενώ ακόμα διαθέτει και ειδική έκδοση για κινητά με λογισμικό iOS. Οι αυτόματες ενημερώσεις διασφαλίζουν ότι οι εφαρμογές με λειτουργικότητα AR λειτουργούν χωρίς να απαιτείται λήψη. Η εφαρμογή ξεκλειδώνει νέους τρόπους έτσι ώστε οι χρήστες να ψωνίσουν, να μάθουν, να δημιουργήσουν και να γνωρίσουν έναν διαφορετικό κόσμο. Η Google Play Services for AR επιτρέπει στη συσκευή να παρέχει εμπειρίες AR σε εφαρμογές που δημιουργήθηκαν από την πλατφόρμα AR της Google.

Η Google Play Services for AR πετυχαίνει την παρακολούθηση της θέσης της κινητής συσκευής καθώς κινείται και την οικοδόμηση της δικής της κατανόησης για τον πραγματικό κόσμο. Η τεχνολογία παρακολούθησης κίνησης της εφαρμογής χρησιμοποιεί την κάμερα του τηλεφώνου για να εντοπίσει ενδιαφέροντα σημεία, που ονομάζονται χαρακτηριστικά και παρακολουθεί πώς κινούνται αυτά τα σημεία με την πάροδο του χρόνου. Με έναν συνδυασμό της κίνησης αυτών των σημείων και των μετρήσεων από τους αισθητήρες του τηλεφώνου, καθορίζεται τόσο η θέση όσο και ο προσανατολισμός του τηλεφώνου καθώς κινείται μέσω στο χώρο ο χρήστης. Η κατανόηση του πραγματικού κόσμου από την εφαρμογή επιτρέπει στο χρήστη να τοποθετήσει αντικείμενα, σχόλια ή άλλες πληροφορίες με τρόπο που να συνδυάζεται άψογα με τον πραγματικό κόσμο.

3.3.7. ARLOOPA (Android και iOS)

<https://arloopa.com/>

Η πλατφόρμα και εφαρμογή ARLOOPA μοιάζει αρκετά στη λειτουργία της με την Augment, αλλά λειτουργεί πολύ καλύτερα από αυτή. Η πλατφόρμα παρέχει επιλογές για τη δημιουργία

τριδιάστατων μοντέλων, καθώς και πολλές άλλες χρήσιμες λειτουργίες, όπως την παρακολούθηση μέσω του αποθηκευτικού χώρου cloud. Επίσης, διαθέτει προσαρμοσμένη εφαρμογή Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας και ανάπτυξη παιχνιδιών, με 2D και 3D περιεχομένου. Όσον αφορά την εφαρμογή είναι αρκετά εύχρηστη και υπάρχει αλληλεπίδραση με το χρήστη, απεικονίζει ψηφιακές περιηγήσεις με αρκετά αντικείμενα στον χώρο με εξαιρετική λεπτομέρεια, για την διερεύνηση τους και ιδιαίτερα για ιστορικά στοιχεία πχ. μούμιες κτλ., ενώ καλύπτει αρκετούς άλλους τομείς τέχνες, επιστήμες, καθώς διαθέτει ένα ευρύ φάσμα ψηφιακού υλικού.

3.3.8. Creator AVR (Android και iOS)

<https://account.avrplatform.com/Home/IndexV2>

Η Creator AVR είναι μια εφαρμογή εικονικής τάξης, γεμάτη με λειτουργίες για τη διεξαγωγή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε ένα πρακτικό και ενδιαφέρον περιβάλλον. Η μάθηση μπορεί να είναι ανεξάρτητη ή να διεξάγεται σε ομάδες παρέχοντας έναν κόσμο δυνατοτήτων ακόμα και για απομακρυσμένη μάθηση. Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή αυτή οι εκπαιδευτικοί και οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να δημιουργήσουν γρήγορα, συναρπαστικά, διαδραστικά μαθήματα στις έξυπνες συσκευές ή στην επιφάνεια εργασίας τους. Η πλατφόρμα περιλαμβάνει εργαστήρια AVR και εικονικές αίθουσες διδασκαλίας που παρέχουν πρακτική εμπειρία μάθησης και δυνατότητα διεξαγωγής μαθημάτων μέσω Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας.

Χάρη στην εφαρμογή αυτή μπορούν να πραγματοποιηθούν ζωντανές συζητήσεις στην τάξη που επιτρέπουν σε 100 μαθητές να συγκεντρώνονται και να αλληλοεπιδρούν ουσιαστικά με το μάθημα και τον δάσκαλο τους στον ίδιο εικονικό χώρο. Επίσης, προσφέρει μια διαισθητική πλατφόρμα χωρίς κώδικα, για να ενθαρρύνει τους μαθητές να δημιουργήσουν μαθησιακό περιεχόμενο για βαθύτερη κατανόηση των νέων αυτών τεχνολογιών. Τέλος, παρέχει σε πραγματικό χρόνο, βασισμένα στη βάση δεδομένων, αυθεντικά χαρακτηριστικά αξιολόγησης και κουίζ που επιτρέπουν την αποτελεσματική παρακολούθηση της προόδου των μαθητών. Όσον αφορά την εφαρμογή είναι εύχρηστη και καλύπτει ένα αρκετά μεγάλο πλήθος θεμάτων με επιστημονικό ενδιαφέρον, με οπτικοακουστικά μαθήματα βιολογίας, χημείας, τεχνών, ιστορίας, ζωολογίας, αστροφυσικής και αρκετούς ακόμα κλάδους. Η εφαρμογή είναι αρκετά διαδραστική, καθώς οι συμμετέχοντες κατά την διάρκεια του μαθήματος μπορούν να περιστρέψουν, να μετακινήσουν

και να διακρίνουν το εσωτερικό του αντικείμενου είτε με την δική τους κίνηση είτε με την καθοδήγηση του διδάσκοντα.

3.3.9. Metaverse (Android και iOS)

<https://studio.gometa.io/landing>

Η Metaverse είναι μια εύχρηστη πλατφόρμα δημιουργίας διαδραστικού περιεχομένου, που μπορεί ο χρήστης να αποκτήσει εμπειρίες χρησιμοποιώντας το Metaverse Studio. Ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει διαδραστικά παιχνίδια και εκπαιδευτικές εμπειρίες να ζωντανεύουν στο πρόγραμμα περιήγησης. Μέσω της πλατφόρμας και της εφαρμογής γίνεται ενίσχυση του ψηφιακού γραμματισμού των μαθητών, της δημιουργικότητάς τους και οξύνεται η κριτική τους σκέψη. Ακόμα, οι συμμετέχοντες εξοικειώνονται περισσότερο με τις νέες τεχνολογίες, δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον για τα μαθήματα και δεσμεύονται για την επιτυχημένη ολοκλήρωση αυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΓΟΡΑ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Οι αντιδράσεις της αγοράς στις νέες τεχνολογίες κρίνονται πολύ σημαντικό για τους μελετητές. Η αναφορά των ΤΠΕ παγκόσμια δείχνει ότι οι άνθρωποι υιοθετούν άθελα και μη τις νέες τεχνολογίες, προκειμένου να συμβαδίσουν με την νέα ψηφιακή πραγματικότητα. Βέβαια το ψηφιακό χάσμα υφίσταται ακόμα και στις πιο εξελιγμένες τεχνολογικά πόλεις και στα πιο εξελιγμένα τεχνολογικά κράτη. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τεχνολογίες όπως η Επαυξημένη και Εικονική Πραγματικότητα, καθώς έχουν υιοθετηθεί αρκετά γρήγορα και φαίνεται να φέρουν θετικά χαρακτηριστικά, τόσο στον τομέα της διασκέδασης όσο και της εκπαίδευσης. Μιας και αυτές θα αποτελέσουν κινητήριοις δύναμη για την υλοποίηση των σύγχρονων τεχνολογιών. Είναι γεγονός ότι όσο μεγαλύτερο το ενδιαφέρον των καταναλωτών τόσο πιο άμεσα οι επιστήμονες και οι επιχειρήσεις θα δημιουργήσουν ακόμα πιο προηγμένες εφαρμογές από τις υφιστάμενες, αλλά και οι οργανισμοί και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα θα τις εφαρμόσουν στα προγράμματα σπουδών.

4.1. Ανάλυση της αγοράς για την Online learning

Στον 21ο αιώνα, η τεχνολογία παίζει καθοριστικό ρόλο στην καθημερινότητα των ανθρώπων και καλεί τους επαγγελματίες, τους εκπαιδευτικούς και τους εκπαιδευόμενους να προβληματιστούν ξανά για τις βασικές τους πεποιθήσεις, προκειμένου να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία για τον επανασχεδιασμό ή την ανασχηματισμό του συστήματος εκπαίδευσης και κατάρτισης. Επιπλέον οι τεχνολογικές συσκευές διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο και βοηθούν τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν περισσότερα πλεονεκτήματα από την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Ωστόσο οι όροι της ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning ή electronic learning), της κινητής μάθησης (m-learning ή mobile learning) και της ψηφιακής μάθησης (d-learning ή digital learning) χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά για την έννοια της τεχνολογικής μάθησης. Αρχικά η ηλεκτρονική μάθηση e-learning είναι συμπληρωματική αλλά και εναλλακτική της παραδοσιακής εκπαίδευσης. Από την άλλη πλευρά, η κινητή μάθηση m-learning είναι συμπληρωματική τόσο της παραδοσιακής μάθησης όσο και της ηλεκτρονικής μάθησης. Το M-learning όμως επιτρέπει στους μαθητές να αλληλοεπιδρούν με το διδακτικό υλικό, όταν βρίσκονται μακριά από τον κανονικό χώρο μάθησης (Clark, 2007). Συγχρόνως μέσω του m-learning, οι μαθητές μπορούν να αγοράσουν

εύκολα ηλεκτρονικά βιβλία και να κάνουν λήψη διδακτικού περιεχομένου στις έξυπνες συσκευές τους (Geist, 2011). Η συγκεκριμένη λειτουργία δεν θεωρείται πλέον καινοτομία για τους μαθητές, καθώς είναι ένα βασικό, διαδεδομένο μέσο παράδοσης μάθησης που στηρίζεται από χιλιάδες ιδρύματα μεταδευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και από πολλές επιχειρήσεις (Cherian, Williams, 2008). Η κινητική μάθηση είναι το υποσύνολο της ηλεκτρονικής μάθησης και η ηλεκτρονική μάθηση είναι μια μακροοικονομική έννοια και περιλαμβάνει την κινητή μάθηση καθώς και τα διαδικτυακά περιβάλλοντα. Ο Quinn (2000) τόνισε ότι «Η κινητή μάθηση είναι η ηλεκτρονική μάθηση μέσω φορητών υπολογιστικών συσκευών» (Basak, Wotto & Be' langer, 2018).

Η d-learning είναι ένα εργαλείο που βοηθάει και αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις που βιώνουν τα εκπαιδευτικά ιδρύματα και οι υπεύθυνοι χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής, καθώς βοηθά τους μαθητές να συνδεθούν από τις απομακρυσμένες περιοχές με μαθήματα κολεγίου και προετοιμασίας σταδιοδρομίας υψηλής ποιότητας. Τα μαθήματα διδάσκονται από έναν υψηλής ειδίκευσης εκπαιδευτικό ο οποίος δεν βρίσκεται στον ίδιο χώρο με τους εκπαιδευόμενους. Επιπλέον, η d-learning μπορεί επίσης να είναι πολύ χρήσιμη για τους εκπαιδευτικούς που στην πραγματικότητα αντιμετωπίζουν πολλά εμπόδια στην παράδοση του μαθήματος λόγω απόστασης, καθώς με την ψηφιακή μάθηση μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες των μαθητών (Digital Learning, 2011).

Το Online learning περιλαμβάνει ένα μεγάλο μέρος στην αγορά με διάφορα υπο-τμήματα που έχουν διακλαδωθεί για να καλύψουν μια ποικιλία πιο συγκεκριμένων μαθησιακών αναγκών. Το μέγεθος της αγοράς εκμάθησης γλωσσών στο διαδίκτυο μέσω online μαθημάτων αναμένεται να αυξηθεί κατά περίπου 17,9 δισεκατομμύρια δολάρια κατά την περίοδο 2019-2023. Η τμηματοποίηση των online μαθημάτων περιλαμβάνουν συνήθως μαθήματα, λύσεις και εφαρμογές. Οι πρωταρχικοί παίκτες στον κλάδο θεωρούνται αυτή την στιγμή εταιρείες όπως οι Duolingo, Houghton Mifflin Harcour, Pearson, Rosetta Stone και Sanako. Η ανάπτυξη της αγοράς αναμένεται να επηρεάζεται από την ευελιξία και τα οφέλη κόστους της διαδικτυακής διαδικασίας. Το κόστος της διαδικτυακής μάθησης είναι χαμηλό λόγω ελάχιστων απαιτήσεων. Απαραίτητο είναι μόνο το λογισμικό και το υλικό για την εγγραφή και ολοκλήρωση των εργασιών του μαθήματος. Η αύξηση της παγκόσμιας προσβασιμότητας των ψηφιακών πόρων αναμένεται επίσης να συμβάλει στην τόνωση αυτής της ανάπτυξης. (Basak, Wotto & Be' langer, 2018).

Το παγκόσμιο μέγεθος της αγοράς της ηλεκτρονικής μάθησης e-learning εκτιμήθηκε σε πάνω από 150 δισεκατομμύρια δολάρια το 2016 και προβλέπεται να αυξηθεί σε CAGR άνω του 5% κατά την περίοδο 2017 έως το 2024. Αυξανόμενη υιοθέτηση λύσεων κατάρτισης στις επιχειρήσεις και τους εργαζομένους αυτών, πιστεύεται ότι είναι ένας σημαντικός παράγοντας που προάγει την ανάπτυξη της αγοράς της ηλεκτρονικής μάθησης. Οι εργαζόμενοι μιας εταιρείας μπορεί να επωφεληθούν από μια εκπαιδευτική εμπειρία που προσαρμόζεται με βάση τις ανάγκες τους, για να ταιριάζει στην ικανότητά τους να μαθαίνουν, βελτιώνοντας έτσι τη διατήρηση πληροφοριών μέσω μιας διαδραστικής και εμπλουτισμένης εμπειρίας μάθησης. Εταιρείες όπως το CityCab, για παράδειγμα, έχουν ξεκινήσει διαδικτυακά προγράμματα κατάρτισης για την παροχή γλωσσικής εκπαίδευσης σε οδηγούς ταξί για τη βελτίωση της επικοινωνίας με τους πελάτες τους.

Επιπλέον κυβερνητικοί φορείς σε διάφορες οικονομίες έχουν αναλάβει πρωτοβουλίες και προγράμματα, για να αυξήσουν την πρόσβαση του τοπικού πληθυσμού σε σύγχρονες τεχνολογίες. Για παράδειγμα, το ινδικό Υπουργείο Ηλεκτρονικής και Τεχνολογίας Πληροφοριών (MeitY) υποστηρίζει τις δαπάνες e-learning-centric έρευνας και ανάπτυξης (R&D) σε ιδρύματα σε ολόκληρη τη χώρα (Technavio, 2019).

Η αμερικανική αγορά ηλεκτρονικής μάθησης αναμένεται να ηγηθεί της παγκόσμιας βιομηχανίας, λόγω στην αυξανόμενη διείσδυση εταιρικών προγραμμάτων κατάρτισης. Η υψηλή εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών, περιεχομένου βίντεο και gamification αναμένεται επίσης να αυξήσουν την ζήτηση. Επιπλέον, οι αναπτυσσόμενες οικονομίες στις περιοχές της Ασίας, όπως η Ινδία, έχουν αναλάβει πρωτοβουλίες για τη βελτίωση του ποσοστού αλφαριθμητισμού του γενικού πληθυσμού, κυρίως σε αγροτικές και ημι-αγροτικές περιοχές. Για παράδειγμα, το Υπουργείο Κυβέρνησης της Ινδίας ξεκίνησε το NPTEL, μια πρωτοβουλία e-Learning για μαθήματα μηχανικής, θετικών επιστημών και άλλων θεματικών. Οι κύριοι υποστηρικτές στα συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης περιλαμβάνουν τα McGraw-Hill, Oracle, Desire2Learn, Apollo Education Group, συστήματα Adobe, NetDimensions, Cisco Systems, Pearson, Coursera, HealthStream, SAP, Udacity Inc., Coursera Inc., Skillsoft, Cornerstone και EdX Inc (Global Market Insights, 2019).

Αναφέρεται επίσης ότι η αγορά " Education and Learning Analytics ", δηλαδή η εκπαίδευση και εκμάθηση ανάλυσης δεδομένων, αναμένεται να αυξηθεί από 2,6 δισεκατομμύρια δολάρια το 2018 σε 7,1 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έως το 2023, με CAGR 22,6% κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Η ανάγκη για αποφάσεις, βάσει δεδομένων, για βελτίωση της ποιότητας της

εκπαίδευσης αυξάνεται, μαζί με τον αυξανόμενο όγκο δεδομένων που παράγονται από διαφορετικά συστήματα, όπως τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης, τα συστήματα διαχείρισης μάθησης τα συστήματα πληροφοριών των μαθητών και τα συστήματα βιβλιοθηκών. Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα και οι συνεργατικοί οργανισμοί αναλύουν όλο και περισσότερο τα δεδομένα των μαθητών, για να αποκτήσουν πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά και τις αλληλεπιδράσεις αυτών. Επιπλέον, η αυξανόμενη υιοθέτηση της κινητής μάθησης mobile learning ή m-learning, με την αυξανόμενη υιοθέτηση του Bring Your Own Device (BYOD) μεταξύ των μαθητών, δηλαδή ο κάθε χρήστης να μπορεί να συμμετέχει μέσω της δικής του έξυπνης συσκευής, τροφοδοτούν την τάση ανάλυσης δεδομένων με τη διαθεσιμότητα μεγάλων συνόλων δεδομένων (Prnnewswire, 2018).

4.2. Η Επαυξημένη και Εικονική Πραγματικότητα στην αγορά

Η συνολική πρόβλεψη αγοράς της εταιρείας Greenlight Insights για τις τεχνολογίες Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας συνεχίζει να παρουσιάζει σταθερά κέρδη στις περισσότερες κατηγορίες της αγοράς. Καθώς η αγορά ωριμάζει, η Greenlight αναμένει ότι τα έσοδα από τις Location-Based VR Entertainment (LBVRE) και Head-Mounted Displays (HMDs) θα είναι ηγέτες της αγοράς και προβλέπει να κερδίσει έσοδα άνω των 10 δισεκατομμυρίων δολαρίων το 2023. Η έρευνα της τεκμηριώνει επίσης την προσδοκία ότι τα έσοδα που σχετίζονται με τις επιχειρήσεις (κυβέρνηση, υγειονομική περίθαλψη κ.λπ.) θα ξεπεράσουν τα έσοδα των καταναλωτών έως το 2021. Η Βόρεια Αμερική και οι περιοχές της Δυτικής Ευρώπης θα συνεχίσουν να ηγούνται στο μερίδιο αγοράς, μαζί με τις αναδυόμενες περιοχές της Ασίας, συμπεριλαμβανομένης της Κίνας, να βρίσκεται κοντά στην τρίτη θέση.

Σύμφωνα με την εταιρεία IDC, η AR και η VR θα αυξηθούν με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης CAGR 78,3% για τα επόμενα πέντε χρόνια και θα φτάσουν σχεδόν 10 φορές την κλίμακα του 2019, από 16,8 δισεκατομμύρια δολάρια το 2019 σε 160 \$ δισεκατομμύρια το 2023. Δύο από τις πέντε περιπτώσεις χρήσης για ανάπτυξη βρίσκονται στον τομέα της εκπαίδευσης. Με εργαστήρια και πρακτική εργασία στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, η οποία αναμένεται να αυξηθεί με CAGR 183,4 τοις εκατό κατά την προβλεπόμενη περίοδο. Επίσης με εργαστήρια και πρακτική άσκηση στην K – 12, το οποίο αναμένεται να αυξηθεί με CAGR 146,3%. (Greenlightinsights, 2019)

Στον Πίνακα 1. φαίνονται οι παράγοντες που έχουν συμβάλει στο τρέχον μέγεθος και την ελκυστική ανάπτυξη του κλάδου, όπως το προσιτό υλικό που διαθέτουν οι τεχνολογίες AR και VR και οι εξελιγμένες ταχύτητες διαδικτύου που υπάρχουν παγκόσμια. Κυρίως με την ερχομό της 5G τεχνολογίας πέμπτης γενιάς για δίκτυα κινητής τηλεφωνίας. Τέλος φυσικά τους ίδιους τους καταναλωτές-μελλοντικούς χρήστες, οι οποίοι φαίνονται αρκετά δεκτικοί ως προς τις νέες τεχνολογίες AR και VR. Ορισμένες εταιρείες που έχουν επενδύσει στην έρευνα θα παίζουν καθοριστικό ρόλο στο μέγεθος της ευκαιρίας AR και VR τα επόμενα χρόνια. Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα βασικά στοιχεία και τις πηγές που έχουν αναφερθεί μέχρι σήμερα που - συνολικά - απεικονίζουν τις τεράστιες δυνατότητες που σχετίζονται με τις τεχνολογίες VR και AR (Statista, 2019).

Πίνακας 1 . Ορισμός Αγοράς για τις τεχνολογίες AR και VR (Πηγή: techjury.net)

Ορισμος Αγοράς	Εφαρμογή	Ταμρινό Μέγεθος	Προβλεπόμενο Μέγεθος	Προβλεπόμενο Έτος	Πηγή
Εικονική και Επαυξημενη Πραγματικότητα	Παγκόσμια	\$27 Δισ.	\$209 Δισ.	2022	Statista, Greenlight Insights
Εικονική Πραγματικότητα	Παγκόσμια	\$8 Δισ.	\$44.7 Δισ.	2024	ReportLinker
Συσκευές AR & VR	Παγκόσμια	8εκ.Μονάδες	\$8εκ.Μονάδες	2022	CCS Insight
Μόνο Συσκευές VR	Παγκόσμια	<5εκ.Μονάδες	29εκ.Μονάδες	2022	CCS Insight
Συνολικά έξοδα σε περιεχόμενα εφαρμογών και βάσει τοποθεσίας VR	Παγκόσμια	\$2.54 Δισ.	\$3.77 Δισ.	2021	Statista
Πωλήσεις Βιντεοπαιχνιδιών VR	Παγκόσμια	\$15.1 Δισ.	\$22.9 Δισ.	2020	Statista
Χρηστές VR	Παγκόσμια	171 εκ.	Δ/Υ	Δ/Υ	Statista
Νεοσύστατες επιχειρήσεις VR	Παγκόσμια	2,052	Δ/Υ	Δ/Υ	AngellList

Στον ανωτέρω πίνακα προβλέπεται το μέγεθος που θα έχει η αγορά των τεχνολογιών AR και VR. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα και Εικονική Πραγματικότητα από 27 δισεκατομμύρια δολάρια προβλέπεται να φτάσει τα 209 δισεκατομμύρια το 2022. Οι συσκευές AR και VR από 8 εκατομμύρια μονάδες θα φτάσει τα 52 εκατομμύρια μονάδες το 2022. Αυτόνομες συσκευές VR από περίπου 5 εκατομμύρια μονάδες θα φτάσουν τις 29 εκατομμύρια μονάδες το 2022. Οι Πωλήσεις VR βιντεοπαιχνιδιών από 15,1 δισ. δολάρια στα 22,9 δισ. δολάρια το 2020. Αυτό που οι μελέτες όμως δεν καταφέρνουν να προβλέψουν είναι ο συνολικός αριθμός των χρηστών αλλά και των Startup εταιρειών που θα δημιουργηθούν τα επόμενα χρόνια, καθώς οι νέες συγκεκριμένες

τεχνολογίες φαίνεται να υιοθετούνται γρήγορα με ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τους καταναλωτές (Techjury, 2019).

4.3. Έρευνα για την τοποθέτηση της αγοράς στις AR και VR τεχνολογίες από την Perkins Coie

Τον Ιανουάριο του 2018 πραγματοποιήθηκε έρευνα με 140 συμμετέχοντες από την εταιρεία Perkins Coie. Το 56% κατείχαν τίτλους C-level ή VP (π.χ. CEO, πρόεδρος, ιδιοκτήτης ή διευθυντής τεχνολογίας). Οι ερωτηθέντες ήταν το 42% Ιδρυτές/στελέχη μιας startup AR, VR ή MR, το 21% Διευθυντές σε εταιρεία τεχνολογίας, το 15% Σύμβουλοι/εξωτερικοί σύμβουλοι, το 8% Επενδυτές, το 4% εταιρείες παραγωγής, το 3% Προγραμματιστές και το 7% άλλοι επαγγελματίες. Τα άτομα που ολοκλήρωσαν την έρευνα προέρχονταν από μια ποικιλία βιομηχανιών, με αρκετούς από τον τομέα της ψυχαγωγίας 21% και του gaming 18%.

Στην έρευνα φαίνεται ότι οι περισσότεροι ειδικοί του κλάδου και οι συμμετέχοντες αναμένουν ότι η αγορά AR θα ξεπεράσει την VR στα έσοδα. Ωστόσο, το 51% αναμένει ότι θα συμβεί εντός τριών ετών. Οι συμμετέχοντες στη βιομηχανία έχουν εκφράσει την ανησυχία τους για τους διάφορους νομικούς κινδύνους που επηρεάζουν την AR και VR, με την προστασία της ιδιωτικής ζωής και των δεδομένων των καταναλωτών, την αξιοπιστία του προϊόντος, θέματα υγείας και ασφάλειας, παραβίαση IP. Στην έρευνα προκύπτει ότι οι περισσότεροι τρέχοντες χειριστές επιχειρήσεων που βασίζονται σε VR σχεδιάζουν να δημιουργήσουν έσοδα από την τεχνολογία AR και VR με την πώληση προϊόντων ή συνδρομών με 59%, ακολουθούμενο από χρέωση για πρόσθετες λειτουργίες ή για αγορές εντός εφαρμογής με δωρεάν εφαρμογές με ποσοστό 27%.

Σύμφωνα με την εταιρεία Perkins Coie τα μεγαλύτερα εμπόδια που αντιμετωπίζει η Επαυξημένη Πραγματικότητα, όπως φαίνεται στην έρευνα είναι αυτή της εμπειρίας των χρηστών, καθώς στην παρούσα φάση υπήρχαν τεχνολογικοί περιορισμοί και δυσλειτουργίες σε ποσοστό 39%. Το κόστος είναι σίγουρα ένας ανασταλτικός παράγοντας για την αγορά τέτοιων τεχνολογιών από τους καταναλωτές αλλά και για τις ίδιες τις επιχειρήσεις σε ποσοστό 22%. Το περιεχόμενο, το οποίο προσφέρεται τη δεδομένη στιγμή δεν είναι ποιοτικό και θεωρείται ελλιπές για την απίστευτη βιβλιογραφία που υπάρχει παγκοσμίως σε ποσοστό 17%. Η απροθυμία των καταναλωτών και των ίδιων των επιχειρήσεων λειτουργεί επίσης κατά των νέων τεχνολογιών, όπως επίσης η έλλειψη χρηματοδότησης σε 9% και 4% αντίστοιχα, ειδικά σε νέες τεχνολογίες, όπως αυτές που

ως βάση τους έχουν την εξέλιξη και την έρευνα. Τέλος, υπάρχει ένα μικρό ποσοστό 2% που αφορά τους κανονισμούς λειτουργίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας και των νομικών ρίσκων που φέρουν (Perkins Coie, 2018).

Στις αρχές του 2019, 200 ερωτηθέντες ολοκλήρωσαν μια διαδικτυακή έρευνα. Περισσότεροι από τους μισούς ερωτηθέντες το 57% κατείχαν τίτλους C-level ή VP (π.χ. CEO, πρόεδρος, ιδιοκτήτης ή διευθυντής τεχνολογίας). Οι ερωτηθέντες ήταν το 68% Διευθυντές σε εταιρεία τεχνολογίας, το 18% Ιδρυτές/στελέχη μιας startup AR, VR ή MR, το 7% Σύμβουλοι/εξωτερικοί σύμβουλοι, το 4% Πολιτικοί/Μέλη κυβέρνησης και το 4% Επενδυτές. Τα άτομα που ολοκλήρωσαν την έρευνα προέρχονταν από μια ποικιλία βιομηχανιών, με τον τομέα της ψυχαγωγίας gaming να έχει το 19% και το λογισμικό για επιχειρήσεις 18%.

Στην ερώτηση, πώς έχουν έσοδα ή πώς σκοπεύουν να έχουν έσοδα αξιοποιώντας τις νέες τεχνολογίες το 48% απάντησε μέσω πώλησης προϊόντων ή συνδρομών, ενώ επίσης μεγάλο ποσοστό το 41% απάντησε μέσω έξτρα χρεώσεων ή αγορών εντός εφαρμογής. Το 48% των ερωτηθέντων δημιουργεί περιεχόμενο για τις συγκεκριμένες τεχνολογίες που απευθύνεται στον τομέα της ψυχαγωγίας μέσω βιντεοπαιχνιδιών. Το 57% δηλαδή συντριπτική πλειοψηφία απάντησε, ότι η Βόρεια Αμερική θα έχει τη γρηγορότερη εξέλιξη σ' αυτές τις νέες τεχνολογίες τα επόμενα 5 χρόνια. Ενώ για τους τομείς που πιστεύουν, ότι θα υπάρξουν μεγαλύτερες επενδύσεις στη δημιουργία περιεχομένου το 54% απάντησε πάλι τον τομέα της ψυχαγωγίας gaming, το 43% τον τομέα της υγείας και των ιατρικών συσκευών και το 36% τον τομέα της εκπαίδευσης. Φαίνεται ότι η αγορά προωθεί τις τεχνολογίες αυτές ως παιχνίδια και έπειτα ως εκπαιδευτικά εργαλεία. Τέλος, οι δύο πλατφόρμες που φαίνεται οι περισσότεροι να δημιουργούν και να επεξεργάζονται τις νέες αυτές τεχνολογίες είναι με 34% η Google ARcore και με 33% η Oculus Rift (Perkins Coie, 2019).

Στην ίδια έρευνα που διεξήχθη τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2020 με 191 συμμετέχοντες, το 47% αυτών εργάζονται σε εταιρεία στο χώρο των νέων τεχνολογιών, το 19% σε Startup, το 16% είναι σύμβουλοι/εξωτερικοί επιχειρήσεων, το 12% επενδυτές και το 5% αυτών Πολιτικοί/Μέλη κυβέρνησης. Το 47% των ερωτηθέντων κατείχαν τίτλους C-level ή VP (π.χ. CEO, πρόεδρος, ιδιοκτήτης ή διευθυντής τεχνολογίας). Στην έρευνα δόθηκε μια διαφορετική κατεύθυνση, προκειμένου να βγουν χρήσιμα συμπεράσματα και για άλλους τομείς πέρα της ψυχαγωγίας. Έτσι στην ερώτηση σε ποιους τομείς εκτός από το χώρο της ψυχαγωγίας, αναμένεται η μεγαλύτερη αναστάτωση από τη χρήση των τεχνολογιών AR και VR τους επόμενους 12 μήνες,

38% συγκέντρωσε η υγειονομική περίθαλψη και τις ιατρικές συσκευές και η εκπαίδευση συγκέντρωσε 28%. Επιπρόσθετα, στην ερώτηση για ποιους παράγοντες πιστεύουν ότι η αγορά της Επαυξημένης Πραγματικότητας θα ξεπεράσει αυτή της Εικονικής, το κόστος αποτέλεσε τον πιο σημαντικό παράγοντα με ποσοστό 57%, η πρόσβαση στην AR με 25%, η ασφάλεια με 45% και η αλληλεπίδραση και η ευκολία χρήσης με 41% και επειδή υπήρχε η δυνατότητα πολλαπλών απαντήσεων και γι' αυτό τον λόγο προκύπτουν τα συγκεκριμένα ποσοστά. Ενώ στην περίπτωση που η Εικονική Πραγματικότητα ξεπερνάει την Επαυξημένη, το 43% απάντησε ότι θα είναι κυρίως για τον τομέα της ψυχαγωγίας και την βιομηχανία των παιχνιδιών.

Ακόμα στην ερώτηση με ποιον τρόπο οι εταιρείες θα εφαρμόσουν τις συγκεκριμένες τεχνολογίες, το 70% απάντησε στην εκπαίδευση και εξέλιξη του προσωπικού. Όπως φαίνεται στην έρευνα, το 66% πιστεύει ότι οι τεχνολογίες αυτές τα επόμενα δύο χρόνια θα προσφέρουν στον τομέα της εκπαίδευσης εντυπωσιακές διδακτικές εμπειρίες, ανάπτυξη δεξιοτήτων το 55%, διαδραστική εκπαίδευση μέσω τρισδιάστατων μοντέλων με ποσοστό 49%, προσομοιώσεις προηγούμενων εμπειριών για νέους μαθητές το 40%, εξατομικευμένη μάθηση και θα διευκολύνεται η αυτοκατευθυμένη μάθηση με 32% και 26% αντίστοιχα. Τέλος η περιοχή που 72% των συμμετεχόντων που πιστεύουν ότι θα έχει την ταχύτερη ανάπτυξη στις νέες αυτές τεχνολογίες είναι η Βόρεια Αμερική (ΗΠΑ, Καναδάς, Μεξικό), ενώ στην προηγούμενη έρευνα του 2019 το ποσοστό ήταν 57%.

Συμπερασματικά και στις 3 τελευταίες χρονιές 2018-2020 της έρευνας φαίνεται ότι προκύπτουν κοινά αποτελέσματα, με την μόνη διαφορά ότι η Επαυξημένη Πραγματικότητα γίνεται ολοένα και πιο αποδεκτή από την αγορά και φαίνεται η εξέλιξη και οι προσδοκίες αυτής από την συγκεκριμένη τεχνολογία (Perkins Coie, 2020).

4.4. Το κόστος της Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας

Όσον αφορά την εφαρμογή των τεχνολογιών Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας στην εκπαίδευση το κύριο εμπόδιο είναι το κόστος, καθώς οι πλατφόρμες σχεδιασμού και ο εξοπλισμός έχουν μεγάλο κόστος, πόσο μάλλον στις μαζικές εκπαιδεύσεις. Οι πλατφόρμες σχεδιασμού των τρισδιάστατων αντικειμένων με σκοπό την δημιουργία ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος κοστίζουν περίπου από 5 € έως 1300 € τον μήνα. Η κάθε πλατφόρμα προσφέρει διαφορετικές δυνατότητες σχεδίασης και υλοποίησης και γι' αυτό υπάρχει ένα μεγάλο εύρος τιμών. Με τον

εξοπλισμό headsets της Εικονικής και Μικτής Πραγματικότητας, να κοστίζουν το Google Cardboard 17 €, το Homido V2 Virtual Reality Headset 54 €, το Oculus Go 170 €, το Oculus Rift VR στα 449 €, το Oculus Quest All-in-one VR Gaming Headset 545 €, το HTC VIVE Cosmos Elite VR Headset 760 €, το Valve Index 845 €, το Samsung Gear VR 127 €, το HTC Vive Pro Full Kit 1.162,00 € και τέλος το Microsoft HoloLens 2.956 €. Τα πιο πάνω αποτελούν τα πιο γνωστά headsets για την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών στην αγορά και οι δυνατότητες και λειτουργίες αυτών ποικίλουν ανά συσκευή. Η έρευνα των τιμών έγινε στην μηχανή αναζήτησης google, όπου και προέκυψαν οι πιο πάνω τιμές. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι πιο προσιτή από τους χρήστες, καθώς μπορούν με την χρήση smart κινητών συσκευών, να αλληλοεπιδράσουν με εφαρμογές που έχουν διαθέσιμες τεχνολογίες και Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας. Τα smart κινητά τηλέφωνα ή tablets πλέον βγαίνουν σε αρκετά προσιτές τιμές και ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού παγκοσμίως διαθέτει μιας smart συσκευή.

Το κόστος αυτών των τεχνολογιών συγκριτικά με τα προηγούμενα έτη έχει μειωθεί. Πλέον υπάρχει ένα μεγάλο εύρος τιμών προκειμένου η τεχνολογία να εφαρμόζεται σε διάφορους τομείς. Οι πλατφόρμες δημιουργίας περιεχομένου προσφέρουν διαφορετικές λειτουργίες και αρκετές από αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν και να ενταχθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το κόστος παραμένει ανασταλτικός παράγοντας όμως για την εφαρμογή της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση, παρόλα αυτά με σωστούς χειρισμούς είναι πλέον εφικτό να εφαρμοστεί η τεχνολογία αυτή σε εκπαιδευτικά προγράμματα. Το υφιστάμενο περιεχόμενο παρόλα αυτά εμφανίζει κενά, μιας και δεν υπάρχουν εκπαιδευτικοί που να έχουν δημιουργήσει παιδαγωγικό υλικό για να μπορέσει να γίνει εκμάθηση μέσω της AR.

Πιο συγκεκριμένα στην Ελλάδα στην κεντρική e-υπηρεσία του Υπουργείου Παιδείας το Φωτόδεντρο, όπου είναι ο εθνικός συσσωρευτής εκπαιδευτικού περιεχομένου για την Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, για την ενοποιημένη αναζήτηση και διάθεση για κάθε ενδιαφερόμενο ψηφιακού εκπαιδευτικού περιεχομένου στα σχολεία, πιο συγκεκριμένα την δεδομένη στιγμή δεν υπάρχει κάποιο μάθημα που να συνδυάζει αυτή την τεχνολογία και δεν γίνεται αναφορά στην Επαυξημένη Πραγματικότητα. Παρόλο που δυσνόητες έννοιες και απεικονίσεις αντικειμένων θα διευκόλυναν την εκπαιδευτική διαδικασία, φαίνεται ότι ούτε οι εκπαιδευτικοί είναι έτοιμοι να εντάξουν μια τόσο «φρέσκια» τεχνολογία στα εκπαιδευτικά προγράμματα (Φωτόδεντρο, 2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕΣΩ AR

5.1 Η χρήση της AR ανά τομέα

Η τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας είναι μια νέα τεχνολογία που παρόλο την πρόσφατη ανακάλυψη της έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετούς τομείς, όπως ο στρατιωτικός κλάδος, ο ιατρικός κλάδος, ο τεχνικός κλάδος, στην ρομποτική, σε εφαρμογές κατασκευής, συντήρησης και επισκευής, στις επιχειρήσεις, σε ψυχολογικές θεραπείες κτλ. (Azuma, Bailiot, Behringer & Feiner, 2001).

Εμφάνιση εικονικών πληροφοριών όπου ο χρήστης δεν μπορεί να ανιχνεύσει άμεσα μόνο με τις δικές του αισθήσεις, μέσω της Επαυξημένης Πραγματικότητας επιτρέπεται να αλληλοεπιδράσει με τον πραγματικό περιβάλλον με τρόπους που πιο πριν δεν ήταν δυνατόν. Δίνεται η δυνατότητα ο χρήστης να αλλάξει τη θέση, το σχήμα και άλλα γραφικά χαρακτηριστικά εικονικών αντικειμένων, με τεχνικές αλληλεπίδρασης τις οποίες υποστηρίζει η Επαυξημένη Πραγματικότητα. Χρησιμοποιώντας τα δάχτυλα ή κινήσεις φορητών συσκευών όπως κούνημα και κλίση των συσκευών δίνουν τη δυνατότητα χειρισμού εικονικών αντικειμένων, καθώς και φυσικών αντικειμένων στον πραγματικό κόσμο. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να εφαρμοστεί για μάθηση, ψυχαγωγία ή εκπαίδευση, βελτιώνοντας την αντίληψη ενός χρήστη και την αλληλεπίδραση με τον πραγματικό κόσμο. Ο χρήστης μπορεί να μετακινηθεί στην τρισδιάστατη εικόνα και να την δει από οποιοδήποτε σημείο, όπως ακριβώς σε ένα πραγματικό αντικείμενο. Οι πληροφορίες που μεταφέρονται από τα εικονικά αντικείμενα βοηθούν τους χρήστες στην απόδοση των καθηκόντων και υποχρεώσεων τους στον πραγματικό κόσμο (Kiyokawa, et al., 2002).

Το σύστημα Tangible User Interface είναι ένας από τους σημαντικούς τρόπους βελτίωσης της μάθησης. Αυτή η ιδιότητα επιτρέπει χειρισμούς τρισδιάστατων εικονικών αντικειμένων απλά μετακινώντας πραγματικές κάρτες χωρίς ποντίκι ή πληκτρολόγιο. Η AR μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση συνεργατικών εργασιών. Είναι δυνατό τεχνολογικά να αναπτυχθεί ένας καινοτόμος υπολογιστής ο οποίος θα συγχωνεύει τους εικονικούς και πραγματικούς κόσμους για να βελτιώσει τη συνεργασία πρόσωπο με πρόσωπο αλλά και την εξ αποστάσεως συνεργασία. Οι εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας μοιάζουν περισσότερο με τη πρόσωπο με πρόσωπο φυσική συνεργασία παρά με τη συνεργασία μέσω οθόνης (Kiyokawa, et al., 2002).

Μια άλλη ενδιαφέρουσα εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας είναι τα εγχειρίδια Επαυξημένης Πραγματικότητας. Αυτά τα βιβλία εκτυπώνονται κανονικά, αλλά δείχνοντας με μια κάμερα το βιβλίο εμφανίζονται απεικονίσεις και σχεδιασμένες αλληλεπιδράσεις. Αυτό είναι δυνατό με την εγκατάσταση ειδικού λογισμικού στον υπολογιστή, χρησιμοποιώντας ειδικές εφαρμογές για κινητές συσκευές ή ιστοσελίδα. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει σε οποιοδήποτε υπάρχον βιβλίο να εξελιχθεί σε μια έκδοση Επαυξημένης Πραγματικότητας. Χρησιμοποιώντας τρισδιάστατα αντικείμενα και προβολές, διάφορα και ευφάνταστα μέσα, προσομοιώσεις με διαφορετικούς τύπους οι αλληλεπιδράσεις είναι οι ευκολότεροι τρόποι σύνδεσης των δύο κόσμων. Μέσω της χρήσης της Επαυξημένης Πραγματικότητας στο σελίδες τυπωμένων βιβλίων, τα βιβλία θα γίνουν δυναμικές πηγές πληροφοριών. Με αυτόν τον τρόπο άτομα χωρίς γνώσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών μπορούν να έχουν μια πλούσια διαδραστική εμπειρία (Lee, 2012).

Η AR σχετίζεται με την εμπειρία και είναι το κύριο επιχείρημά της για την εισαγωγή στην εκπαίδευση. Επίσης πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση σε θέματα εμπειρίας, αφού η AR έχει ως κύριο στόχο να αλλάξει την εμπειρία των χρηστών. Η εμπειρία μπορεί να επηρεαστεί και από τη συσκευή (αν οι χρήστες βλέπουν σε οθόνη υπολογιστή, ή οθόνη κινητού ή γυαλιά VR) και από την εφαρμογή (αν είναι ατομική ή ομαδική ή αλληλεπιδραστική). Οι δυναμικές δραστηριότητες που βασίζονται στο παιχνίδι, οι οποίες χρησιμοποιούν τεχνολογίες AR, προσφέρουν παιδαγωγικά οφέλη και αντιπροσωπεύουν μια ευκαιρία στην ενεργοποίηση της καινοτομίας στην εκπαίδευση μέσω της εφαρμογής αναδυόμενων τεχνολογιών, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούν αξιομνημόνευτες εμπειρίες εκπαίδευσης (Sáez-López, Sevillano-García & Pascual-Sevillano, 2019).

Έρευνες έδειξαν ότι οι τεχνολογίες VR και AR στους εταιρικούς χώρους, είναι ένα συνεργατικό, εξηγήσιμο και καθοδηγούμενο, εργαλείο για την εκμάθηση των δεξιοτήτων, το οποίο μπορεί να εξηγηθεί και να φανεί χρήσιμο για τους εργαζόμενους, τους διευθυντές και τους πελάτες. Επίσης είναι πιο εφικτό ο επιχειρηματικός κόσμος να υιοθετήσει την Επαυξημένη Πραγματικότητα ως ένα μέσω εκπαίδευσης των στελεχών της συγκριτικά με τον εκπαιδευτικό τομέα. Καθώς διαθέτουν μεγαλύτερο κεφάλαιο και η συγκεκριμένη τεχνολογία φέρει άμεσα αποτελέσματα μάθησης, πράγμα το οποίο ενδιαφέρει άμεσα τις επιχειρήσεις προκυμμένου να έχει γρήγορη εκπαίδευση προσωπικού χωρίς να δαπανηθεί μεγάλος χρόνος υλοποίησης. Μάλιστα έγινε χρήση διαφόρων εφαρμογών όπως ο κατασκευαστικός κλάδος, στρατιωτικός τομέας και άλλους κλάδους με πολύ θετικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα στην BMW οι μηχανικοί χρησιμοποίησαν γυαλιά AR και λάμβαναν τρισδιάστατη ενημέρωση για τα εξαρτήματα που έπρεπε να αντικατασταθούν,

βοηθώντας τους έτσι να κάνουν πιο εύκολα διάγνωση, να αντικαταστήσουν το εξάρτημα και εν τέλη να λύσουν το πρόβλημα, χωρίς να θέτουν την σωματική τους ακεραιότητα σε κίνδυνο. Ενώ ταυτόχρονα δίνεται ο χώρος σε βελτιώσεις των διαδικασιών μέσω ανατροφοδότησης (feedback) προτού ολοκληρωθεί για παράδειγμα ο σχεδιασμός ενός προϊόντος (Lee, 2012).

5.2 Χρήση AR στον εκπαιδευτικό τομέα

Όπως αναφέρει η EY (Ernst & Young) το 2018 η τεχνητή νοημοσύνη, η ρομποτική και η Επαυξημένη και Εικονική Πραγματικότητα θα αναδιαμορφώσουν την κοινωνία. Έχει ξημερώσει μια νέα «περίοδος επέκτασης των ανθρώπινων δυνατοτήτων», όπου η τεχνητή νοημοσύνη (AI), η ρομποτική, η AR και η VR, θα γίνονται όλο και πιο ζωντανές και θα λειτουργούν αυτόνομα. Αυτό θα προκαλέσει έναν άνευ προηγουμένου επανακαθορισμό των εννοιών της εργασίας, της καταναλωτικής συμπεριφοράς και του ρυθμιστικού περιβάλλοντος. Καθώς η τεχνητή νοημοσύνη και η ρομποτική υπεισέρχονται σε περισσότερα επαγγέλματα, θα επαναπροσδιορίσουν τη φύση της εργασίας, με επιπτώσεις στα πάντα, από τις οικονομικές ανισότητες ως τις κοινωνικές συμβάσεις και την εκπαιδευτική πολιτική. Οι δυνάμεις του δραστικού μετασχηματισμού θα συμβάλουν στην αναβίωση της πολιτιστικής κληρονομιάς και των μικρότερων πόλεων, που προσφέρουν χαμηλότερο κόστος και υψηλότερη ποιότητα ζωής. Αυτές οι πόλεις θα μπορούσαν να αποτελέσουν κέντρα καινοτομίας, καθώς τεχνολογίες όπως οι τρισδιάστατες εκτυπώσεις, η Επαυξημένη και η Εικονική Πραγματικότητα, το Internet of Things (IoT) και η τεχνητή νοημοσύνη εκδημοκρατίζουν και αποκεντρώνουν την καινοτομία και την παραγωγή.

Τα θετικά των VR, AR, MR και XR έχουν αναγνωριστεί πριν αρκετά χρόνια. Σύμφωνα με μια συγκεντρωτική μελέτη που έγινε το 2012 από τον Kangdon Lee στο Πανεπιστήμιο του Northern Colorado των ΗΠΑ προκύπτει ότι οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να ενδυναμώσουν την θέλησή τους για μάθηση και να ενισχύσουν τις πρακτικές που βασίζονται στο εκπαιδευτικό ρεαλισμό, με την Επαυξημένη και την Εικονική Πραγματικότητα. Μελετήθηκε σε διάφορους τομείς η επιρροή της VR και της AR στην εκπαίδευση. Από την αστροφυσική, στην χημεία, στην βιολογία, στα μαθηματικά, την γεωμετρία και στην φυσική. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα φαίνεται μέσω από την μελέτη ότι είναι μια πολύ χρήσιμο τεχνολογία για την τριτοβάθμια εκπαίδευση, όπως πανεπιστήμια και κολέγια. Οι φοιτητές και στα δύο σχολεία μπορούν να βελτιώσουν γνώσεις και

δεξιότητες, ειδικότερα στην πολυπλοκότητα των θεωριών ή τους μηχανισμούς συστημάτων, μηχανών.

Ο Liarokapis (2004) απέδειξε ότι η AR μπορεί να κάνει αποδεκτές και κατανοητές δύσκολες θεωρίες και περίπλοκους μηχανισμούς στους φοιτητές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν την άποψη για την AR ενός μαθητή που εξετάζει ένα τρισδιάστατο μοντέλο εκκεντροφόρου άξονα σε συνδυασμό με ένα σετ πραγματικού κινητήρα. Στα μαθήματα Αστρονομίας οι συμμετέχοντες έμαθαν την συσχέτιση μεταξύ του ηλίου με την γη. Για να γίνει κατανοητή η συσχέτιση αυτή έγινε η χρήση της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας και τρισδιάστατων μοντέλων. Στην Βιολογία μέσω της τεχνολογίας AR οι φοιτητές είχαν την δυνατότητα να μελετήσουν την δομή του σώματος, από ποια όργανα αποτελείται το ανθρώπινο σώμα ενώ ταυτόχρονα μπορούσαν να τα βλέπουν μπροστά τους ως τρισδιάστατα μοντέλα σε πραγματικό μάθημα της σχολής τους.

Αντίστοιχα στα Μαθηματικά και την Γεωμετρία σύμφωνα με τους Chang, Morreale & Medicherla (2010), μια Εφαρμογή AR, που ονομάζεται Construct3D, σχεδιάστηκε συγκεκριμένα για μαθηματικά και γεωμετρία με τρισδιάστατα γεωμετρικά μοντέλα (όπως αναφέρεται στο Kaufmann, 2006; Kaufmann, Schmalstieg, 2002; Kaufmann, Schmalstieg, & Wagner, 2000). Αυτή η εφαρμογή επιτρέπει σε πολλούς χρήστες, όπως καθηγητές και μαθητές, να μοιραστούν έναν εικονικό χώρο συνεργατικά για την κατασκευή γεωμετρικών σχημάτων φορώντας ειδικά γυαλιά ή κράνος (Head Mounted Displays) που επιτρέπουν στους χρήστες να επικαλύπτουν εικόνες που δημιουργούνται από υπολογιστή στον πραγματικό κόσμο. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας την εφαρμογή AR, οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν διαισθητικά τις ιδιότητες ενδιαφέρων καμπυλών, επιφανειών και άλλων γεωμετρικών σχημάτων. Τέλος η Φυσική είναι ένας ακόμα τομέας όπου η AR μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να δείξει διάφορες κινηματικές ιδιότητες. Οι Duarte, Cardoso και ο Lamounier Jr. (2005) αξιολόγησαν ότι η AR παρουσιάζει δυναμικά ένα αντικείμενο που ποικίλλει στο χρόνο, όπως ως ταχύτητα και επιτάχυνση. Τα εκτιμώμενα αποτελέσματα ήταν ότι η AR απεικονίζει πιο αποδοτικά αποτελέσματα πειραμάτων χρησιμοποιώντας αυτή την τεχνολογία και τις τεχνικές της, καθώς επίσης είναι πιο ενδιαφέρουσες από τις υπάρχουσες μεθόδους μάθησης, και έτσι βελτιώνεται η μάθηση.

Σε όλες τις περιπτώσεις φαίνεται ξεκάθαρα η ενίσχυση των εκπαιδευόμενων μέσω της χρήσης των νέων αυτών τεχνολογιών, ως προς την απόδοσή τους αλλά και ως προς την θετικότερη

αντιμετώπιση που είχαν στα μαθήματα. Μεγάλο ενδιαφέρον παρατηρήθηκε στις εφαρμογές που βρίσκονται σε χώρους μουσείων και μπορούν οι επισκέπτες να παρατηρήσουν ζωντανά για παράδειγμα δεινόσαυρους. Όπως επίσης παιχνίδια που απαιτούσαν από τον χρήστη να εμπλακεί σε μια ιστορία και να ακολουθεί τον δικό του ρόλο (role-playing games) σε κάποιο μάθημα. Πράγμα το οποίο βοήθησε τους συμμετέχοντες να εξασκηθούν στην επίλυση προβλημάτων που ενδέχεται να αντιμετωπίσουν, όπως επίσης τους βοήθησε να συνεργαστούν μεταξύ τους προκειμένου να πετύχουν το βέλτιστο αποτέλεσμα. Σαν συμπεράσματα προκύπτουν ότι η VR και η AR τεχνολογίες μπορούν να βοηθήσουν σε μια πιο διαδραστική εκπαίδευση, η οποία είναι πιο παραγωγική και ευχάριστη. Οι χρήστες μπορούν να ανακαλύψουν μονοπάτια με πολύ πλούσιο εκπαιδευτικό περιεχόμενο σε τρισδιάστατα ασφαλή περιβάλλοντα. Όπως μάλιστα χαρακτηριστικά επισημαίνεται στη μελέτη ένας σημαντικός αριθμός επαγγελματιών και ερευνητών από τον τομέα της εκπαίδευσης και της κατάρτισης προβλέπει ότι απλούστερες στην χρήση εφαρμογές AR πάνω στην εκπαίδευση θα πραγματοποιηθούν μέσα σε λίγα χρόνια (Lee, 2012).

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα κάνει τα περισσότερα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα παραγωγικά, ευχάριστα και διαδραστικότερα από προηγούμενως. Η AR έχει τη δύναμη να κάνει έναν μαθητή να δεσμευτεί με ποικίλους διαδραστικούς τρόπους που δεν ήταν εφικτό προηγούμενως, μπορεί επίσης να παρέχει σε κάθε άτομο μια μοναδική διαδρομή ανακάλυψης με πλούσιο περιεχόμενο από τρισδιάστατα περιβάλλοντα και μοντέλα στον πραγματικό κόσμο (Lee, 2012).

Όπως φαίνεται σε πολλές έρευνες και απόψεις επαγγελματιών, η AR θα μπορούσε πιθανώς να επικεντρωθεί στην απλότητα και την ευκολία της παροχής εμπειριών εκπαίδευσης και κατάρτισης, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να δέχονται γνώσεις και δεξιότητες με 3D προσομοιώσεις που δημιουργούνται από υπολογιστές και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές. Επίσης υποστηρίζουν ότι η AR με γνώμονα την εκπαίδευση μπορεί να βελτιώσει την έκταση και την ποιότητα των πληροφοριών στα δύο σχολεία, στα πανεπιστήμια αλλά και στις επιχειρήσεις κάνοντας την εκπαίδευση και τα επιμορφωτικά περιβάλλοντα πιο εκπαιδευτικά, παραγωγικά και συναφή. Σε αυτή την λογική, φαίνεται να υπάρχουν πολλά στοιχεία σε εκπαιδευτικές εφαρμογές AR, προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα της εκπαίδευσης και των εκπαιδευτικών προγραμμάτων, με την παραγωγή και παράδοση πλούσιου και εποικοδομητικού περιεχομένου. Η AR μπορεί να προωθήσει την αποτελεσματικότητα της στην εκπαίδευση και την κατάρτιση παρέχοντας πληροφορίες στον σωστό χρόνο, μέρος και παρέχοντας πλούσιο περιεχόμενο με τρισδιάστατες

εικόνες που δημιουργούνται από υπολογιστή. Η AR μπορεί να προσελκύσει τις Κονστρουκτιβιστικές θεωρίες μάθησης, όπου οι μαθητές παίρνουν τον δικό τους έλεγχο εκμάθησης και είναι εφικτό μέσω αυτής της τεχνολογίας να προσφέρει ευκαιρίες για πιο αυθεντικά στυλ εκπαίδευσης και κατάρτισης. Ταυτόχρονα, δεν υπάρχουν πραγματικές συνέπειες εάν γίνονται λάθη κατά τη διάρκεια της κατάρτισης δεξιοτήτων σε επικίνδυνα εργασίας. Επομένως ο εκπαιδευόμενος έχει την ευκαιρία να ανακαλύψει ακίνδυνα το πεδίο που τον ενδιαφέρει ενώ ταυτόχρονα του παρέχονται κίνητρα, ψυχαγωγία και ελκυστικά περιβάλλοντα που ευνοούν την μάθηση (Lee, 2012).

Οι Freitas και Campos (2008) ανέπτυξαν ένα εκπαιδευτικό σύστημα το SMART (System of augmented reality for teaching), που χρησιμοποιεί τεχνολογία AR. Αυτό το σύστημα εμφανίζει τρισδιάστατα μοντέλα και πρωτότυπα, όπως αυτοκίνητα, φορτηγά και αεροπλάνα σε πραγματικό χρόνο με μορφή βίντεο σε ολόκληρη την τάξη. Καθώς τα περισσότερα παιδιά περνούν πολύ χρόνο παίζοντας ψηφιακά παιχνίδια, η μάθηση με βάση το παιχνίδι είναι ένας τρόπος για να συμμετέχουν δημιουργικά. Αρκετά πειράματα εκτελέστηκαν από τους Freitas και Campos (2008) με 54 μαθητές της K-12 σε τρία διαφορετικά σχολεία στην Πορτογαλία. Τα αποτελέσματα αρκετών πειραμάτων αναφέρουν ότι το SMART βοηθά στην αύξηση των εκπαιδευτικών κινήτρων, έχει θετικό αντίκτυπο στις μαθησιακές εμπειρίες των μαθητών, ειδικά μεταξύ των λιγότερο ακαδημαϊκά επιτυχημένων μαθητών.

Μεγάλο ενδιαφέρον έχει πως επηρεάζει η Επαυξημένη Πραγματικότητα τους χρήστες-εκπαιδευόμενους στην εκπαίδευση, στην προσχολική ηλικία, στην Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια Εκπαίδευση (Yilmaz, 2017).

5.2.1. Η εφαρμογή της AR στην προσχολική ηλικία

Ο Yilmaz (2017) εξέτασε τη στάση των παιδιών στην Επαυξημένη Πραγματικότητα από την προσχολική ηλικία, την ικανοποίηση αυτών από την εμπειρία αυτή, αλλά και την κατανόηση των ιστορικών γεγονότων που παρακολούθησαν μέσω της AR. Επίσης χρησιμοποίησε εικονογραφημένα βιβλία AR για δραστηριότητες αφήγησης. Αυτή η μελέτη έδειξε ότι τα περισσότερα από τα παιδιά ένιωσαν πολύ χαρούμενα κατά τη διάρκεια αυτής της δραστηριότητας, την βρήκαν αρκετά ενδιαφέρουσα και την απόλαυσαν. Καθώς η απόδοση της ιστορίας ήταν καλή, τα εικονογραφημένα βιβλία AR ήταν ελκυστικά για τα παιδιά και τα θεώρησαν μαγικά και ευχάριστα.

Ο Safar (2017) διερεύνησε την αποτελεσματικότητα της χρήσης AR για τη διδασκαλία του Αγγλικού αλφαβήτου με flash cards σε παιδιά νηπιαγωγείου. Μια εφαρμογή για κινητές συσκευές αναπτύχθηκε για τη χρήση καρτών flash cards. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των παιδιών που διδάχθηκαν το Αγγλικό αλφάβητο (παραδοσιακές δραστηριότητες εκμάθησης) και της πειραματικής ομάδας (δραστηριότητες AR), όσον αφορά την αλληλεπίδραση και τα ακαδημαϊκά επιτεύγματα να είναι υπέρ της πειραματικής ομάδας. Επιπλέον, δημιουργήθηκε μια ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της αλληλεπίδρασής και του ακαδημαϊκού επιτεύγματος στην πειραματική ομάδα AR.

Ο Huang (2016) διερεύνησε την αποτελεσματικότητα των δραστηριοτήτων χρωματισμού με τεχνολογία AR στην παιδική ηλικία. Για την υλοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η κινητή εφαρμογή ColAR για δραστηριότητες χρωματισμού. Αυτή η μελέτη έδειξε ότι τα παιδιά μπορούσαν να ελέγχουν, να αλληλοεπιδρούν και να σχεδιάζουν με την εφαρμογή AR και αυτή η τεχνολογία θεωρήθηκε παιδαγωγική καινοτομία. Όλα τα παιδιά απολάμβαναν να παίζουν μαζί με την εφαρμογή. Επιπλέον, οι δάσκαλοι κατανόησαν ότι η AR προώθησε την εξέλιξη και ανάπτυξη των παιδιών.

Οι Fessakis, Bekri και Konstantopoulou (2016) διεξήγαγαν έρευνα για την πειραματική αξιολόγηση ενός παιχνιδιού (κυνήγι θησαυρού), σχεδιασμένου για την ανάπτυξη της χωρικής ικανότητας σε μικρά παιδιά. Στο παιχνίδι μέσω μιας ιστορίας τα παιδιά αναζητούν ένα κέρμα στην αυλή του σχολείου και όσο εξελίσσεται το παιχνίδι, τα παιδιά καλούνται να λύσουν 7 δραστηριότητες χωρικής ικανότητας, να παρατηρήσουν τον φυσικό κόσμο και ακολουθήσουν τις ηχογραφημένες οδηγίες. Με την βοήθεια ενός ψηφιακού χάρτη και την θέση τους μέσω GPS μετακινούνται μεταξύ των σημείων. Τα αποτελέσματα έδειξαν το παιχνίδι ήταν ελκυστικό και αναπτύσσει την ικανότητα αναγνώρισης του χάρτη για τον προσανατολισμό και την πλοήγηση και στην καλύτερη κατανόηση των βασικών χωρικών εννοιών από τους χρήστες. Σημαντικό ρόλο ως διαμεσολαβητής στην κατανόηση και στην εμπέδωση των γνώσεων που απέκτησαν τα παιδιά μέσω αυτής της εμπειρίας έπαιξε ο δάσκαλος.

Τέλος, ο Cheng (2016) επικεντρώθηκε στη συμπεριφορά των παιδιών και των γονείς που χρησιμοποίησαν απεικονίσεις AR σε βιβλία. Χώρισε τις ομάδες σε 4 κατηγορίες α) γονέας ως κυρίαρχος, β) παιδιά ως κυρίαρχος, γ) επικοινωνιακό ζεύγος παιδιού-γονέα και δ) χαμηλό επικοινωνιακό ζεύγος παιδιού-γονέα. Στην Α ομάδα οι γονείς διηγούνται την ιστορία στα παιδιά. Στην Β ομάδα τα παιδιά χρησιμοποιούν το βιβλίο AR και αλληλοεπιδρούν μ' αυτό και εμπλέκουν

τους γονείς στους στην διαδικασία. Στην Γ ομάδα οι γονείς καθοδήγησαν τα παιδιά τους ώστε να αναζητήσουν και να βρουν εικονικές πληροφορίες στο βιβλίο. Τέλος στην τέταρτη ομάδα οι γονείς δεν αλληλοεπιδρούσαν συνεχώς με τα βιβλία AR.

5.2.2. Η εφαρμογή της AR στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Ο Hwang το 2016 χρησιμοποίησε μια εφαρμογή παιχνιδιών για κινητές συσκευές AR για τη βιολογία, για να βελτιώσουν το ακαδημαϊκό επίπεδο και τις επιδόσεις των μαθητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ακαδημαϊκό επίπεδο και η στάση των μαθητών βελτιώθηκαν με το παιχνίδι AR. Ο Chen (2016) διερεύνησε τα κίνητρα, τη στάση και τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών κατά τη χρήση του εννοιολογικού χάρτη με εικονογραφημένο βιβλίο AR. Οι μαθητές που χρησιμοποίησαν χαρτογράφησης τεχνολογία AR ήταν καλύτεροι από τους άλλους μαθητές που χρησιμοποιούν μόνο τεχνολογία AR. Εκτός αυτού, δήλωσαν ότι χρησιμοποιώντας εννοιολογικό χάρτη του βοήθησε ώστε να οργανώσουν τη μαθησιακή τους διαδικασία.

Συγχρόνως ο Laine το 2016 αποσκοπούσε στην ανάπτυξη ενός συστήματος παιχνιδιών AR που ονομάζεται Leometry στις θετικές επιστήμες. Παρήγαγε ένα πρωτότυπο και αξιολόγησε την αποτελεσματικότητά του. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι ήταν εφικτό και είχε πολύτιμες δυνατότητες για τη μάθηση των επιστημών. Επιπλέον, δήλωσαν ότι χρησιμοποιώντας τεχνολογία AR στο παιχνίδι ήταν σημαντικό κίνητρο για τους μαθητές. Επίσης ο Chang (2016) δοκίμασε την αποτελεσματικότητα του συστήματος ARFlora, το οποίο βασίζεται σε marker-based υλικό σε χαρτί στη βιολογία. Σύγκριναν αυτό το σύστημα με ψηφιακό βίντεο όσον αφορά τη εκμάθηση των μαθητών. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι και τα δύο υλικά είχαν το ίδιο αποτέλεσμα στη εκμάθηση των μαθητών. Ωστόσο, το σύστημα AR ήταν πιο αποτελεσματική και χρήσιμη όσον αφορά τη διατήρηση των γνώσεων και την παρακίνηση των μαθητών.

Ο Joo-Nagata (2017) στόχευε στο σχεδιασμό μιας εφαρμογής κινητής πλοήγησης στη Γεωγραφία, με σκοπό να ελέγξει και να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα του λογισμικού. Τα αποτελέσματά αποκάλυψαν ότι η πειραματική η ομάδα που χρησιμοποίησε την εφαρμογή για κινητές συσκευές είχε καλύτερη βαθμολογία μάθησης από την ομάδα ελέγχου. Η τεχνολογία AR ενίσχυσε την αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας, συνέβαλε στην αλληλεπίδραση των μαθητών με το περιεχόμενο και τόνωσε θετικά την απόδοση των μαθητών.

Ο Hsu (2017) ανέπτυξε δύο διαφορετικά εκπαιδευτικά παιχνίδια AR (αυτοκατευθυμένα και βάσει εργασιών) για διδασκαλία αγγλικών λεξιλογίου. Αξιολόγησε το γνωστικό φορτίο, τη χαμηλή

εμπειρία των μαθητών, το άγχος εκμάθησης αγγλικών και την εκμάθηση της αποτελεσματικότητας. Οι μαθητές που χρησιμοποιούν και τα δύο παιχνίδια είχαν παρόμοια εκτέλεση της μάθησης. Ωστόσο, το αυτοκατευθυνόμενο σύστημα παρείχε υψηλότερη «χαμηλή εμπειρία» για αυτούς. Επιπλέον, δήλωσαν ότι το ελάχιστο άγχος της μάθησης και η ψυχική προσπάθεια ήταν χρήσιμοι και σημαντικοί παράγοντες για τη μαθησιακή διαδικασία.

Οι Martínez Cascales, Segura, López και Contero (2017) χρησιμοποίησαν ένα επιτραπέζιο σύστημα πολλαπλής αφής για την εκμάθηση μαθηματικών σε παιδιά με ειδικές ανάγκες. Επικεντρώθηκαν στην εφικτότητά του και διαπίστωσαν ότι αυτό το επιτραπέζιο ήταν μια εφικτή λύση, ελκυστική και παρακινητική. Επιπλέον, το επιτραπέζιο σύστημα συνέβαλε στη βελτίωση των γνώσεων που αποκτήθηκαν και στο κίνητρο των μαθητών.

5.2.3. Η εφαρμογή της AR σε μαθητές Γυμνασίου

Ο Huang (2016) χρησιμοποίησε σύστημα μάθησης βασισμένο σε AR για τη βιολογία. Χώρισε τους εκπαιδευόμενους σε τρεις ομάδες: (1) αυτοκατευθυνόμενη ομάδα AR, (2) ομάδα με σύστημα AR και καθοδήγηση και (3) ομάδα με παραδοσιακή διδασκαλία. Τις συνέκριναν ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα, τα συναισθήματα και τη βιωματική δραστηριότητα μάθησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σύστημα AR με καθοδήγηση είχε καλύτερη απόδοση από την παραδοσιακή ομάδα. Επιπλέον, η αυτοκατευθυνόμενη ομάδα AR έχει πιο θετική γνώμη για την τεχνολογία AR συγκριτικά με τους άλλους.

Αντίθετα ο Hsiao (2016) σύγκρινε την τεχνολογία AR με εργαλεία πολυμέσων σε μαθησιακό περιβάλλον, βασισμένο στην έρευνα για τις θετικές επιστήμες. Ανέπτυξε ένα σύστημα AR και το χρησιμοποίησε σε πειραματική ομάδα και στη ομάδα ελέγχου χρησιμοποίησε εργαλεία πολυμέσων για μαθησιακές δραστηριότητες. Αυτή η μελέτη αποκάλυψε ότι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας AR στις μαθησιακές δραστηριότητες είχε θετική επίδραση στο ακαδημαϊκά επιτεύγματα και στα κίνητρα των μαθητών στην πειραματική ομάδα.

Ο Cai (2017) εξέτασε την αποτελεσματικότητα της φυσικής αλληλεπίδρασης που βασίζεται σε AR ως προς τη μαθησιακή απόδοση, τις στάσεις και τη βαθιά κατανόηση. Το συνέκριναν με τα παραδοσιακά εργαλεία εκμάθησης για τη φυσική. Χρησιμοποίησαν AR λογισμικό και τα αποτελέσματα ανίχνευσης κίνησης του λογισμικού έδειξαν ότι θα μπορούσε να αυξήσει τη μάθηση και τη στάση τους. Ο Salmi (2017) διερεύνησε κινητήριες και γνωστικές πτυχές της άτυπης μάθησης κατά τη χρήση της τεχνολογίας AR στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Επικεντρώθηκε στην επιστημονική εκπαίδευση και βρήκε ότι η AR ήταν αποτελεσματική, ειδικά στην ομάδα με τα χαμηλότερα ακαδημαϊκά επιτεύγματα και στα κορίτσια. Δήλωσαν ότι η AR είναι μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος για τη διδασκαλία αφηρημένων φαινομένων.

5.2.4. Η εφαρμογή της AR σε μαθητές Λυκείου

Ο Chang (2016) σύγκρινε την τεχνολογία AR και τις διαδραστικές προσομοιώσεις όσον αφορά τη μάθηση και τη στάση των μαθητών. Χρησιμοποίησε μια εφαρμογή για κινητές συσκευές AR. Διαπίστωσαν ότι δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ τους στη μάθηση και την στάση. Ωστόσο, υπήρξε σημαντική διαφορά όσον αφορά την αντίληψη υπέρ της τεχνολογίας AR. Ο Ibáñez (2016) χρησιμοποίησε προσομοίωση βασισμένη σε AR σύστημα εκμάθησης επιστημών. Συγκρότησε μια τυχαία πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου. Ενώ η πειραματική ομάδα είχε μια επιπλέον υποστήριξη, η ομάδα ελέγχου δεν είχε υποστήριξη για δραστηριότητες. Εξέτασε τη συμπεριφορά των μαθητών και τις μαθησιακές επιδόσεις και στις δύο ομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πειραματική ομάδα είχε υψηλότερη απόδοση στη μαθησιακή απόδοση σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Καθώς επίσης οι μαθητές στην ομάδα ελέγχου ήταν πιο πρόθυμοι να αναζητήσουν πληροφορίες.

Ο Wang (2017) διερεύνησε την αποτελεσματικότητα ενός συστήματος υποστήριξης γραφής με βάση την AR για εκπαίδευση Κινεζικής γραφής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αυτό το σύστημα βοήθησε τους μαθητές να αρχίσουν να γράφουν γρηγορότερα την πρώτη τους παράγραφο αλλά και να εμπλουτίσουν τις ιδέες τους. Σύγκρινε την αποτελεσματικότητα του υλικού που βασίζεται σε AR και βίντεο YouTube στο μάθημα επεξεργασίας λογισμικού. Το περιεχόμενο που βασίζεται σε AR παρείχε θετική συμβολή για την υποστήριξη της μεικτής μάθησης. Εκτός αυτού, συνέβαλε στην αύξηση του ενδιαφέροντος και στο να ενεργοποιήσει τους μαθητές, στην περίπτωση που οι σχεδιαστές λαμβάνουν τον κατάλληλο σχεδιασμό περιεχομένου, εμφανίζονται πληροφορίες στην οθόνη και στο μαθησιακό περιβάλλον.

Από την άλλη ο Mumtaz (2017) επικεντρώθηκε στη μάθηση και τα κίνητρα των μαθητών. Χρησιμοποίησε την εφαρμογή AR με κινητές συσκευές σε μικτά και παραδοσιακά μαθήματα στην τάξη. Μαθητές που χρησιμοποίησαν την AR εφαρμογή είχαν καλύτερη απόδοση και επηρέασε θετικά την εκμάθησή τους. Επιπλέον, τα κίνητρα των μαθητών ήταν υψηλά κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας.

5.2.5. Η εφαρμογή της AR στη Τριτοβάθμια εκπαίδευση

Αρκετές είναι οι μελέτες που έχουν γίνει όμως και στους φοιτητές της Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Όπως αναφέρουν οι Markouzis και Fessakis (2016) "Οι τεχνολογίες Φορητής Επαυξημένης Πραγματικότητας (Mobile Augmented Reality - MAR) σε συνδυασμό με την Ψηφιακή Διαδραστική Αφήγηση (Interactive Storytelling - IS) επιτρέπουν τη δημιουργία σοβαρών παιχνιδιών (Serious Games) παρέχοντας νέες ευκαιρίες για μάθηση και για ψυχαγωγία. Ο μαθησιακός σκοπός της εφαρμογής ήταν να εισαχθεί ο παίκτης σε συγκεκριμένη ιστορική περίοδο της πόλης και να γνωρίσει τη γοτθική και μεσαιωνική αρχιτεκτονική της. Ο χρήστης ήταν ένας σύγχρονος κυνηγός φαντασμάτων, ο οποίος προσπαθεί να συλλάβει το φάντασμα ενός ιππότη που έφτασε στη πόλη το 1300 μ.Χ. Μέσω της έρευνας προκύπτει ότι η υφιστάμενες παιδαγωγικές έρευνες, καθώς και τα σοβαρά παιχνίδια Διαδραστικής Αφήγησης με Φορητή Επαυξημένη Πραγματικότητα (ISMAR) είναι μάλλον περιορισμένα. Αυτό οφείλεται κυρίως στις δυσκολίες ανάπτυξης των εφαρμογών Φορητής Επαυξημένης Πραγματικότητας και στην πολυπλοκότητα της συγγραφής της διαδραστικής ιστορίας". Στην έρευνα γίνεται ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η πρώτη αξιολόγηση για ένα πρωτότυπο σοβαρού παιχνιδιού με Διαδραστική Αφήγηση και Φορητή Επαυξημένη Πραγματικότητα σε φοιτητές του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Το οποίο διαδραματίζεται στην Μεσαιωνική πόλη της Ρόδου και οι φοιτητές χρησιμοποίησαν τεχνολογία AR με μια εφαρμογή για κινητές συσκευές.

Έπειτα από την συλλογή των δεδομένων φάνηκε ότι όλοι οι φοιτητές απόλαυσαν τις ιστορίες του παιχνιδιού, δημιουργήθηκε σ' αυτούς η ανάγκη να συνεχίσουν να αλληλεπιδρούν με την εφαρμογή, καθώς ένιωσαν μια παρακίνηση για την εξέλιξη της ιστορίας και την εκμάθηση περισσότερων πληροφοριών για τα ιστορικά σημεία της Ρόδου. Βοήθησε ιδιαίτερα το φυσικό τοπίο καθώς εναρμονίζεται με την εφαρμογή και οι χρήστες βίωσαν μια ολοκληρωμένη εμπειρία. Η έρευνα τονίζει ότι θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον να επαναχρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη εφαρμογή σε περισσότερους χρήστες, προκειμένου να βρεθούν περισσότερα αποτελέσματα, αφού πρώτα επεκταθούν οι ιστορίες και το εκπαιδευτικό υλικό μέσα στην εφαρμογή και ξεπεραστούν οι δυσκολίες προσανατολισμού και πλοήγησης στην ανάγνωση του χάρτη.

Ο Domínguez (2017) εξέτασε τις εμπειρίες των φοιτητών αρχιτεκτονικής. Σχηματίστηκαν η πειραματική ομάδα και η ομάδα ελέγχου. Οι φοιτητές στην πειραματική ομάδα χρησιμοποίησαν τεχνολογία AR με μια εφαρμογή για κινητές συσκευές. Τα αποτελέσματά έδειξαν ότι η χρήση της τεχνολογίας AR παρείχε στους φοιτητές να αυξήσουν την ακαδημαϊκή τους απόδοση, τα κίνητρα

και την ικανοποίησή τους από την εκπαιδευτική διαδικασία των μαθημάτων Αρχιτεκτονικής. Από την άλλη ο Montoya (2017) ανέπτυξε μια εφαρμογή AR για κινητές συσκευές και συνέκριναν το στατικό και δυναμικό περιεχόμενο σχετικά με την εκμάθηση των θετικών επιστημών στους φοιτητές. Τα αποτελέσματά τους αποκάλυψαν ότι η χρήση δυναμικού περιεχομένου σε εφαρμογές AR, βοήθησαν τους μαθητές να βελτιώσουν την απόδοση της μάθησης και την αντίληψή τους στο συγκεκριμένο μάθημα.

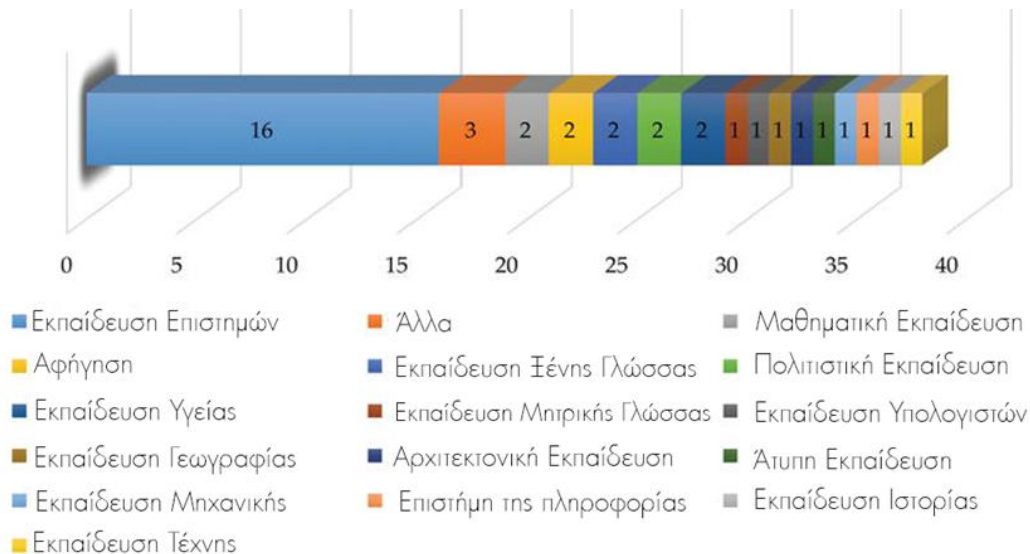
Την ίδια χρονιά ο Bendicho (2017) επικεντρώθηκε στην αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας AR στην ακαδημαϊκή αναβλητικότητα των φοιτητών μηχανικής. Χρησιμοποίησε marker-based σε χαρτί με εφαρμογή για κινητές συσκευές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι χρησιμοποιώντας AR μείωσε την ακαδημαϊκή αναβλητικότητα των μαθητών. Ο Cheng (2017) εξέτασε τις επιπτώσεις στη χρήση βιβλίων AR στην εκπαίδευση του πολιτισμού, σχετικά με τη γνωστική επιβάρυνση, τα κίνητρα και τις στάσεις των φοιτητών. Τέλος παρατήρησε ότι οι φοιτητές είχαν χαμηλή γνωστική επιβάρυνση, υψηλό κίνητρο και θετική στάση, χρησιμοποιώντας τα βιβλία AR.

Οι Φεσάκης και Κοζάς (2018) διεξήγαγαν έρευνα για τον σχεδιασμό και αξιολόγηση χωροευαίσθητου σοβαρού παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας για την οδό Ιπποτών στη Ρόδο. Το παιχνίδι «Ρόδος, 1521» στοχεύει στην άτυπη μάθηση σχετικά με την εποχή των Ιπποτών στη Ρόδο και απευθύνεται σε παιδιά και ενήλικες. Το παιχνίδι σχεδιάστηκε με αφορμή την εκδήλωση «Ανοικτές Πόρτες» που λαμβάνει χώρα στην Ρόδο. Οι κάτοχοι φορητών συσκευών μπορούσαν να συμμετάσχουν σε μια εναλλακτική ξενάγηση στο χώρο και στο χρόνο. "Ο χρήστης χρειαζόταν να περάσει μια σειρά δοκιμασίες και να απαντήσει συνολικά σε 12 ερωτήσεις περιδιαβαίνοντας και μελετώντας οκτώ από τα σημαντικότερα σημεία της οδού των Ιπποτών της μεσαιωνικής πόλης της Ρόδου". Ο μαθησιακός σκοπός του παιχνιδιού ήταν ο παίκτης να αναζητήσει και να προσέξει βασικές πληροφορίες για την εποχή των Ιπποτών και τα κτίρια της οδού. Οι βασικές εκδόσεις του παιχνιδιού χρησιμοποιούν διαδραστικούς χάρτες και απαιτούσαν σύνδεση στο διαδίκτυο, ενώ υπήρχαν εκδόσεις με στατικούς χάρτες που χρειαζόταν μόνο την χρήση GPS. Από τα αποτελέσματα των χρηστών φαίνεται ότι οι συμμετέχοντες έμαθαν πληροφορίες για την Μεσαιωνική πόλη, διασκέδασαν, βρήκαν το σενάριο του παιχνιδιού ενδιαφέρον και βαθμολόγησαν τον σχεδιασμό του παιχνιδιού θετικά. Οι χρήστες όλων των ηλικιών αντιμετώπισαν προβλήματα εξαιτίας της ακρίβειας των δεκτών GPS των φορητών συσκευών. Ακόμα φάνηκε ότι η μικρότερη ηλικιακά χρήστες του δείγματος έδειξαν να είχαν

μεγαλύτερη εξοικείωση με τις νέες τεχνολογίες, δηλώνοντας λιγότερες τεχνικές δυσκολίες συγκριτικά με τους χρήστες άνω των 40 ετών.

5.3 Τάσεις στην Επαυξημένη Πραγματικότητα

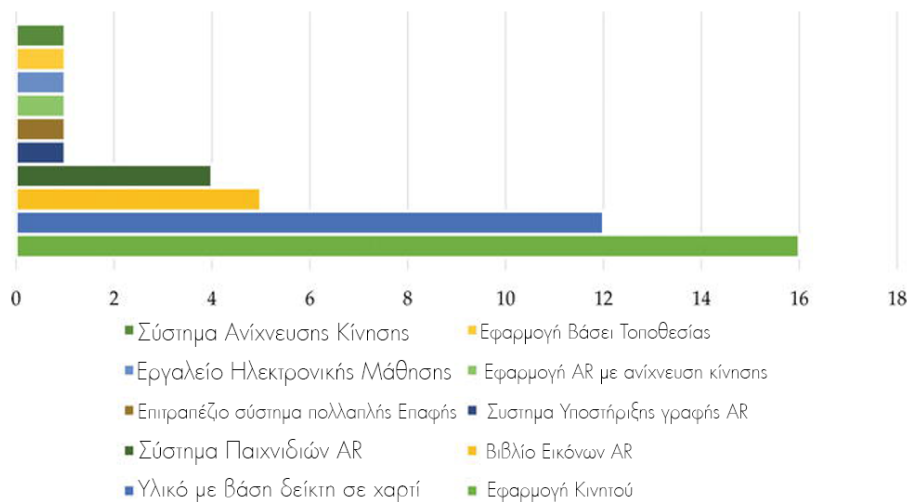
Σύμφωνα με συγκεντρωτική μελέτη που διεξήχθη από την Yilmaz το 2017, μελέτησε τις 38 έρευνες που αναφερόταν στην Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαίδευση για τις χρονιές 2016 και 2017. Από αυτές τις μελέτες οι 11 αφορούσαν την Πρωτοβάθμια εκπαίδευση και οι 10 την Τριτοβάθμια εκπαίδευση. Επίσης 16 έρευνες αφορούσαν την εκμάθηση διαφόρων επιστημών, 2 έρευνες αφορούσαν την εκπαίδευση μαθηματικών, 2 έρευνες την διήγηση ιστοριών, 2 έρευνες την εκμάθηση ξένων γλωσσών, 2 έρευνες την πολιτιστική εκπαίδευση, 2 έρευνες στον τομέα υγείας και ακόμα 9 σε διάφορα άλλα επιστημονικά πεδία.



Εικόνα 12. Κριτήρια ταξινόμησης μελέτης ανά Επιστημονικό Πεδίο

Πηγή: (Yilmaz, 2017)

Οι εφαρμογές για κινητές συσκευές χρησιμοποιήθηκαν σε 16 έρευνες, η χρήση marker-based σε χαρτί χρησιμοποιήθηκε σε 12 από αυτές, στην συνέχεια ακολούθησαν τα AR βιβλία σε 5 έρευνες και άλλα συστήματα.



Εικόνα 13. Κριτήρια ταξινόμησης μελέτης ανά Τεχνολογία AR

Πηγή: (Yilmaz, 2017)

Μεγάλο ενδιαφέρον έχει η συχνότητα των ερευνητικών ερωτημάτων που έθεταν οι ερευνητές κατ' αυτό το διάστημα. Με συχνότητα 34% δηλαδή εμφάνιση σε 23 από τις 38 έρευνες να αναφέρουν την αύξηση των μαθησιακών και ακαδημαϊκών αποδόσεων. Τα κίνητρα επίσης αποτέλεσαν σημείο έρευνας σε 9 έρευνες με ποσοστό 13%, και τρίτο ήταν διάθεση και συμπεριφορά που εμφανίζουν οι εκπαιδευόμενοι μετά την χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία σε έξι έρευνες και 9% ποσοστό. Τέλος ικανοποίηση, η χρησιμότητα, η διάδραση, τα συναισθήματα και το μαθησιακό άγχος ήταν μερικά από τα ερευνητικά ερωτήματα που απασχόλησαν τους ερευνητές (Yilmaz, 2017).

Σ' αυτό το σημείο θα μπορούσε να γίνει μια σύγκριση της πιο πάνω μελέτη με την συγκεκριμένη μελέτη, καθώς η μελέτη έρχεται ως συνέχεια σ' αυτή που υλοποιήθηκε το 2018. Πιο συγκεκριμένα μελετιούνται 17 έρευνες που αναφερόταν στην Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαίδευση για τις χρονιές 2019 και 2020. Από αυτές τις μελέτες και διεξαγωγές εφαρμογών AR οι 7 αφορούσαν την Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, 6 της Δευτεροβάθμια και 9 την Τριτοβάθμια εκπαίδευση. Κάποιες έρευνες μελετούσαν περισσότερες από μια βαθμίδες εκπαίδευσης, γι' αυτό προκύπτει μεγαλύτερος συνολικός αριθμός ερευνών.

Οι 11 έρευνες αφορούσαν την εκμάθηση διαφόρων επιστημών STEM (Science, technology, engineering, mathematics), δηλαδή τις θετικές επιστήμες, στην τεχνολογία, στη μηχανική και στα μαθηματικά. Οι άλλες έρευνες πραγματευόταν θεματολογίες όπως η τέχνη, προσομοιώσεις καιρικών συνθηκών, τα μαθησιακά κίνητρα και την ανεκτικότητα των μαθητών. Οι εφαρμογές

για κινητές συσκευές χρησιμοποιήθηκαν σε 6 έρευνες, η χρήση δεικτών σε χαρτί χρησιμοποιήθηκε σε 4, σε συστήματα προσομοιώσεων AR σε 2, με βάση την τοποθεσία σε μία έρευνα και στην συνέχεια ακολούθησαν και άλλα συστήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

6.1. Καθορισμός των ερευνητικών ερωτημάτων

Δεδομένου ότι οι τεχνολογίες της Επαυξημένης και της Εικονικής Πραγματικότητας εξελίσσονται συνεχώς, αξίζει να σημειωθεί πως αυτές οι νέες τεχνολογίες επηρεάζουν και τον κλάδο της εκπαίδευσης και ιδιαίτερα τους χρήστες-εκπαιδευόμενους. Πιο συγκεκριμένα έχει μεγάλο ενδιαφέρον να καταγραφεί κατά πόσο η Επαυξημένη Πραγματικότητα όταν εφαρμόζεται στα εκπαιδευτικά προγράμματα παρωθεί τους συμμετέχοντες στην εκπαιδευτική διαδικασία. Τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί στην παρούσα μελέτη, έχουν σκοπό να διερευνήσουν κατά πόσο μπορεί να αξιοποιηθεί η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Τα τρία ερευνητικά ερωτήματα είναι τα εξής:

- E1.** Με ποιο τρόπο η Επαυξημένη Πραγματικότητα επιδρά στα μαθησιακά κίνητρα των εκπαιδευομένων για την εκπαιδευτική διαδικασία, σύμφωνα με τις έρευνες των τελευταίων 2 ετών;
- E2.** Πως η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας επιδρά στη μαθησιακή εμπειρία, σύμφωνα με τις έρευνες των τελευταίων 2 ετών;
- E3.** Με ποιες στρατηγικές οι Εφαρμογές m-AR επιδιώκουν την αύξηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Για την απάντηση των πιο πάνω ερευνητικών ερωτημάτων πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση σε έρευνες που έχουν δημοσιευτεί παγκόσμια πάνω στην Επαυξημένη Πραγματικότητα και ιδιαίτερα στον τομέα της εκπαίδευσης για τα έτη 2019 και 2020.

Η τεχνολογία εξελίσσεται με απίστευτους ρυθμούς γι' αυτό είναι άκρως σημαντικό να ερευνηθούν και να συζητηθούν οι μελέτες που αφορούν την Επαυξημένη Πραγματικότητα και πόσο μάλλον την AR στην εκπαίδευση. Η συγκεκριμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει ως στόχο να μελετήσει της state-of-the-art έρευνες, οι οποίες συνοψίζουν της τρέχουσες και αναδυόμενες εκπαιδευτικές τάσεις, της ερευνητικές προτεραιότητες και τυποποιήσεις για την Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαίδευση, από το 2019 μέχρι πρόσφατα. Η επιλογή της χρονολογίας έγινε για την παρατήρηση των νεότερων δεδομένων στην Επαυξημένη Πραγματικότητα και κυρίως για

τη μελέτη πρόσφατων τεχνολογιών-εφαρμογών και συσκευών που αφορούν την AR στην εκπαίδευση.

Σε αρκετές έρευνες οι εκπαιδευτικοί δεν δίστασαν να δοκιμάσουν και να πειραματιστούν με τη συγκεκριμένη τεχνολογία, πάντα με γνώμονα την ασφάλεια και την ορθή διαπαιδαγώγηση των εκπαιδευόμενων. Οι έρευνες οι οποίες εξετάστηκαν είναι 17 και ο αριθμός προκύπτει από τα παρακάτω κριτήρια αναζήτησης. Οι έρευνες και μελέτες είναι της δημοσιευμένες και διαθέσιμες στο διαδίκτυο σε επιστημονικά περιοδικά και πλατφόρμες (της το ERIC) από τον Ιανουάριου του 2019 και μετά.

Οι μελέτες αυτές αφορούν την τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας και την εφαρμογή της στην εκπαίδευση και έχουν διεξαχθεί σε ακαδημαϊκά πλαίσια. Επίσης, έπρεπε να είναι δημοσιευμένες στην Αγγλική ή στην Ελληνική γλώσσα. Ένα ακόμα κριτήριο που λήφθηκε υπόψιν ήταν οι μελέτες αυτές να επεξεργάζονται το θέμα της Επαυξημένης Πραγματικότητας ως βασικό ερευνητικό πεδίο και όχι ως μια απλή αναφορά σ' αυτό, της για παράδειγμα μελέτες που αναλύουν γενικά και μαζικά της σύγχρονες τεχνολογίες στην εκπαίδευση κα.

6.2. Δείγμα της έρευνας

- 17 Έρευνες/Μελέτες, όπως φαίνονται στον Πίνακα 2,
- 15 Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας για κινητές συσκευές, όπως φαίνονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 2 . Παγκόσμιες έρευνες Επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση 2019-2020

ΑΑ	Ερευνητές	Τίτλος	Χρονολογία
1	Sáez-López, J., Sevillano-García, M., Pascual-Sevillano M.	Application of the ubiquitous game with augmented reality in Primary Education.	2019
2	Xiaoyu Yu	See Me Roar: an AR Game to Improve Children's Perception of Relatedness and Learning Motivation in Elementary Math Education Department of Industrial Design.	2019
3	Mitsuhara, H., Shishibori, M.	Comparative Experiments on Simulated Tornado Experience via Virtual Reality and Augmented Reality.	2019
4	Shiue, Y., Hsu, Y., Sheng, M., Lan, C.	Impact of an Augmented Reality System on Students' Learning Performance for a Health Education Course.	2019
5	Zhou, X., Tang, L., Lin, D., Han, W.	Virtual & augmented reality for biological microscope in experiment education.	2020

6	Kaur D. P., Mantri, A. & Horan B.	Enhancing Student Motivation with use of Augmented Reality for Interactive Learning in Engineering Education.	2019
7	Arulanand, N., Ramesh Babu, A. & Rajeshc, P.K.	Enriched Learning Experience using Augmented Reality Framework in Engineering Education.	2019
8	Khan, T., Johnston, K., & Ophoff, J.	The Impact of an Augmented Reality Application on Learning Motivation of Students.	2019
9	Fernando Batista, A., Thiry, M., Queiroz Gonçalves R. & Fernandes, A.	Using Technologies as Virtual Environments for Computer Teaching: A Systematic Review.	2020
10	Stylianidou, N., Sofianidis, A., Manoli, E., & Meletiou-Mavrotheris, M.	“Helping Nemo!”—Using Augmented Reality and Alternate Reality Games in the Context of Universal Design for Learning.	2020
11	Lozada-Yáñez, R., La-Serna-Palomino, N. & Molina-Granja, F.	Augmented Reality and MS-Kinect in the Learning of Basic Mathematics: KARMLS Case.	2019
12	Flores-Bascuñana, M., Diago, P., D., Villena-Taranilla, R. & Yáñez, D., Y.	On Augmented Reality for the Learning of V3D-Geometric Contents: A Preliminary Exploratory Study with 6-Grade Primary Students.	2019
13	Kaynak, S.	The Effect of Augmented Reality Applications on the Attitudes of Middle School Students towards Astronomy.	2019
14	Thomas, R., Linder, K., E., Harper, N., Blyth, W. & Lee, V.	Current and Future Uses of Augmented Reality in Higher Education.	2019
15	Nguyen, D., & Meixner, G.	Gamified Augmented Reality Training for An Assembly Task: A Study About User Engagement.	2019
16	Harun, Neha Tuli, Archana & Mantri	Experience Fleming’s rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning.	2019
17	Ismaeel, D., A., Al Mulhim, E., N.	Influence of Augmented Reality on the Achievement and Attitudes of Ambiguity Tolerant/Intolerant Students.	2019

Πίνακας 3 . Ταξινόμηση των Ερευνών

ΑΑ	Σκοπός	Επιστημονικό Πεδίο	Βαθμίδα Εκπ/σης	Τεχνολογία AR
1	Ψυχαγωγία και Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Τέχνης	A/θμια	Εφαρμογή βάση Τοποθεσίας
2	Ψυχαγωγία και Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Μαθηματικών	B/θμια	Εφαρμογή App κινητής συσκευής
3	Προσομοίωση Βιωματική Μάθηση	Εκπαίδευση διαχείριση κατάστασης φυσικών καταστροφών	B&Γ/θμια	Σύστημα AR και VR προσομοίωσης
4	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Υγείας	B/θμια	Εφαρμογή App κινητής συσκευής

ΑΑ	Σκοπός	Επιστημονικό Πεδίο	Βαθμίδα Εκπ/σης	Τεχνολογία AR
5	Προσομοίωση Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Επιστημών	A&B/θμια	Σύστημα AR προσομοίωσης
6	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Μηχανικής	Γ/θμια	Βιβλίο Εικόνων AR
7	Μάθηση Μελέτη Περίπτωσης	Εκπαίδευση Μηχανικής	Γ/θμια	Βιβλίο Εικόνων AR
8	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Υγείας	Γ/θμια	Εφαρμογή App κινητής συσκευής
9	Βιβλιογραφική ανασκόπηση	Εκπαίδευση Υπολογιστών	A&B&Γ/θμια	-
10	Ψυχαγωγία και Μάθηση	Αφήγηση	A/θμια	Εφαρμογή με βάση συγκεκριμένου δείκτη σε χαρτί
11	Μάθηση	Εκπαίδευση Μαθηματικών	A/θμια	Σύστημα ανίχνευσης κίνησης
12	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Μαθηματικών	A/θμια	Εφαρμογή App κινητής συσκευής
13	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Επιστημών	B/θμια	Εφαρμογή App κινητής συσκευής
14	Βιβλιογραφική ανασκόπηση	Εκπαίδευση	Γ/θμια	-
15	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Υπολογιστών	Γ/θμια	Σύστημα AR
16	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Μηχανικής	B&Γ/θμια	Εφαρμογή με βάση συγκεκριμένου δείκτη σε χαρτί
17	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση	Γ/θμια	Εφαρμογή App κινητής συσκευής

Προκειμένου να απαντηθεί το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, δηλαδή με ποιες στρατηγικές οι Εφαρμογές m-AR επιδιώκουν την αύξηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Αρχικά έγινε μια έρευνα μέσω της μηχανής αναζήτησης Google σχετικά με τις εφαρμογές που υπάρχουν παγκοσμίως και χρησιμοποιούν την Τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Στη συνέχεια, έγινε καταγραφή των εφαρμογών που έχουν εκπαιδευτικό χαρακτήρα ή μπορούν να αξιοποιηθούν στα πλαίσια εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Τέλος, με αναζήτηση μέσα στις εφαρμογές Google play και Apple App store βρέθηκαν οι ίδιες οι εφαρμογές AR με πληροφορίες για την κάθε εφαρμογή. Όλες οι εφαρμογές μπορούν να λειτουργήσουν μόνο σε κινητά τηλέφωνα με λογισμικό Android ή iOS και σε tablet ή iPad. Οι εφαρμογές σε smart κινητές συσκευές με εκπαιδευτικό χαρακτήρα που θα αξιολογηθούν από την συγγραφέα είναι οι ακόλουθες:

Star Walk, Touch Surgery, GeoGebra 3d graphing calculator, eDrawings, Wonderscope, ARki, Solar Walk, Quiver, Chromville science, ARLoon plants, Google Translate, Google spotlight, Sky map, Google Expeditions, DEVAR.

Τέλος, οι έρευνες ταξινομήθηκαν με βάση τα κριτήρια του σκοπού τους, το επιστημονικό πεδίο στο οποίο δραστηριοποιούνται, τις ηλικιακές βαθμίδες εκπαίδευσης που ερευνούν και την τεχνολογία AR που χρησιμοποιούν (Πίνακας 3).

Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα κριτήρια με βάση τα οποία ταξινομήθηκαν οι εφαρμογές:

Πίνακας 4 . Ταξινόμηση των εφαρμογών m-AR

ΑΑ	Σκοπός	Επιστημονικό Πεδίο	Βαθμίδα Εκπ/σης	Εφαρμογή
1	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Επιστημών	A&B&Γ/θμια	Star Walk
2	Προσομοίωση Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Υγείας	B&Γ/θμια	Touch Surgery
3	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Μαθηματικών	B&Γ/θμια	GeoGebra 3D Calculator
4	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Σχεδίου	Γ/θμια	eDrawings
5	Αφήγηση και Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Επιστημών Εκπαίδευση Ξένης Γλώσσας	A/θμια	Wonderscope
6	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Μηχανικής	Γ/θμια	ARki
7	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Επιστημών	A&B&Γ/θμια	Solar Walk
8	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση μέσω της Ζωγραφικής	A/θμια	Quiver
9	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση μέσω της Ζωγραφικής	A/θμια	Chromville science
10	Ανακαλυπτική Μάθηση	Περιβαλλοντική εκπαίδευση	A&B&Γ/θμια	ARLoon plants
11	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Ξένης Γλώσσας	A&B&Γ/θμια	Google Translate
12	Αφήγηση	Άτυπη εκπαίδευση	A&B&Γ/θμια	Google Spotlight Stories
13	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Επιστημών	A&B&Γ/θμια	Sky map
14	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση μέσω της Ζωγραφικής	A/θμια	DEVAR
15	Ανακαλυπτική Μάθηση	Εκπαίδευση Υγείας, Επιστημών, Μαθηματικών, Μηχανικής, Ιστορίας, Αρχιτεκτονικής κα.	A&B&Γ/θμια	Expeditions

Οι 15 εφαρμογές αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν μετά από τη χρήση αυτών και από τα δεδομένα που υπάρχουν στο διαδίκτυο. Ο σκοπός που έγινε η μελέτη είναι κυρίως για να απαντηθεί το τρίτο ερευνητικό ερώτημα που έχει τεθεί στην παρούσα μελέτη.

Ποιο συγκεκριμένα οι εφαρμογές αξιολογούνται με βάση:

- Την αλληλεπίδραση
- Το ενδιαφέρον για μάθηση
- Το περιεχόμενο
- Τη λειτουργία χρήσης- πλοήγησης
- Τη συνολική εκτίμηση-ικανοποίηση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

7.1. Μαθησιακά κίνητρα στην εκπαίδευση μέσω τεχνολογίας AR

Το κίνητρο μπορεί να οριστεί ως μια ιδιότητα ενδυνάμωσης του ατόμου για την έναρξη και τον έλεγχο της συμπεριφοράς για μια συγκεκριμένη εργασία. Με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί στην εισαγωγή της συγκεκριμένης μελέτης και πιο συγκεκριμένα του πρώτου. Δηλαδή **E1. Με ποιο τρόπο η Επαυξημένη Πραγματικότητα επιδρά στα μαθησιακά κίνητρα των εκπαιδευομένων για την εκπαιδευτική διαδικασία, σύμφωνα με τις έρευνες των τελευταίων 2 ετών.** Φαίνεται ότι τα μαθησιακά κίνητρα και γενικότερα η παρακίνηση όσον αφορά τη συμμετοχή των εκπαιδευομένων απασχόλησε πρόσφατα 9 μελέτες. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι μαθητές, οι οποίοι έχουν κίνητρα για μάθηση σε σχέση με τους μη κινητοποιημένους μαθητές, εμπλέκονται περισσότερο σε μια εργασία. Υπάρχουν έρευνες που βρέθηκαν στη βιβλιογραφία που δείχνουν ότι η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας για την ενίσχυση των κινήτρων των μαθητών, βελτιώνει την οπτικοποίηση του υλικού των μαθημάτων για την καλύτερη κατανόηση αυτού (Schmidt, 2007; Serio, Ibanez & Kloos, 2013; Gutierrez, Fernandez, 2014).

7.1.1. Κίνητρα σε μαθητές Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

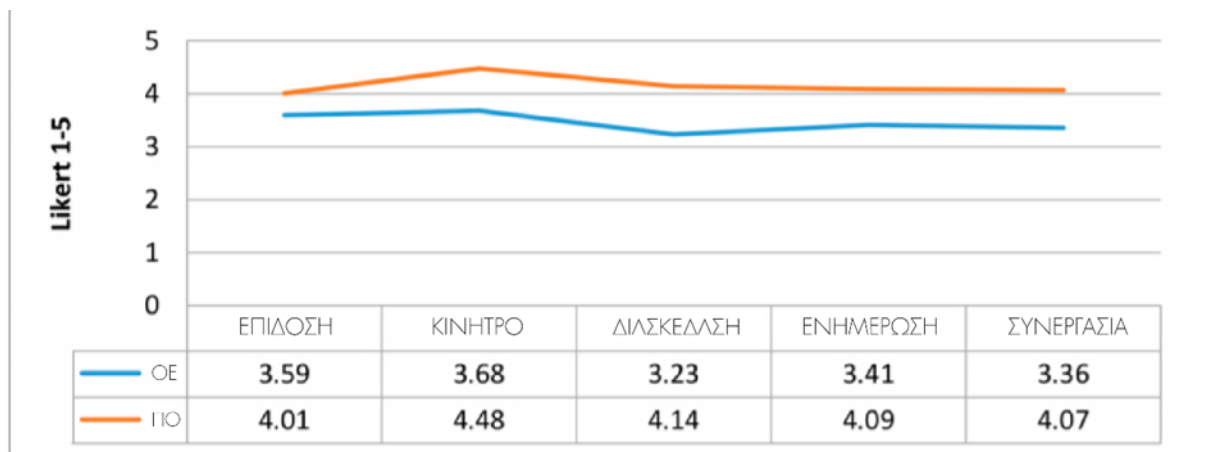
7.1.1.1. Παιχνίδι " WallaMe " για μαθητές Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να αναλύσει τον αντίκτυπο που έχει η ενσωμάτωση των παιχνιδιών με την Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαιδευτική διαδικασία. Πραγματοποιήθηκε πειραματική μελέτη με 91 μαθητές δημοτικού σχολείου στην Ισπανία, για την οποία σχεδιάστηκε η εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας "WallaMe" και επιλέχθηκε για χρήση σε πέντε συνεδρίες μιας διδακτικής ενότητας στην Εκπαίδευση της Τέχνης. Μέσω των διαδικασιών pretest και posttest, αξιολογήθηκαν οι ακαδημαϊκές επιδόσεις, τα κίνητρα και οι δεξιότητες αναζήτησης πληροφοριών. Οι μεταβλητές που αναλύθηκαν μέσα στην έρευνα ήταν η ακαδημαϊκή απόδοση, οι δεξιότητες των μαθητών στην αναζήτηση και στην ανάλυση πληροφοριών, το επίπεδο της διασκέδασης και της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών. Η ανάλυση της έρευνας δομήθηκε με βάση την μάθηση μέσω της παιχνιδιοποίησης και μέσω μιας κατάστασης-εμπειρίας. Οι κατηγορίες οι οποίες πλαισίωσαν την ανάλυση ήταν η αλληλεπίδραση των φοιτητών με φυσικές τοποθεσίες (markerless-based) και ο σχεδιασμός μαθησιακών εργασιών.

Οι 91 μαθητές χρίστηκαν σε 2 ομάδες, η πρώτη δηλαδή η πειραματική ομάδα αποτελούνταν από 69 μαθητές, οι οποίοι αναζήτησαν πληροφορίες χρησιμοποιώντας τεχνολογικές συσκευές με την εφαρμογή "WallaMe" κατά τη διάρκεια πέντε συνεδριών που ήταν μέρος της διδακτικής ενότητας για την «Τέχνη στην Ευρώπη». Η ομάδα ελέγχου σχηματίστηκε από 22 μαθητές σε μια τάξη που μελέτησαν την ίδια ενότητα, αλλά χρησιμοποιώντας ένα βιβλίο και «παραδοσιακές» μορφές διδασκαλίας, με μια εκθετική προσέγγιση και με δασκαλοκεντρική προσέγγιση. Το pretest έδειξαν ότι και τα δύο σύνολα μαθητών είχαν το ίδιο επίπεδο γνώσεων για την Τέχνη στην Ευρώπη. Η ανάλυση στην πειραματική ομάδα επικεντρώθηκε στην ικανότητα των μαθητών να αναζητούν, να επιλέγουν και να αναλύουν πληροφορίες χρησιμοποιώντας τα κινητά τους τηλέφωνα. Οι μαθητές οργανώθηκαν ατομικά και αργότερα σε ομάδες, προκειμένου να αναζητήσουν πληροφορίες σχετικά με τους πίνακες σε διάφορες χώρες, αναλύοντας τα καλλιτεχνικά στυλ, το ιστορικό πλαίσιο, τους καλλιτέχνες, τις κοινωνικές και τις πολιτιστικές επιπτώσεις. Κατεβάζοντας δωρεάν την εφαρμογή στα κινητά τους τηλέφωνα οι μαθητές της πειραματικής ομάδας έπρεπε να μετακινηθούν στην παιδική χαρά του σχολείου για να εντοπίσουν εικόνες από μερικούς από τις πιο σημαντικούς πίνακες στην ευρωπαϊκή ιστορία της τέχνης. Μόλις τραβούσαν τις εικόνες, οι μαθητές έπρεπε να εργαστούν σε ομάδες για να βρουν διάφορες πληροφορίες για τα έργα αυτά. Όταν και οι δύο ομάδες είχαν ολοκληρώσει τις 5 συνεδρίες, πραγματοποιήθηκε ένα posttest για την αξιολόγηση της ακαδημαϊκής απόδοσης σε σχέση με το περιεχόμενο που είχαν διδαχθεί στη συγκεκριμένη διδακτική ενότητα. Διανεμήθηκε επίσης ένα ερωτηματολόγιο και στις δύο ομάδες, με κλίμακα Likert 1-5, για ανάλυση των μεταβλητών του κινήτρου, της δέσμευσης, του επιπέδου διασκέδασης και συνεργασίας.

Οι χαμηλές τιμές στο πρώτο τεστ πριν τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην πειραματική ομάδα, έδειξαν ότι οι μαθητές και στις δύο ομάδες είχαν τα ίδια αρχικά επίπεδα. Στην συνέχεια στο posttest φάνηκε ότι οι βαθμολογίες διέφεραν. Η πειραματική ομάδα παρουσίασε στατιστικά σημαντική βελτίωση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Οι μαθητές που πραγματοποίησαν τη δραστηριότητα με το "WallaMe" είχαν καλύτερα αποτελέσματα για τις μεταβλητές που αναλύθηκαν από την ομάδα ελέγχου που δούλεψε με το βιβλίο και μέσω άμεσης διδασκαλίας. Υπήρξε μια στατιστικά σημαντική βελτίωση στις εξαρτημένες μεταβλητές που αναλύθηκαν, με μεγαλύτερη συχνότητα κινήτρου και επίπεδο διασκέδασης, η οποία τονίζει την ενεργό φύση της εφαρμοζόμενης παρέμβασης. Και οι δύο ομάδες ξεκινούν με παρόμοια αποτελέσματα στο pretest, αλλά οι μαθησιακές διαδικασίες οδηγούν σε βελτίωση της βαθμολογίας

posttest για την πειραματική ομάδα, η οποία υπερβαίνει τους 4 βαθμούς. Οι τιμές δείχνουν μια στατιστικά σημαντική βελτίωση, επομένως η ερευνητική υπόθεση αποδεικνύεται ότι έχει καλύτερα ακαδημαϊκά αποτελέσματα, μεγαλύτερο κίνητρο, επίπεδο διασκέδασης, ισχυρότερες δεξιότητες αναζήτησης πληροφοριών και συνεργασίας.



Εικόνα 14. Αποτελέσματα από την ομάδα ελέγχου (OE) και την πειραματική ομάδα (IO) σε δύο διαστάσεις (Πηγή: Sáez-López, Sevillano-García, Pascual-Sevillano, 2019)

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πειραματική ομάδα σημείωσε στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην ακαδημαϊκή απόδοση του θέματος, στα μαθησιακά κίνητρα, στην αναζήτηση και ανάλυση πληροφοριών, στη διασκέδαση και στη συνεργασία. Το συμπέρασμα είναι ότι οι δυναμικές δραστηριότητες οι οποίες χρησιμοποίησαν την Επαυξημένη Πραγματικότητα, ωφελούν τις διαδικασίες διδασκαλίας-μάθησης και ενθαρρύνουν την καινοτομία και τη βελτίωση μέσω της εκπαιδευτικής τεχνολογίας. Η χρήση κινητών συσκευών αλλά και η άμεσα αναζήτηση πληροφοριών σχετικά με την εκπαίδευση στην τέχνη βελτίωσαν τα ακαδημαϊκά επιτεύγματα και την ικανότητα των συμμετεχόντων στην αναζήτηση και ανάλυση πληροφοριών. Ταυτόχρονα, η χρήση και η εκμάθηση μέσω AR και η αναζήτηση πληροφοριών συνέβαλαν στην αύξηση του επιπέδου διασκέδασης και της δυνατότητας συνεργασίας μεταξύ των μαθητών.

Τέλος, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην ακαδημαϊκή απόδοση όταν οι δραστηριότητες εφαρμόζονται στο σχολικό περιβάλλον. Είναι εμφανές λοιπόν ότι η ενσωμάτωση αυτού του τύπου διδασκαλίας απαιτεί πόρους, υποδομές, καλή σύνδεση στο διαδίκτυο και επαρκώς εκπαιδευμένους εκπαιδευτικούς προκειμένου να ενσωματωθεί αυτός ο παιδαγωγικός σχεδιασμός. Αυτή η μελέτη έδειξε ότι οι δυναμικές δραστηριότητες που βασίζονται στο παιχνίδι,

οι οποίες χρησιμοποιούν τεχνολογίες AR, προσφέρουν παιδαγωγικά οφέλη και αντιπροσωπεύουν μια ευκαιρία για επιτυχία στην ενεργοποίηση της καινοτομίας στην εκπαίδευση μέσω της εφαρμογής αναδυόμενων τεχνολογιών (Sáez-López, Sevillano-García & Pascual-Sevillano, 2019).

7.1.1.2. Παιχνίδι " See me Roar " με AR για τα μαθηματικά Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Στα πλαίσια έρευνας δημιουργήθηκε ένα παιχνίδι AR για τη βελτίωση της αντίληψης των παιδιών, τη σχετικότητα και τα μαθησιακά κίνητρα όσον αφορά τα μαθηματικά για ηλικίες μαθητών δημοτικού σχολείου 8 με 12 χρονών στην Ολλανδία. Με δυο ερευνητικά ερωτήματα προχώρησε η έρευνα και 4 χρήστες που το δοκίμασαν, είχαν στόχο την εξερεύνηση του σχεδιασμού ενός ολοκληρωμένου παιχνιδιού το οποίο προσφέρει σχετικότητα, αλληλοεπίδραση και κίνητρα στους μαθητές να ανακαλύψουν περισσότερα. Τα ερωτήματα τεθήκαν ως εξής με το πρώτο να ερευνά εάν η συνεργασία θα μπορούσε να προκαλέσει την αντίληψη της σχετικότητας μεταξύ του εκπαιδευτικού τρισδιάστατου υλικού και των διαφόρων εννοιών, προκειμένου να γίνουν αντιληπτά από τους μαθητές δημοτικού σχολείου και να βελτιώσουν τα μαθησιακά τους κίνητρα αλλά αντίστοιχα εάν ο ανταγωνισμός βοηθάει για τα πιο πάνω.

Στην παρούσα μελέτη ο ερευνητής χρησιμοποίησε τη μέθοδο συν-σχεδιασμού με τους συμμετέχοντες-μαθητές για να διαμορφώσει και να αναπτύξει την έννοια ενός παιχνιδιού AR για παιδιά, έτσι ώστε να εξασκήσουν τις μαθηματικές τους δεξιότητες σε κοινωνικό μαθησιακό περιβάλλον. Στη συνέχεια, διερεύνησε τα στοιχεία του παιχνιδιού AR που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την αντίληψή τους για τη σχετικότητα και τα κίνητρα τους για συνεργασία και άμιλλα αντί για ανταγωνισμό. Λόγω του περιορισμένου αριθμού παιδιών που συμμετείχαν στη δοκιμή της εφαρμογής, πραγματοποιήθηκε ημι-δομημένη συνέντευξη και παρατήρηση. Ο ερευνητής επέλεξε να εξετάσει βαθύτερα την εμπειρία των συμμετεχόντων και να συλλέξει ποιοτικά δεδομένα. Λαμβάνοντας υπόψη τις δυσκολίες στην απόκτηση απαιτούμενων πληροφοριών από μικρά παιδιά, ο ερευνητής επέλεξε να χρησιμοποιήσει την μέθοδο της παρατήρησης για να κατανοήσουν τη συμπεριφορά των παιδιών ενώ παίζουν το παιχνίδι. Ο ερευνητής δεν συμμετείχε στη διαδικασία, βρισκόταν όμως στο χώρο ως παρατηρητής, παρακολουθώντας και ακούγοντας τις δραστηριότητες των παιδιών. Μια βιντεοκάμερα χρησιμοποιήθηκε για να συλλάβει τη δράση, τη συμπεριφορά των παιδιών, τις εκφράσεις των προσώπων τους και τα σχόλια που έκαναν κατά την αλληλεπίδραση με το παιχνίδι.

Τα παιδιά κλήθηκαν να παίξουν ελεύθερα και εκτελέσουν μια σειρά εργασιών με το See Me Roar. Μάλιστα η εφαρμογή χωριζόταν σε δύο εκδόσεις αυτή του ανταγωνισμού και αυτή της συνεργασίας. Στην ανταγωνιστική έκδοση τα μέλη της ομάδας ανταγωνίζονται μεταξύ τους για το ποιος μπορεί να μετακινήσει στην εφαρμογή τα ζώα στο "σωστό" φαγητό στο υψηλότερη ταχύτητα. Το παιδί που παίρνει το "σωστό" φαγητό πιο γρήγορα κερδίζει το παιχνίδι, και το άλλο παιδί λαμβάνει μια ειδοποίηση που το ενημερώνει για τη σωστή απάντηση. Στην έκδοση της συνεργασίας οι εργασίες των μελών της ομάδας είναι διαφορετικές, το ένα παιδί μπορεί να δει μόνο τις ασκήσεις, ενώ το άλλο μπορεί να ελέγχετε τα ζώα. Καθώς δεν επιτρεπόταν να κοιτάζουν το κινητό τηλέφωνο του συνεργάτη, έπρεπε να συνεργαστούν μεταξύ τους για να φάει το κάθε ζώο το "σωστό" φαγητό.

Με την ολοκλήρωση της κάθε έκδοσης ακολουθούσε ημι-δομημένη συνέντευξη στην οποία οι συμμετέχοντες στα παιδιά ήταν μια λίστα ερωτήσεων. Τα παιδιά μπορούσαν επίσης να δώσουν μια γενική αξιολόγηση για την εμπειρία τους και το πως αισθάνθηκαν στις δύο εκδόσεις όσον αφορά τον σύντροφό τους. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η έκδοση της συνεργασίας θα μπορούσε να οδηγήσει σε υψηλότερη αντίληψη της σχετικότητας μεταξύ του εκπαιδευτικού τρισδιάστατου υλικού και των διαφόρων εννοιών, αλλά και περισσότερα μαθησιακά κίνητρα. Βέβαια, η έρευνα αναφέρει ότι αξίζει να ξανά υλοποιηθεί με περισσότερους συμμετέχοντες και ίσως μεγαλύτερο εύρος ηλικιών (XiaoYu Yu, 2019).

7.1.1.3. Έρευνα προσομοίωσης ανεμοστρόβιλου

Μια πολύ εκκεντρική έρευνα διεξήχθη στην Ιαπωνία με 50 συμμετέχοντες ηλικίες από 13 έως 79 ετών, η οποία προσφέρει στους χρήστες την εμπειρία προσομοίωσης ανεμοστρόβιλου μέσω της Εικονικής και της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Οι ανεμοστρόβιλοι είναι μια σπάνια φυσική καταστροφή. Ωστόσο, οι τρομεροί άνεμοι μπορούν να προκαλέσουν σημαντική ζημιά. Για να προετοιμαστούν για τέτοιες περιπτώσεις, πρέπει να παρέχεται προσομοιωμένη εμπειρία ανεμοστρόβιλου που θεωρεί τον τεράστιο άνεμο ως σημαντικό κίνδυνο και ενσωματώνει σχέδια εκκένωσης. Επειδή η προσομοίωση ενός ανεμοστρόβιλου είναι δύσκολη, αναπτύχθηκαν απλά VR και AR συστήματα προσομοιώνοντας ρεαλιστικά ανεμοστρόβιλους και πραγματοποίησαν συγκριτικά πειράματα.

Τα ερευνητικά ερωτήματα αποσκοπούσαν να διευκρινίσουν τη διαφορά των VR και AR συστημάτων από τις προσημειώσεις, οι οποίες διαθέτουν οπτικοακουστικά εφέ και αληθινούς

τεράστιους ανέμους που παράγονται από ανεμογεννήτρια. Οι μεταβλητές της έρευνας ήταν ο φόβος, η αυτο-αποτελεσματικότητα και τα μαθησιακά κίνητρα για την αντιμετώπιση ενός ανεμοστρόβιλου. Αναπτύχθηκαν απλά συστήματα VR και AR με οπτικοακουστικά STE. Δημιουργήθηκαν δύο πειραματικές ομάδες με οπτικοακουστικά STE βασισμένα σε AR (VR-STE και AR-STE). Η ομάδα ελέγχου χρησιμοποίησε ένα σύστημα VR σε ένα δωμάτιο παραγωγής αέρα με μεγάλη ανεμογεννήτρια και κρίνοντας από τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου παρατηρήθηκε ότι οι συμμετέχοντες είχαν το υψηλότερο επίπεδο φόβου. Συνδέθηκε μια στερεοσκοπική κάμερα, δηλαδή μια κάμερα που επιτρέπει τους χρήστες να βλέπουν τρισδιάστατα το φυσικό περιβάλλον, στο HMD και κατέγραψαν την προσομοίωση σε πραγματικό χρόνο. Όταν ένας συμμετέχων φορούσε το HMD και κοίταζε τον ουρανό, τότε ξεκινούσε το σύστημα AR την υπέρθεση του ανεμοστρόβιλου για να προσαρμόσει την αρχική του θέση. Οι συμμετέχοντες μπορούσαν να δουν ένα 360 μοιρών σκηνικό μετακινώντας τα κεφάλια τους.

Όσον αφορά την διαδικασία οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο προτού ξεκινήσει η διαδικασία σχετικά με τη γνώση, την εμπειρία που έχουν από παρόμοια φαινόμενα, τους ανεμοστρόβιλους κ.λπ. Στην συνέχεια οι συμμετέχοντες έλαβαν μια σύντομη διάλεξη για το μηχανισμό με τον οποίο εμφανίζονται ανεμοστρόβιλοι και οι ζημιές που έχουν προκαλέσει αυτοί στο παρελθόν. Αφού ολοκληρώθηκε η προσομοίωση οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με τον φόβο, την αποτελεσματικότητα και το μαθησιακό κίνητρο.

Τα πειραματικά αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι τα οπτικοακουστικά εφέ μπορούν να διατηρήσουν το φόβο των εμπλεκόμενων και επηρεάζουν την αυτο-αποτελεσματικότητα και τα μαθησιακά κίνητρα αυτών. Επιπλέον η έρευνα έδειξε, ότι το VR σύστημα είναι πιο κατάλληλο από το AR όσον αφορά τον έλεγχο του φόβου και της λειτουργίας του συστήματος. Τα VR και AR συστήματα προσημειώσεων μπορούν να εμπνεύσουν τους εμπλεκόμενους να μετατρέψουν τις σκέψεις τους σε εκκένωση. Παρόλα αυτά ενώ οι συμμετέχοντες ένιωθαν τον φόβο δεν μπόρεσαν να πάνε στο επόμενο στάδιο δηλαδή, σε αυτό το οποίο μαθαίνουν πως να εκκενώνουν περιοχές που πλήττονται από ανεμοστρόβιλους. Η έρευνα βασίζεται στην εξέλιξη της τεχνολογίας AR και VR για καλύτερα και πιο ρεαλιστικά αποτελέσματα (Mitsuhara, Shishibori, 2019).

7.1.1.4. Έρευνα για μαθησιακά κίνητρα στην Δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Τα τελευταία χρόνια, οι καινοτόμες εφαρμογές που ενσωματώνουν την Επαυξημένη Πραγματικότητα σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα έχουν αυξηθεί ραγδαία στην Ταιβάν. Αυτή η

εργασία παρουσιάζει μια εμπειρική μελέτη που διερεύνησε τους μαθητές του γυμνασίου στο μάθημα που σχετίζεται με την υγεία, δηλαδή με τη γνώση της δομής του ανθρώπινου σώματος, τα οποία μαθήματα ενσωματώνουν την τεχνολογία AR με διαφορετικές προτιμήσεις στυλ μάθησης. Εφαρμόστηκαν 2 ομάδες με συνολικό αριθμό συμμετεχόντων 88 άτομα εκ των οποίων τα 40 ήταν αγόρια και τα 48 κορίτσια, αυτή της πειραματικής ομάδας με 45 άτομα (βασισμένη σε AR) και αυτή της ομάδας ελέγχου με 43 άτομα (παραδοσιακή διάλεξη), σε μαθήματα εκπαίδευσης υγείας για τέσσερις συνεχόμενες εβδομάδες, συγκριτικά με τις βαθμολογίες προ-δοκιμών και μετα-δοκιμών.

Αυτή η έρευνα χρησιμοποίησε την τεχνολογία AR για να δημιουργήσει ένα διαδραστικό μαθησιακό περιβάλλον, το οποίο επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν την τρισδιάστατη δομή του ανθρώπινου σώματος με οπτική υποστήριξη. Οι μαθητές μπορούσαν να πάρουν εύκολα τη σχετική θέση εσωτερικά στα ανθρώπινα όργανα από διαφορετική γωνία σε ένα διαδραστικό μοντέλο 3D. Αυτή η μελέτη συνέκρινε δύο μαθησιακά περιβάλλοντα για τρισδιάστατη δομή ανθρώπινου σώματος με οπτική υποστήριξη του μαθησιακού περιβάλλοντος AR. Ο σχεδιασμός pretest και post-test χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση της επίδρασης των επιτευγμάτων των μαθητών, όπως μετρήθηκε από τεστ γνώσεων σε βασικές έννοιες.

Η μελέτη διεξήχθη για τέσσερις εβδομάδες μαθημάτων εκπαίδευσης στη δομή του ανθρώπινου σώματος. Στην αρχή του μαθήματος οι μαθητές συμπλήρωσαν το pretest. Σε μία τάξη ανατέθηκε τυχαία η πειραματική ομάδα (βασισμένη σε AR) και σε μια άλλη τάξη ανατέθηκε η ομάδα ελέγχου. Σε κάθε ομάδα, οι μαθητές ολοκλήρωσαν τα πέντε στάδια των μαθησιακών δραστηριοτήτων που ακολούθησαν το ίδιο πρόγραμμα σπουδών. Κατά τη διάρκεια των τεσσάρων εβδομάδων των μαθημάτων εκπαίδευσης στον τομέα της υγείας, οι μαθητές στην πειραματική ομάδα ακολουθούσαν και διδάχθηκαν τις ενότητες με το μαθησιακό υλικό AR από την άλλη πλευρά, εκείνοι της ομάδας ελέγχου με παραδοσιακά περιβάλλοντα μάθησης, όπως διάλεξη και παρουσίαση διαφανειών. Μετά το τέλος του μαθήματος οι μαθητές συμπλήρωσαν το post-test.

Τα ευρήματα αποκάλυψαν ότι οι μαθητές στην πειραματική ομάδα είχαν εμφανώς υψηλότερα μαθησιακά επιτεύγματα και ενισχυμένα μαθησιακά κίνητρα από τους μαθητές στην ομάδα ελέγχου. Επομένως, η τεχνολογία AR έδωσε στους δραστήριους και ενεργούς μαθητές την ευκαιρία να δοκιμάσουν και να παρατηρήσουν διαφορετικές επιλογές που ταιριάζουν καλά με το στυλ μάθησης τους. Επιπλέον, οι οπτικοί μαθητές είχαν καλύτερη απόδοση από τους λεκτικούς μαθητές. Οι οπτικοί μαθητές προτιμούσαν τη μάθηση και την επίλυση προβλημάτων μέσω της

οπτικοποίησης, ενώ η τεχνολογία AR προσέφερε ευκαιρίες να κατανοήσουν το ζωντανό τρισδιάστατο σχήμα των οργάνων του ανθρώπινου σώματος. Η παρατήρηση του μαθήματος μέσω της AR προκαλεί πολύ ενθαρρυντικές απαντήσεις από τους μαθητές για να επιτύχουν, να κατανοήσουν και να εμπεδώσουν τη διδακτική ύλη. Οι μαθητές της οπτικής, επομένως, επωφελήθηκαν σημαντικά από την οπτική απεικόνιση και ενίσχυσαν τα κίνητρά τους να επεκτείνουν τις γνώσεις τους στο συγκεκριμένο μάθημα. (Shiu, Hsu, Sheng & Lan, 2019)

7.1.1.5. Έρευνα με βιολογικό μικροσκόπιο

Στη συγκεκριμένη έρευνα που υλοποιήθηκε στην Κίνα μελετάται ένα τεχνολογικό σύστημα μάθησης βιολογικού μικροσκοπίου βασισμένο σε VR / AR. Η δομή του μικροσκοπίου περιεγράφηκε σε λεπτομερή τρισδιάστατο (3D) μοντέλο, το οποίο συνδέθηκε με εξοπλισμό VR και τεχνολογία AR, έτσι αναπτύχθηκε ένα υποσύστημα εικονικού μικροσκοπίου και ένα κινητό σύστημα εικονικού οδηγού μικροσκοπίου. Αποτελέσματα αυτού είναι ότι το σύστημα αποτελείται από ένα υποσύστημα VR και ένα υποσύστημα AR. Το υποσύστημα AR επέτρεψε στους χρήστες να χρησιμοποιούν κινητό σύστημα λαμβάνοντας μια εικόνα μικροσκοπίου από ένα βιβλίο και έπειτα εμφανίστηκε η δομή και οι λειτουργίες του οργάνου, καθώς επίσης και η λειτουργία καθοδήγησης, η οποία είναι ευέλικτη για τους μαθητές ώστε να χρησιμοποιούν το σύστημα πριν ή μετά την τάξη χωρίς χρονικούς και χωρικούς περιορισμούς. Το σύστημα επέτρεψε στους χρήστες να κάνουν εναλλαγή μεταξύ υποσυστήματος VR και υποσυστήματος AR.

Ως απαραίτητο σημείο γνώσης της βιολογίας για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, κρίθηκε να κατανοήσουν την κύρια δομή και τις λειτουργίες του οπτικού μικροσκοπίου, και να ελέγχουν σωστά τις δεξιότητες της πειραματικής λειτουργίας. Τα βήματα λειτουργίας του οπτικού μικροσκοπίου περιλαμβάνουν κυρίως τη λήψη και τοποθέτηση του μικροσκοπίου, τη ρύθμιση του φωτός, την παρατήρηση και τον καθαρισμό του μικροσκοπίου, όπου η ρύθμιση του φωτός και της παρατήρησης είναι βασικά βήματα. Κατά τη διάρκεια της ρύθμισης των διαδικασιών φωτός, ο χειρισμός έχει την ανύψωση του σωλήνα του φακού στην υψηλότερη θέση, την ευθυγράμμιση του αντικειμενικού φακού χαμηλής μεγέθυνσης με την οπή διέλευσης φωτός. Προσαρμογή του καθρέφτη για μεγιστοποίηση της ποσότητας φωτός που εκπέμπεται μέσω της οπής που περνά το φως. Κατά τη διάρκεια των διαδικασιών παρατήρησης, τα βασικά βήματα λειτουργίας είναι τα η εγκατάσταση διαφανειών, η προσαρμογή της απόστασης μεταξύ του αντικειμενικού φακού και

της αντικειμενοφόρου πλάκας έτσι ώστε ο αντικειμενικός φακός να είναι κοντά στη διαφάνεια. Τέλος την προσαρμογή της σαφήνειας του οπτικού πεδίου του προσοφθάλμιου φακού.

Προκειμένου να παρέχεται επαρκής διαισθητική βοήθεια για τη λειτουργία και την εκμάθηση του μικροσκοπίου, VR και AR οι τεχνολογίες συνδυάστηκαν για την ανάπτυξη ενός συστήματος προσομοίωσης λειτουργίας. Στην εργασία, η μερική σύσταση του μοντέλου μικροσκοπίου περιγράφηκαν σε λεπτομερές τρισδιάστατο μοντέλο. Η σύνθεση δομής μικροσκοπίου δημιουργήθηκε σύμφωνα με την τοπολογική τους σχέση.

Σαν συμπεράσματα από την έρευνα ήταν ότι το σύστημα είναι χρήσιμο για να βοηθήσει τους μαθητές (ειδικά μαθητές K-12) να αναγνωρίσουν τη δομή του μικροσκοπίου και να κατανοήσουν την ικανότητα λειτουργίας μέσω διαδραστικών διαδικασιών και προσομοιωμένης λειτουργίας. Μ' αυτόν τον τρόπο οι wearable συσκευές βοήθησαν τους μαθητές λυκείου να ενισχύσουν τα εκπαιδευτικά τους κίνητρα, με θετικά συναισθήματα και ανάγκη για εξερεύνηση μέσω self-learning εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. (Zhou, Tang, Lin & Han, 2020)

7.1.2. Έρευνες κινήτρων στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση

7.1.2.1. Έρευνα σε φοιτητές της σχολής ηλεκτρολόγων και ηλεκτρονικών υπολογιστών

Μία από τις έρευνες που έγιναν το 2019 που παρουσιάστηκε στο 9ο Παγκόσμιο Φόρουμ Εκπαίδευσης Μηχανικών, μελετά την ενίσχυση των μαθητικών κινήτρων με τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας με σκοπό τη διαδραστική μάθηση στην εκπαίδευση μηχανικών. Προκειμένου να αξιοποιηθεί η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση, έχει αναπτυχθεί ένα διαδραστικό σύστημα μάθησης μέσω βιβλίων AR σε πραγματικό χρόνο για τους φοιτητές ηλεκτρονικών και ηλεκτρολόγων μηχανικών που θα τους βοηθήσουν να απεικονίσουν διάφορες θεωρητικές έννοιες και πληροφορίες, που θα δυσκολευόταν να κατανοήσουν σε ένα παραδοσιακό περιβάλλον διδασκαλίας-μάθησης (Kaur et al., 2018; Kaur et al., 2019).

Αυτό το σύστημα εφαρμόστηκε σε μια ομάδα προπτυχιακών φοιτητών για να ελέγξει τα κίνητρά τους προς τη χρήση του AR ως εργαλείο διδασκαλίας-μάθησης σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Η διαδικασία εφαρμογής του συστήματος στην τάξη ξεκίνησε με την παρουσίαση της τεχνολογίας, ακολούθησε η επίδειξη και η εφαρμογή του συστήματος και τέλος δόθηκαν ερωτηματολόγια με σκοπό τη συλλογή ανατροφοδότησης από τους συμμετέχοντες. Τα ερωτηματολόγια αυτά

βασίστηκαν στο μοντέλο ARCS (Keller, 2009) τα αρχικά των παραμέτρων attention (A), relevance (R), confidence (C) and satisfaction (S), δηλαδή την προσοχή, τη συνάφεια, την εμπιστοσύνη και την ικανοποίηση των μαθητών. Συνολικά έλαβαν μέρος στην έρευνα 34 προπτυχιακοί φοιτητές ηλεκτρολογίας και ηλεκτρολόγοι μηχανικοί. Μέσα από 15 ερωτήσεις και μέγιστο βαθμό το 5 προέκυψε η μέση βαθμολογία και των τεσσάρων παραγόντων που σχετίζονται με τη μέτρηση του κινήτρου των μαθητών.

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας ένα δείγμα t-test για όλες τις ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση της απόκρισης των μαθητών και για τους διαφορετικούς παράγοντες από το μοντέλο ARCS. Τα αποτελέσματα με υψηλές τιμές, με 4 και πάνω σε όλους τους παράγοντες, δείχνουν ότι οι φοιτητές ήταν πολύ ικανοποιημένοι με τη χρήση του περιβάλλοντος AR με σκοπό τη διαδραστική μάθηση, συμφωνώντας στο γεγονός ότι η χρήση της βελτιώνει την προσοχή, τη συνάφεια, την αυτοπεποίθησή τους και την ικανοποίηση για το εκπαιδευτικό υλικό. Επομένως, φαίνεται ότι για κάθε παράμετρο που σχετίζεται με όλα τα στοιχεία του ερωτηματολογίου έδειξαν ότι η χρήση του AR για διαδραστική μάθηση έγινε δεκτή από τους μαθητές με αυξημένο κίνητρο. Έτσι, η τεχνολογία AR παρέχει καινοτόμους και διαδραστικούς τρόπους μάθησης και έχει ένα πλεονέκτημα έναντι των παραδοσιακών μορφών διδασκαλίας και μάθησης σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, καθώς έχει σημαντικό αντίκτυπο στο κίνητρο των μαθητών κατά την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης εργασίας (Kaur, Mantri & Horan, 2019).

7.1.2.2. Έρευνα για την εκπαίδευση μηχανικών με AR

Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να προτείνει ένα πλαίσιο για τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας σε κινητά τηλέφωνα για την εκπαίδευση μηχανικών. Όπως φαίνεται στη μελέτη η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να διαδραματίσει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στον τομέα της εκπαίδευσης μηχανικών για να βελτιώσει την εκμάθηση των φοιτητών και να παρέχει μια εμπλουτισμένη εμπειρία. Τα κινητά τηλέφωνα είναι σήμερα εξοπλισμένα με υψηλή ισχύ επεξεργασίας, τεράστια χωρητικότητα μνήμης, κάμερα υψηλής ανάλυσης, πλούσιες δυνατότητες πολυμέσων και αισθητήρες. Μαζί με αυτό, η τεχνολογία 5G με βελτιωμένη συνδεσιμότητα μπορεί να καλύψει τις βασικές απαραίτητες απαιτήσεις υλικού για την Augmented Reality σε κινητά τηλέφωνα και να προσφέρει εμπειρία Mobile Augmented Reality (MAR). Η τεχνολογία AR καθιστά δυνατή την ενσωμάτωση του πραγματικού κόσμου με εικονικά στοιχεία 3D και μπορεί

εύκολα να διεγείρει την περιέργεια του μαθητή και έτσι καθιστά τη διαδικασία μάθησης πιο ελκυστική, διασκεδαστική και παρακινητική.

Η μελέτη προτείνει και διερευνά τους διάφορους πιθανούς τρόπους εφαρμογής της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση μηχανικών και προτείνει ένα πλαίσιο εφαρμογής της AR στο εργαστήριο για να εμπλουτίσει τη μαθησιακή εμπειρία χρησιμοποιώντας μια μελέτη περίπτωσης. Το προτεινόμενο πλαίσιο αποδεικνύεται με τη μελέτη περίπτωσης μέσω της έξυπνης εφαρμογής βιβλίων. Τα περιεχόμενα του έξυπνου βιβλίου χρησιμοποιούνται με χρονολογική σειρά για την κατανόηση των βασικών εννοιών, αρχών, εφαρμογών, αρκετών λειτουργιών, πτυχών ασφάλειας κ.λπ. Ακόμα, η μελέτη προτείνει ότι οι φορητές συσκευές που βασίζονται σε Android θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή εφαρμογών χρησιμοποιώντας τις διάφορες δυνατότητες του κινητού τηλεφώνου. Επίσης, τονίζει ότι τα εργαλεία ανοιχτού κώδικα AR SDK συμβάλλουν στη δημιουργία συναρπαστικών σκηνικών AR για την ομαλή ανάμειξη του ψηφιακού και του φυσικού κόσμου (Arulanand, Ramesh Babu & Rajeshc, 2019).

7.1.2.3. Έρευνα σε φοιτητές Ιατρικής

Πρόσφατα έγινε έρευνα στο Πανεπιστήμιο του Cape Town με 78 φοιτητές ιατρικής οι οποίοι χρησιμοποίησαν εφαρμογή στο κινητό Επαυξημένης Πραγματικότητας. Στόχος της έρευνας ήταν να μελετήσουν με βάση το μοντέλο ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) πως οι δείκτες Προσοχή, Συνάφεια, Εμπιστοσύνη, Ικανοποίηση επηρεάζουν το κίνητρο για μάθηση μέσω των νέων τεχνολογιών. Οι φοιτητές χρησιμοποίησαν την Anatomy 4D μια δωρεάν εφαρμογή που χρησιμοποιεί AR για την ενεργοποίηση αλληλεπίδραση με εικόνες του ανθρώπινου σώματος. Η εφαρμογή αναγνωρίζει μέσα από την κάμερα της συσκευής ένα συγκεκριμένο σημείο (marker-based) και εμφανίζει στην οθόνη ένα τρισδιάστατο μοντέλο του ανθρώπινου σώματος.

Μέσω της εφαρμογής Anatomy 4D οι φοιτητές αλληλοεπίδρασαν και στο τελικό ερωτηματολόγιο φάνηκε ότι χρήση της εφαρμογής AR για κινητά αύξησε τη μέση τιμή του κίνητρου των μαθητών κατά 14%. Η προσοχή, η εμπιστοσύνη και η ικανοποίηση των μαθητών αυξήθηκαν κατά 31%, 11% και 13% αντίστοιχα. Στην συνάφεια περιεχομένου παρατηρήθηκε μια μικρή μείωση 3%. Όπως τονίζει η έρευνα η αύξηση των μέσων τιμών της προσοχής, της εμπιστοσύνης και τους παράγοντες ικανοποίησης είναι ένα αποτέλεσμα που είναι σύμφωνο με προηγούμενες μελέτες.

Ωστόσο, η μείωση σε συνάφεια είναι ένα αποτέλεσμα που δεν είναι συνεπές με τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών. Ο Di Serio et al. διαπίστωσε ότι η προσοχή, η συνάφεια, η εμπιστοσύνη

και ικανοποίηση αυξήθηκαν κατά 15%, 5%, 7% και 13%, αντίστοιχα. Ο Chiang et al. Ανακάλυψε ότι η προσοχή, η συνάφεια, η εμπιστοσύνη και η ικανοποίηση στην έρευνα του έδειξαν σημαντικές αυξήσεις κατά 11%, 15%, 11% και 11%, αντίστοιχα. Η αύξηση της ικανοποίησης κατά 13% ήταν σύμφωνη με την αύξηση 13% που βρέθηκαν από τους Di Serio et al. και η αύξηση της εμπιστοσύνης κατά 11% ήταν συνεπής με την αύξηση 11% που διαπιστώθηκε από τους Chiang et al. Με βάση τις πιο πάνω τιμές και τις μέσες τιμές που λαμβάνονται για να μπορεί να απαντηθεί ότι το κίνητρο μετά τη χρήση της εφαρμογής AR για κινητά ήταν 14% υψηλότερο από το μαθησιακό κίνητρο των μαθητών πριν από τη χρήση της εφαρμογής Anatomy 4D. Τέλος, η εφαρμογή Anatomy 4D για κινητά είχε θετικό αντίκτυπο στα μαθησιακά κίνητρα των εκπαιδευόμενων (Khan, Johnston & Ophoff, 2019).

7.1.3. Έρευνες κινήτρων μάθησης για τα έτη 2010-2018

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει μια βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε από ερευνητές σε πανεπιστήμιο της Βραζιλίας το 2019 μελετώντας 14 έρευνες που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ του διαστήματος 2010-2018, σχετικά με τη χρήση τεχνολογιών ως εικονικών περιβαλλόντων για τη διδασκαλία υπολογιστών. Αυτή η μελέτη ασχολείται με τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας, της Εικονικής και της Μεικτής Πραγματικότητας στη διαδικασία εκμάθησης σχετικού περιεχομένου στον υπολογιστή.

Με βάση τα κριτήρια τα οποία επιλέχθηκαν οι ερευνητές κατέληξαν σε 14 έρευνες με χρονιά δημοσίευσης μεταξύ 2010 έως 2018. Κριτήρια και διαδικασίες επιλογής της μελέτης ήταν τα έγγραφα να είναι διαθέσιμα στον Ιστό. Οι δημοσιεύσεις που δημοσιεύθηκαν από τον Ιανουάριο 2010 έως τον Δεκέμβριο του 2018. Έγινε φιλτράρισμα των εγγράφων κατά φράση αναζήτησης λαμβάνοντας υπόψη τον τίτλο, την περίληψη και τις λέξεις-κλειδιά. Όλα τα έγγραφα ήταν γραμμένα στην αγγλική γλώσσα και από ερευνητές πανεπιστημίων. Ενώ απορρίφθηκαν οι έρευνες που αποσκοπούσαν σε επαγγελματική ή βιομηχανική χρήση. Ακόμα απορρίφθηκαν οι έρευνες που δεν είχαν ως κεντρικό στοιχείο τη χρήση μιας τεχνολογίας AR, VR ή MR. Οι που δεν παρουσίασαν περιεχόμενο σχετικό με τη διδασκαλία της Πληροφορικής αλλά και αξιολόγηση του μαθησιακού αποτελέσματος, είτε ποιοτικό είτε ποσοτικό δεν συμπεριλήφθηκαν. Τέλος δεν επιλέχθηκαν όσες έρευνες κατηγοριοποιήθηκαν ως περιλήψεις ή εκτεταμένες περιλήψεις.

Οι έρευνες ταξινομήθηκαν με κριτήρια την πηγή τους, την τεχνολογία που απευθύνονται εάν είναι VR ή AR. Επιπρόσθετα με βάση τα εργαλεία και τις πλατφόρμες που σχεδιάστηκαν οι εφαρμογές

και τους οπτικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για να παρουσιάσουν τις απεικονίσεις, δηλαδή μέσω εικόνων, βίντεο, προσομοιωτών, τρισδιάστατων στοιχείων, ήχων και κινούμενων σχεδίων. Τέλος η ταξινόμηση έγινε με βάση το κυρίως θέμα που πραγματεύεται η εφαρμογή, εάν ήταν προσομοίωση ή παιχνίδι και το κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκε, δηλαδή AR marker-based ή VR συστήματα βύθισης ή μη στον εικονικό κόσμο.

Οι εξεταζόμενες έρευνες παρουσίασαν πληροφορίες που ταξινομούσαν τις τεχνολογικές εφαρμογές ως προς τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν. Περιεχόμενα που απευθύνονται στο προσδιορισμό εφαρμοσμένων εκπαιδευτικών στρατηγικών και τεχνικών και αναγνώριση των αποτελεσμάτων σχετικά με τη μαθησιακή διαδικασία. Ως αποτέλεσμα, βρέθηκαν εικονικά περιβάλλοντα που δείχνουν δυνατότητες διδασκαλίας βασικού περιεχομένου σε μαθήματα που σχετίζονται με το μάθημα της Πληροφορικής. Επιπλέον, παρείχαν θετικά αποτελέσματα στη μαθησιακή διαδικασία, όπως αυξημένη διαδραστικότητα, ευκολότερη απορρόφηση περιεχομένου, αυξημένα κίνητρα και ενδιαφέρον για τα θέματα που διδασκόταν οι συμμετέχοντες, παρέχοντας μεγαλύτερη κατανόηση και βελτίωση της αποτελεσματικότητας στη μετάδοση του περιεχομένου (Fernando Batista, Thiry, Queiroz Gonçalves & Fernandes, 2020).

7.2. Επίδραση στη μαθησιακή εμπειρία των εκπαιδευόμενων με AR

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι έρευνες που εστιάζουν στην εμπειρία των συμμετεχόντων στην εκπαιδευτική διαδικασία με χρήση νέων τεχνολογιών και πιο συγκεκριμένα απαντούν στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, δηλαδή **E2. Πως η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας επιδρά στη μαθησιακή εμπειρία, σύμφωνα με τις έρευνες των τελευταίων 2 ετών.** Χαρακτηριστικά 6 από αυτές μελετούν πως μέσω αυτής της τεχνολογίας οι συμμετέχοντες μπαίνουν στη διαδικασία να συνδεθούν και να εμπλακούν (engagement) με το εκπαιδευτικό υλικό στο οποίο αλληλεπιδρούν. Ακόμα 2 έρευνες οι οποίες εστιάζουν στα επιτεύγματα των εκπαιδευόμενων.

7.2.1. Έρευνες αλληλεπίδρασης και εμπλοκής στην εκπαιδευτική διαδικασία με τεχνολογίες AR

Η αλληλεπίδραση και η εμπλοκή των συμμετεχόντων ποικίλει ανάλογα με την ηλικία αυτών. Η αναζήτηση σε σύγχρονες μελέτες έδωσε απαντήσεις στο παραπάνω ερευνητικό ερώτημα.

7.2.1.1. Παιχνίδι " Helping Nemo! " σε ηλικίες 7-8 ετών

Το «Helping Nemo!» είναι ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι που είχε σκοπό να εμπλέξει την Επαυξημένη Πραγματικότητα και να εντάξει στην εκπαιδευτική διαδικασία παιχνίδια εναλλακτικής πραγματικότητας στις μικρές ηλικίες. Στις μικρότερες ηλικίες η μετάδοση εκπαιδευτικών εννοιών και η αλληλεπίδραση των εμπλεκόμενων είναι αρκετά περίπλοκη, λόγω της έλλειψης εμπειρίας των μαθητών από εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Πιο συγκεκριμένα, το παιχνίδι διερεύνησε τους τρόπους με τους οποίους τα οφέλη προκύπτουν από το συνδυασμό παιχνιδιών εναλλακτικής πραγματικότητας και Επαυξημένης Πραγματικότητας, που βρίσκονται στο πλαίσιο του γενικού σχεδιασμού για μάθηση των συμμετεχόντων, εάν μπορούν να διευκολύνουν τη μάθηση των εμπλεκόμενων μεταξύ των πτυχών της εμπλοκής (engagement), της συμμετοχής και στη μεταβλητότητα των μαθητών.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δημόσιο δημοτικό σχολείο που βρίσκεται σε αγροτική περιοχή της Κύπρου, με δείγμα που αποτελείται από 24 μαθητές ηλικίας 7-8 ετών. Υιοθετήθηκε μια ποιοτική ερευνητική προσέγγιση και οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων περιλάμβαναν παρατηρήσεις στην τάξη και ομάδες εστίασης με τους μαθητές. Η διάρκεια της μελέτης ήταν μικρή (τέσσερις συνεδρίες διδασκαλίας 40 λεπτών), επομένως τα ευρήματά μας περιορίζονται σε αυτό το χρονικό όριο, καθώς επίσης το δείγμα ήταν μικρό και προερχόταν από ένα μόνο δημοτικό σχολείο. Η έρευνα σχεδιάστηκε από μια διεπιστημονική ομάδα στην οποία συμμετείχαν εκπαιδευτικοί και εκπαιδευτικοί ερευνητές από διαφορετικούς τομείς. Χρησιμοποιήθηκε μια μεθοδολογία μελέτης περιπτώσεων συνδυασμός με μια ερευνητική προσέγγιση δράσης. Ο συγκεκριμένος σχεδιασμός υιοθετήθηκε καθώς ήταν κατάλληλος για να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες των μαθητών με την AR. Οι εκπαιδευτικοί συμμετείχαν και συνέβαλαν σε όλα τα στάδια της έρευνας, η συμμετοχή αυτή ήταν ζωτικής σημασίας, δεδομένου ότι ήταν υπεύθυνοι να εφαρμόσουν την στην τάξη της. Ο σκοπός δεν ήταν η παροχή γενικεύσεων ή συγκεκριμένων συμπερασμάτων, αλλά μια προσπάθεια να κατανοήσουν και να συμμετάσχουν οι μαθητές σε προβληματισμούς σχετικά με τους τρόπους και τα οποία τα οφέλη που προκύπτουν από το συνδυασμό της παραδοσιακής μάθησης με την χρήση AR τεχνολογίας

στην εκπαίδευση, έτσι ώστε να μπορέσει να διευκολυνθεί η εκπαίδευση των μαθητών μεταξύ των πτυχών της εμπλοκής, της συμμετοχής και της απόκρισης στη μεταβλητότητα.

Η πλατφόρμα επαυξημένης πραγματικότητας που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη ήταν «Zarworks». Τα βίντεο που χρησιμοποιούνται στο παιχνίδι δημιουργήθηκαν στο «Windows Movie Maker». Και τα δύο λογισμικά είναι φιλικά προς το χρήστη για τους μαθητές και το πρόγραμμα δημιουργίας ταινιών για τους εκπαιδευτικούς. Σχεδιάστηκαν κάποιες εικόνες τις οποίες αναγνώριζε η κάμερα του tablet που διέθεταν οι μαθητές και εμφανιζόταν βίντεο με μια ιστορία «Helping Nemo». Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο ενός AR είναι η πλοκή της ιστορίας, η οποία ξεκινούσε εξηγώντας την ιστορία.

Η ιστορία αναπτύχθηκε έχοντας κατά νου τους στόχους που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Νέμος (Nemos είναι ένα παραδοσιακό κυπριακό όνομα που προέρχεται από το όνομα Neoptolemus) είναι ένα αγόρι που έχει παρόμοια ηλικία με εκείνη των μαθητών που συμμετέχουν στη δραστηριότητα. Αυτός και η οικογένειά του έχουν ένα ταξίδι στην ύπαιθρο της Κύπρου, συγκεκριμένα στο χωριό του σχολείου μελέτης όπου έγινε η υπόθεση. Στο χωριό, υπάρχει ένας Πύργος που συνδέεται με έναν θρύλο για μια βασίλισσα που είναι γνωστό στους μαθητές. Ο Νέμος παίζει κοντά σε αυτόν τον Πύργο και ξαφνικά πέφτει σε μια τρύπα. Βρίσκεται παγιδευμένος πίσω από κλειστές πόρτες και δεν μπορεί να ξεφύγει χωρίς να λύσει ένα παζλ γραμμένο πρώτα σε κάθε πόρτα. Το αγόρι ζητά από τους μαθητές να συνεργαστούν για να τον βοηθήσουν να λύσει το παζλ και άνοιξε την πόρτα. Η ιστορία ξεκινά με μια εικόνα του Πύργου. Κάθε ομάδα έχει ένα διαφορετικό παζλ για επίλυση και ένα σύνολο καρτών με αριθμούς και λέξεις. Οι μαθητές καλούνται να δουν την εικόνα μέσω των tablet τους όπου θα ξεκινήσει ένα βίντεο. Υπάρχει ένα παζλ στο τέλος κάθε βίντεο.

Τα ευρήματα που αποκτήθηκαν από τη συγκεκριμένη μελέτη, δείχνουν ότι η Επαυξημένη Πραγματικότητα έχει τη δυνατότητα να παρέχει σε όλους τους μαθητές προσβάσιμες, συμμετοχικές και μεταμορφωτικές μαθησιακές εμπειρίες. Φαίνεται μάλιστα, ότι η χρήση εναλλακτικών μορφών διαμορφωτικής αξιολόγησης συμβάλλει σε υψηλότερα επίπεδα εμπλοκής και συμμετοχής όλων των μαθητών συμπεριλαμβανομένων των δίγλωσσων μαθητών και των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες. (Stylianidou, Sofianidis, Manoli & Meletiou-Mavrotheris, 2020)

7.2.1.2. Έρευνα για την εκμάθηση βασικών μαθηματικών

Η εκμάθηση ορισμένων πολύπλοκων περιεχομένων αποτελούσε πάντα πρόκληση. Η μάθηση των μαθηματικών από παιδιά μικρότερης ηλικίας έχει μεγαλύτερο ενδιαφέρον, επειδή οι ψυχογνωστικές δεξιότητες δεν είναι ακόμη ώριμες, ειδικά όταν παρακολουθούν τα πρώτα επίπεδα της Βασικής Γενικής Εκπαίδευσης. Ως αποτέλεσμα, τα παιδιά δεν μπορούν να αφομοιώσουν σωστά και εύκολα συγκεκριμένο περιεχόμενο αφηρημένης φύσης κατά τα πρώτα στάδια της εκμάθησης των μαθηματικών. Αυτή η μελέτη παρουσιάζει τα αποτελέσματα της εφαρμογής ενός συστήματος υπολογιστή που ονομάζεται "Kinect based Augmented Reality Math Learning System - KARMLS", του οποίου ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη χρησιμοποιεί την τεχνολογία Augmented Reality και τον αισθητήρα κίνησης που υλοποιείται στην κάμερα MS-Kinect. Το MS-Kinect είναι μια διαδραστική συσκευή που παρουσιάζει πολλές δυνατότητες όσον αφορά τις εφαρμογές για τον εκπαιδευτικό τομέα, καθώς αναγνωρίζει και παρακολουθεί τις χειρονομίες των συμμετεχόντων.

Η ανεπτυγμένη εφαρμογή καλύπτει βασικά μαθηματικά θέματα που αντιστοιχούν στο πρόγραμμα σπουδών της Γενικής Εκπαίδευσης του Εκουαδόρ όπου υλοποιήθηκε η έρευνα. Η μελέτη χρησιμοποίησε μια πειραματική ποσοτική προσέγγιση, στην οποία συμμετείχαν 29 παιδιά τρίτης τάξης δημοτικού σχολείου (13 κορίτσια και 16 αγόρια), τα οποία φοιτούσαν σε 2 σχολεία Βασικής Γενικής Εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα που επέτρεψαν την αξιολόγηση του πρωτοτύπου που προτάθηκε στη μελέτη ελήφθησαν μέσω pretest και posttest.

Πριν από τη χρήση του KARMLS, κάθε μαθητής έπρεπε να ολοκληρώσει ένα γραπτό τεστ pretest το οποίο μετρούσε τα μαθησιακά τους αποτελέσματα όσον αφορά τα κάποιες θεματικές. Τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα εκπαιδεύτηκαν ξανά στην τάξη από τον δάσκαλό τους για τα θέματα στα οποία υλοποιούσαν με το εργαλείο KARMLS. Έπειτα, χωρίς να εκτελέσουν την άσκηση που προτεινόταν στο εγχειρίδιο τους συγκεντρώθηκαν με τυχαίο τρόπο σε 13 ομάδες 2 παιδιών (και μια ομάδα τριών παιδιών) για να σχηματίσουν ομάδες εργασίας. Κάθε ομάδα κλήθηκε να χρησιμοποιήσει το εργαλείο KARMLS, με αλλαγή ρόλων για 10 λεπτά για κάθε παιδί, μετά από τις οδηγίες του καθηγητή, ο οποίος έδωσε σύντομες ενδείξεις (όχι περισσότερο από 5 λεπτά) και γενικές για το πώς θα αλληλοεπιδράσουν με το σύστημα MS-Kinect για τον έλεγχο του λογισμικού. Πέρα από τον δάσκαλο, ήταν επίσης παρούσα η ομάδα ερευνητών, οι οποίοι, όπως και ο δάσκαλος, ήταν απλοί θεατές την ώρα εκτέλεσης του πειράματος, υποδεικνύοντας τα παιδιά μόνο να αλλάζουν ρόλο (όταν ήταν θεατές και όταν χρησιμοποίησαν το KARMLS). Κάθε μαθητής

(ατομικά) ολοκλήρωσε ένα γραπτό τεστ posttest με την ίδια δυσκολία και στα ίδια θέματα με το pretest.

Μέσω της ανάλυσης των δεδομένων που ελήφθησαν και της συζήτησης, συνάχθηκε το συμπέρασμα ότι το εφαρμοσμένο σύστημα στον υπολογιστή είχε θετική επίδραση στη μάθηση όταν χρησιμοποιήθηκε ως συμπληρωματικό εργαλείο στην τάξη και ότι ήταν πιο αποτελεσματικό σε παιδιά που προηγουμένως είχαν χαμηλή απόδοση από ό, τι με αυτά υψηλής απόδοσης. Βέβαια, το pretest και το posttest ήταν με πολύ βασικές γνώσεις μαθηματικών. Έτσι οι πολύ δυνατοί μαθητές μπορούσαν να καταφέρουν εξ αρχής χωρίς τη χρήση της εφαρμογής με τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας καλά αποτελέσματα, με αποτέλεσμα το πλαίσιο βελτίωσης να είναι αρκετά μικρό. Τέλος, όλα τα παιδιά ανέπτυξαν κίνητρα και θετικότερη στάση στα μαθήματα σχετικά με τη χρήση του λογισμικού που αναλύθηκε. (Lozada-Yáñez, La-Serna-Palomino & Molina-Granja, 2019)

7.2.1.3. Έρευνα εκμάθησης 3D γεωμετρικών περιεχομένων

Σχετικά με την εκμάθηση τρισδιάστατων γεωμετρικών περιεχομένων μέσω της Επαυξημένης Πραγματικότητας υλοποιήθηκε σε σχολείο της Ισπανίας διερευνητική μελέτη με 30 μαθητές 11 με 12 χρονών και το 56% αυτών να είναι αγόρια. Οι μαθητές μοιράστηκαν 15 στην πειραματική ομάδα και 15 στην ομάδα ελέγχου. Οι ομάδες επιλέχθηκαν τυχαία. Σε αυτήν την μελέτη διερευνώνται τα οφέλη της Επαυξημένης Πραγματικότητας που εφαρμόζονται με σχήματα γεωμετρίας 3D για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Στόχος ήταν μέσα από αυτό το πρώτο πείραμα, μελλοντικά να βγουν αποτελέσματα σε νέες μεταβλητές μελέτης για την εκτέλεση νέων εφαρμογών που θα ωφελήσουν στην διαδικασία της μάθησης.

Αυτή η έρευνα βασίστηκε σε 5 συνεδρίες μελέτης, διάρκειας 45 λεπτών, βασισμένων σε AR στην έκτη τάξη δημοτικού σχολείου, οι οποίες σχετίζονται με 3D γεωμετρικά περιεχόμενα. Για να προσδιοριστεί το επίπεδο των μαθητών στις γεωμετρικές έννοιες, αναπτύχθηκε μια αρχική δοκιμή με πέντε βασικές ερωτήσεις. Και οι δύο ομάδες πραγματοποίησαν τις ίδιες 3D-γεωμετρικές δραστηριότητες, αλλά η πειραματική ομάδα χρησιμοποίησε AR υλικά και η ομάδα ελέγχου συνεργάστηκε με παραδοσιακά εκπαιδευτικά υλικά. Συγκεκριμένα χρησιμοποίησαν τις εφαρμογές «Geometry» και «Quiver». Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι όλοι οι μαθητές είχαν εισαχθεί σε συσκευές που βασίζονται σε AR κατά την προηγούμενη ακαδημαϊκό μάθημα. Συγκεκριμένα, δούλευαν με συσκευές AR σε θέματα θετικών επιστημών.

Η μέση βαθμολογία που αποκτήθηκε για την πειραματική ομάδα ήταν 8,7. Είναι ελαφρώς υψηλότερη από τη βαθμολογία που λήφθηκε για την ομάδα ελέγχου με 8.1. Επίσης, οι μαθητές παρουσιάζουν υψηλό βαθμό ικανοποίησης από την αλληλεπίδραση με την τεχνολογία AR. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δείχνουν πως οι προτάσεις που βασίζονται σε AR βελτιώνουν ελαφρώς τις κλασικές διδακτικές μεθόδους. Τα αποτελέσματά ήταν αδύναμα λόγω της απουσίας αξιολόγησης των γνώσεων των μαθητών στο παρελθόν. Αυτή η πειραματική προσέγγιση ευελπιστεί σε μελλοντικά σχέδια παρέμβασης, όπως η μελέτη της τρισδιάστατης γεωμετρικής μάθησης με τεχνολογία AR. Επιπλέον, τονίζει ότι θα είχε ενδιαφέρον να εισαχθούν νέα και πιο δύσκολα τρισδιάστατα σχήματα. (Flores-Bascuñana, Diago, Villena-Taranilla & Yáñez, 2019)

7.2.1.4. Έρευνα για την εκμάθηση Αστρονομίας σε Γυμνάσια

Σε αυτή τη μελέτη, διερευνήθηκε η επίδραση των εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας στη στάση των μαθητών στα μαθήματα αστρονομίας. Χρησιμοποιήθηκαν 56 μαθητές γυμνασίου 29 αγόρια και 27 κορίτσια από δύο διαφορετικές τάξεις σε ένα δημόσιο σχολείο της Τουρκίας. Μία από τις τάξεις προσδιορίστηκε ως ομάδα ελέγχου και η άλλη τάξη προσδιορίστηκε ως πειραματική ομάδα. Για 4 εβδομάδες, το ηλιακό σύστημα επεξεργάστηκε η ομάδα ελέγχου σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών, ενώ η πειραματική ομάδα υποστηρίχθηκε με εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Η Κλίμακα Αστρονομικής Στάσης εφαρμόστηκε ως προσκήνιο με pretest στις δύο ομάδες πριν από την έναρξη της εφαρμογής. Μετά την υλοποίηση, το ίδιο τεστ posttest εφαρμόστηκε και μετά την ολοκλήρωση των διδακτικών ενοτήτων και στις δύο ομάδες. Τα θέματα εξηγήθηκαν και στις δύο ομάδες από τον ερευνητή. Με αυτόν τον τρόπο, οι ατομικές διαφορές στις δεξιότητες διδασκαλίας του δασκάλου στο συγκεκριμένο θέμα εξαλείφθηκαν και η διδασκαλία έγινε πιο αποτελεσματική. Τα θέματα εξηγήθηκαν στην πειραματική ομάδα χρησιμοποιώντας και εφαρμογές Augmented Reality.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των βαθμολογιών μετά το τεστ της Αστρονομικής Κλίμακας, βρέθηκε μια στατιστικά σημαντική σχέση υπέρ της πειραματικής ομάδας. Η μελέτη διαπίστωσε ότι η χρήση εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας βελτίωσε τη στάση των μαθητών απέναντι στην αστρονομία. Επιπλέον, στο ανανεωμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα επιστημών, παρατηρήθηκε ότι οι στάσεις των μαθητών απέναντι στην αστρονομία βρίσκονται σε ικανοποιητικό επίπεδο (Kaynak, 2019).

7.2.1.5. Εμπλοκή με την AR στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση

Η τεχνολογία Augmented Reality και οι επιπτώσεις της στη διδασκαλία και τη μάθηση, έχουν ήδη εισέλθει σε αίθουσες δημοτικών σχολείων, γυμνασίων, λυκείων και πανεπιστημίων. Οι ερευνητές στη συγκεκριμένη μελέτη τονίζουν γιατί η AR έχει σημασία να ενταχθεί στα πλαίσια της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και περιγράφουν τα τρέχοντα παραδείγματα χρήσης της AR που μπορούν να βελτιώσουν τη διδασκαλία και τη μάθηση σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων ενδεικτικά της ιατρικής, της εκμάθησης γλωσσών καθώς και άλλων επιστημών. Η χρήση του AR μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες όπως η αντιμετώπιση προβλημάτων, καθώς περιηγούνται σε νέες τεχνολογίες.

Πρόκειται για μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των θετικών αποτελεσμάτων που έχει η εφαρμογή της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι ερευνητές μέσα από την υφιστάμενη βιβλιογραφία που υπάρχει παγκοσμίως παραθέτουν τα οφέλη που μπορεί να έχει η τωρινή και η μελλοντική χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η μελέτη δεν ακολουθεί κάποια συγκεκριμένη μεθοδολογία, ούτε θέτει συγκεκριμένα κριτήρια. Σκοπός της είναι να αναφερθεί στην χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας που υπάρχει αλλά και την περίπτωση να αξιοποιηθεί διαφορετικά στο μέλλον. Η εφαρμογή της AR όπως ορίζει η μελέτη θα δημιουργήσει προκλήσεις, αλλά μπορεί να αξίζει την επένδυση εάν η τεχνολογία διευκολύνει την αυξημένη γνώση του περιεχομένου των μαθημάτων και την τεχνολογική παιδεία που οι μαθητές θα χρειαστούν μετά την αποφοίτησή τους. Αν και ορισμένοι εκπαιδευτικοί και φορείς μπορεί να διστάζουν να εφαρμόσουν την AR στην τάξη της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, η τεχνολογία και οι εφαρμογές που την υποστηρίζουν αναπτύσσονται με ταχύ ρυθμό. Παρόλο που λίγα στοιχεία δείχνουν ότι οι νεότεροι μαθητές παρουσιάζουν μεγαλύτερη ικανότητα να μάθουν μέσω της τεχνολογίας, υπάρχει ένα μεγάλο ενδεχόμενο οι μαθητές που βιώνουν την AR στα πρώτα εκπαιδευτικά τους χρόνια να απογοητευθούν εάν δεν ακολουθήσει η τριτοβάθμια εκπαίδευση. Σαν συμπέρασμα της μελέτης προκύπτει ότι η τεχνολογία AR ως παιδαγωγικό εργαλείο θα μπορούσε να αλλάξει σημαντικά τους τρόπους μάθησης των εκπαιδευόμενων. Τέλος, οι ερευνητές διευκρινίζουν ότι για να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ της AR και πιο συγκεκριμένων μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών, θα πρέπει να διεξαχθεί πρόσθετη έρευνα. (Thomas, Linder, Harper, Blyth & Lee, 2019)

7.2.1.6. Επιρροή της παιχνιδοποίησης με AR στην εμπλοκή ενήλικων χρηστών

Σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνήσει την εμπλοκή (engagement) των χρηστών σε μια κατάρτιση συναρμολόγησης με AR μέσω παιχνιδοποίησης. Στην έρευνα παρουσιάστηκε εκπαίδευση για μια βιομηχανική εργασία μέσω της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας με στοιχεία παιχνιδοποίησης και διερευνήθηκε το αποτέλεσμα εμπλοκής των χρηστών που εκπαιδεύτηκαν με το σύστημα gamified και το nongamified. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στη Γερμανία σε 22 συμμετέχοντες, 15 άνδρες και 7 γυναίκες, με 11 συμμετέχοντες σε κάθε σύστημα. Οι ηλικίες των συμμετεχόντων κυμάνθηκαν από 18 έως 34 ετών.

Το πείραμα διεξήχθη για να διερευνήσει πώς η παιχνιδοποίηση στην εκπαίδευση AR επηρεάζει την αφοσίωση και την απόδοση των χρηστών. Η βιομηχανική εργασία που πραγματοποιήθηκε η εκπαίδευση, έγινε για την αντικατάσταση της μπαταρίας για ένα βραχίονα ρομπότ, που εφαρμόστηκε με βάση το εγχειρίδιο οδηγιών της σειράς Mitsubishi Industrial Robot RV-2F. Η εφαρμογή εκτελέστηκε με τα γυαλιά της Microsoft τα HoloLens. Δημιουργήθηκαν πρωτότυπα, το ένα με σχεδιασμό gamification και το άλλο χωρίς. Τα σχέδια ονομάστηκαν Gamification AR (GAR) και Non-Gamification AR (NGAR) σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά τους. Υπήρχαν 21 ενέργειες που αποτελούνται από 10 βήματα.

Οι μελέτες και για τις δύο καταστάσεις (GAR και NGAR) πραγματοποιήθηκαν στο ίδιο ερευνητικό εργαστήριο. Καθώς η έρευνα επικεντρώθηκε στην αφοσίωση των χρηστών, χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο προκειμένου να μετρηθεί η διαφορά στις δύο ομάδες. Οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες ανέφεραν ότι είχαν ελάχιστη ή καθόλου εμπειρία με την τεχνολογία AR, ιδίως από τα γυαλιά της Microsoft HoloLens. Ο σχεδιασμός GAR βαθμολογήθηκε καλύτερα σε όλες τις υποκατηγορίες, φαίνεται όλη η ομάδα να αντιλήφθηκε το αποτέλεσμα του σχεδίου πιο ομοιογενώς. Το αποτέλεσμα έδειξε ότι οι χρήστες εμφάνισαν υψηλότερο επίπεδο αφοσίωσης, καθώς και καλύτερη απόδοση με την υποστήριξη της εξάσκησης με gamified AR τεχνολογία. Ωστόσο, η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε σημαντική διαφορά. Τέλος, μέσα από την έρευνα φαίνεται ότι οι άνθρωποι αποδίδουν καλύτερα και εμπλέκονται σε μεγαλύτερο βαθμό στον σχεδιασμό παιχνιδιού (Nguyen, Meixner 2019).

7.2.2 Ανάλυση του Αντίκτυπου (impact) στην εκπαιδευτική διαδικασία μέσω τεχνολογίας AR

7.2.2.1. Αντίκτυπος AR σε μαθητές λυκείου και φοιτητές μηχανικούς

Σε αυτήν την έρευνα, ο κανόνας του Fleming στον Ηλεκτρομαγνητισμό εξηγείται χρησιμοποιώντας την τεχνολογία AR και γίνεται επίσης η απεικόνιση των γραμμών μαγνητικού πεδίου, του ηλεκτρικού ρεύματος και της δύναμης που ασκείται στον αγωγό μεταφοράς ρεύματος. Στην έρευνα που διεξήχθη στην Ινδία συμμετείχαν τελειόφοιτοι μαθητές Λυκείου και φοιτητές Μηχανικοί πρώτου έτους Τα δείγματα χωρίστηκαν σε 2 διαφορετικές ομάδες, δηλαδή την ομάδα που βασίζεται στη διδασκαλία με AR και την ομάδα παραδοσιακής διδασκαλίας. Το ερευνητικό δείγμα δεν γνώριζε το επιλεγμένο θέμα και δεν είχε εμπειρία σε εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας και Επαυξημένης Πραγματικότητας. Επίσης, μια σημαντική πληροφορία είναι ότι ο ίδιος δάσκαλος συμμετείχε και στις δύο ομάδες.

Η έρευνα συνέκρινε τη διαδικτυακή εφαρμογή και τη βασισμένη σε AR εφαρμογή στο θέμα του ηλεκτρομαγνητισμού. Το μαθησιακό περιβάλλον του κανόνα του Fleming και η εφαρμογή του, όπως ο ηλεκτροκινητήρας και η γεννήτρια που χρησιμοποιούν AR, αναπτύχθηκε στο λογισμικό Unity 3d, το οποίο βοηθά στην ενσωμάτωση τόσο τρισδιάστατων αντικειμένων όσο και δεικτών. Η λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα και της γεννήτριας βασίζεται στο φαινόμενο του κανόνα του Fleming. Ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο είναι ένα φυσικό πεδίο που μπορεί να παραχθεί από ηλεκτρικά φορτισμένα αντικείμενα. Εδώ χρησιμοποιήσαν τον μαγνήτη που σχεδιάστηκε στον υπολογιστή για να δημιουργήσουν μαγνητικά πεδία. Σε προηγούμενη μελέτη των ερευνητών παρατηρήθηκε ότι δεν μπορούσαν να δουν τις γραμμές μαγνητικού πεδίου και το ηλεκτρικό ρεύμα να ρέει μέσω του αγωγού που τοποθετείται μέσα στο μαγνητικό πεδίο σε πραγματικό χρόνο. Οι γραμμές μαγνητικού πεδίου που δημιουργήθηκαν στην έρευνα στον υπολογιστή που πηγαίνουν από τον βόρειο πόλο στο νότιο πόλο έχουν την δυνατότητα να προβληθούν σε τρεις διαστάσεις σε δείκτη AR και μπορούν οι χρήστες να αλληλοεπιδράσουν με τις γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

Υπολογίστηκε η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου συστήματος και αναλύθηκε η ομαδική δραστηριότητα μεταξύ μαθητών δευτεροβάθμιας και εφαρμοσμένης μηχανικής. Το κέρδος της γνώσης από τους μαθητές μετρήθηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο πριν και μετά τη δοκιμή. Τα αποτελέσματα της έρευνας αποκάλυψαν ότι η τεχνολογία AR ήταν πιο αποτελεσματική στην

ενίσχυση των γνώσεων των μαθητών και φοιτητών στον τομέα του ηλεκτρομαγνητισμού. Η έρευνα δείχνει επίσης, ότι η εφαρμογή AR βοηθάει τόσο τους μαθητές όσο και φοιτητές να αποκτήσουν υψηλότερα επίπεδα κατανόησης της ροής από αυτά που επιτυγχάνονται από μια διαδικτυακή εφαρμογή. (Hagun, NehaTuli, Archana & Mantri, 2019)

7.2.2.2. Έρευνα σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα

Η έρευνα αποσκοπούσε στη διερεύνηση της επίδρασης της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας στα επιτεύγματα και τη στάση της ανεκτικότητας σε αβέβαια εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Εβδομήντα οκτώ προπτυχιακοί φοιτητές σε Πανεπιστήμιο στην Σαουδική Αραβία συμμετείχαν στο πείραμα, σε δύο ομάδες ανάλογα με το μαθησιακό τους στυλ, εάν δηλαδή είναι ανεκτικοί ή όχι στα αβέβαια περιβάλλοντα εκπαίδευσης. Η έρευνα επικεντρώθηκε στο αν η εκμάθηση με τη χρήση τεχνολογίας AR βελτιώνει τα επιτεύγματα των φοιτητών και δημιουργεί θετικές στάσεις.

Η δοκιμασία χορηγήθηκε στις πειραματικές ομάδες που δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία με την τεχνολογία AR για να διασφαλιστεί η ισοδυναμία των δύο ομάδων. Πραγματοποιήθηκε μια εισαγωγική συνάντηση για να εξηγήσει ο δάσκαλος στους μαθητές πώς να χρησιμοποιήσουν τα εγχειρίδια που δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας τεχνολογία AR, πώς να αλληλεπιδράσουν με το ψηφιακό περιεχόμενο, πώς να κατεβάσετε την εφαρμογή Aurasma στα smartphone των μαθητών, πώς να συνδεθούν στους λογαριασμούς που προετοιμάστηκαν για τους μαθητές από τους ερευνητές και πώς να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή. Στην παραδοσιακή διδασκαλία χορηγήθηκε υλικό απλό εκπαιδευτικό υλικό. Η εφαρμογή του πειράματος διήρκεσε περίπου τέσσερις εβδομάδες. Μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος δόθηκαν τεστ και τις δύο ομάδες. Η επεξεργασία δεδομένων και οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν για να δοκιμαστούν οι ερευνητικές υποθέσεις, χρησιμοποιώντας τα ανεξάρτητα δείγματα t-test για τη μέτρηση των στατιστικών διαφορών μεταξύ του μέσου όρου βαθμολογίας των δύο ομάδων στο τεστ επίτευξης και στην κλίμακα στάσης προς την AR.

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι η AR είχε πιο θετικά αποτελέσματα στην επίδοση και τη στάση των συμμετεχόντων που ανέχονται αβέβαια εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, από ό, τι σε εκείνους που δεν νιώθουν άνετα σ' αυτά. Οι πιο θετικοί σε αβέβαια περιβάλλοντα ήταν πιο πρόθυμοι να αντιμετωπίσουν την καινοτόμα, πολύπλοκη, αντιφατική και διφορούμενη τεχνολογία και πιο ικανοί να ελέγχουν τη μαθησιακή τους διαδικασία και να λαμβάνουν τις κατάλληλες

αποφάσεις. Ως αποτέλεσμα, η απόδοσή τους αναμένεται να είναι υψηλότερη, γεγονός που με τη σειρά του βελτιώνει την επίδοση και τη στάση τους απέναντι σε αυτόν τον τρόπο μάθησης. Από την άλλη πλευρά, για τους φοιτητές που έχουν αρνητισμό σε αβέβαια περιβάλλοντα εκπαίδευσης, η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας μπορεί να είναι απογοητευτική και γεμάτη πίεση και δυσφορία λόγω της καινοτομίας της εκπαιδευτικής προσέγγισης. Αυτή η δυσφορία μπορεί να επιδεινωθεί όταν προκύπτει ένα τεχνικό ή μαθησιακό πρόβλημα κατά τη χρήση οποιασδήποτε νέας τεχνολογίας. Έτσι, αυτή η κατηγορία μαθητών χρειάζεται περισσότερη υποστήριξη από τους δασκάλους τους για να ξεπεράσουν αυτά τα προβλήματα και τις δυσκολίες και να εξοικειωθούν περισσότερο με τις νέες τεχνολογίες και στη συγκεκριμένη περίπτωση με την AR. Επομένως, όταν οι φοιτητές εξοικειωθούν με την AR, αυτή η επιρροή μπορεί να μειωθεί. Η έρευνα προωθεί τη συνεκτίμηση των μαθησιακών στυλ και των προσωπικών χαρακτηριστικών των εμπλεκόμενων κατά το σχεδιασμό διαδραστικών μαθησιακών περιβαλλόντων, για να παρέχει την καλύτερη εμπειρία μάθησης με βάση τις προτιμήσεις και τις ανάγκες των συμμετεχόντων. (Ismaeel, Al Mulhim, 2019)

7.3 Ποιοτική Ανάλυση εφαρμογών MAR στην εκπαίδευση

Προκειμένου να απαντηθεί το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, δηλαδή **E3. Με ποιες στρατηγικές οι Εφαρμογές m-AR επιδιώκουν την αύξηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.** Έγινε μια ανάλυση των παρακάτω 15 εφαρμογών m-AR με την μεθοδολογία που αναφέρεται στο υποκεφάλαιο 6.2 στην συγκεκριμένη έρευνας.

7.3.1. Star Walk

Android, iOS

Το στοιχείο της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εφαρμογή Star Walk είναι η real time λειτουργία του, καθώς ο χρήστης βλέπει τον ουρανό σε πραγματικό χρόνο. Με βάση το GPS ορίζεται η θέση αυτού στον πλανήτη και έχει τη δυνατότητα να παρατηρεί τους αστερισμούς και τους πλανήτες στο διάστημα. Ταυτόχρονα, ο χρήστης μπορεί να ενημερωθεί με περισσότερες πληροφορίες για τους αστερισμούς και την τροχιά τους. Είναι μια αρκετά καλαίσθητη εφαρμογή που επιτρέπει στο χρήστη να εξερευνήσει πάνω από 200.000 ουράνια σώματα με εκτενείς πληροφορίες για αστέρια και αστερισμούς. Δεν εμπεριέχει εσωτερικές χρεώσεις, καθώς επίσης

διαθέτει ημερολόγιο ουράνιων εκδηλώσεων, το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να μην χάσει ποτέ τις ενδιαφέρουσες ενημερώσεις της εφαρμογής. Είναι μια από τις καλύτερες υπάρχουσες εφαρμογές για το διάστημα, όσον αφορά την αλληλεπίδραση, το περιεχόμενο, τη λειτουργία και τη χρήση της. Αρχικά, κινεί το ενδιαφέρον για μάθηση συγχρόνως όμως μπορεί κάποιος σε πραγματικό χρόνο να μάθει πληροφορίες για οποιαδήποτε άστρο, να το μεγεθύνει και να το επεξεργαστεί, χωρίς να περιπλέκει τις διαδικασίες. Παρέχει στο χρήστη μια ικανοποιητική τελική εμπειρία πλοήγησης και χρήσης. Απευθύνεται σε ηλικίες 11 ετών και άνω εφόσον υπάρχει ενδιαφέρον για τους πλανήτες, τα ουράνια σώματα κ.α. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ομαδικά, αλλά κατά κύριο λόγο η λειτουργία της είναι ατομική. Τέλος, μπορεί να αξιοποιηθεί σε μαθήματα φυσικής και αστρολογίας σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, προκειμένου να γίνονται αντιληπτές οι έννοιες του σύμπαντος και των στοιχείων.

7.3.2. Touch Surgery

Android, iOS

Είναι ένα διαδραστικό μάθημα για όλα τα είδη των εγχειρήσεων. Απευθύνεται κυρίως σε φοιτητές ιατρικής αλλά και γενικότερα σε φοιτητές του κλάδου υγείας. Χρησιμοποιείται ατομικά σε μαθήματα ανατομίας και στον κλάδου υγείας. Αρχικά βοηθάει τους χρήστες να έρθουν σε επαφή με τις πραγματικές εικόνες μιας εγχείρησης, ενώ έχει test με αξιολόγηση ανάμεσα σε κάθε διαδικασία, ώστε να εμπεδώνουν τους ορισμούς και τις κινήσεις. Το AR στοιχείο της εφαρμογής είναι ότι μέσω των οθονών φαίνεται σαν πραγματική διαδικασία ενός χειρουργείου. Επίσης, υπάρχει αλληλεπίδραση και στις χειρουργικές διαδικασίες γιατί ο χρήστης κατευθύνει τα εργαλεία στα σωστά σημεία. Επιπρόσθετα, υπάρχει πλήρες ορολογία με όλη τη διαδικασία που χρειάζεται να γνωρίζει ο χρήστης-μελλοντικός γιατρός. Επειδή δεν είναι εύκολο κάποιος φοιτητής να μπει σε ένα τέτοιο εύρος εγχειρήσεων και να κατευθυνθεί προς το τομέα που τον ενδιαφέρει, υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για μάθηση. Συγχρόνως και ο ασθενής μπορεί να μάθει περισσότερες πληροφορίες για την εγχείρησή του πριν γίνει. Ακόμα, το περιεχόμενό της είναι επαρκές και με πλήρη ορολογία. Τέλος, η λειτουργία χρήσης είναι εύκολη και ο χειρισμός είναι κατανοητός καθώς υπάρχει σωστή καθοδήγηση από την εφαρμογή.

7.3.3. GeoGebra 3D Calculator

Android, iOS

Ο χρήστης βλέπει τρισδιάστατα διαγράμματα στον χώρο, τα αντιλαμβάνεται από όλες τις οπτικές γωνίες με την περιστροφή της συσκευής και επίσης βλέπει την τρισδιάστατη διάσταση στο χώρο της κάθε συνάρτησης. Τα τρισδιάστατα διαγράμματα γίνονται εύκολα κατανοητά γιατί στο χαρτί υπάρχει η δυνατότητα μιας μόνο προοπτικής που εύκολα μπερδεύει τον εκπαιδευόμενο. Επιπρόσθετα, χρειάζεται αλληλεπίδραση γιατί ο χρήστης πρέπει να κινήσει και να γράφει τις συναρτήσεις που επιθυμεί. Η εφαρμογή είναι αρκετά ενδιαφέρουσα για την εκπαίδευση, ιδιαίτερα χρήσιμη σε μαθητές και φοιτητές που οι έννοιες τρισδιάστατης γεωμετρίας είναι καινούργιες. Ακόμα ένα πλεονέκτημά της είναι ότι οι χρήστες μπορούν στην στιγμή να αλληλοεπιδράσουν με την κάθε 3D γραφική παράσταση. Όσον αφορά το περιεχόμενο στην συγκεκριμένη εφαρμογή ο ίδιος ο χρήστης είναι αυτός που το ορίζει στην εφαρμογή, καθώς αυτός επιλέγει μια συνάρτηση και πληκτρολογώντας την ή σκανάροντας την από την κάμερα της συσκευής, αυτή εμφανίζεται στην οθόνη. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ατομικά αλλά και ομαδικά, διευκολύνοντας τους χρήστες στην κατανόηση τρισδιάστατων διαγραμμάτων. Η λειτουργία χρήσης δεν είναι ιδιαίτερα εύκολη και για να μπει στο ακριβές σημείο ένας κύβος ή ένα αντικείμενο θέλει οπωσδήποτε εξοικείωση, δεδομένο που ίσως δυσκολέψει κάποιους χρήστες.

7.3.4. eDrawings

Android, iOS

Η συγκεκριμένη εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα σχεδιασμού 3D μοντέλων γιατί αναγνωρίζει ένα προκαθορισμένο σημείο στο φυσικό κόσμο και το εμφανίζει στο τρισδιάστατο μοντέλο που του έχει ορίσει ο σχεδιαστής. Επίσης, υπάρχει αλληλεπίδραση με το χρήστη. Ενδιαφέρον εμφανίζει κυρίως σε άτομα που θέλουν να ασχοληθούν με γραφιστική κτλ. καθώς είναι περισσότερο για ενήλικες σχεδιαστές. Η λειτουργία χρήσης είναι ατομική και σχετικά εύκολη αλλά χρειάζεται εξοικείωση και στην εφαρμογή και στο σχεδιασμό των αντικειμένων και του υλικού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μαθήματα γραφιστικής στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

7.3.5. Wonderscope

iOS

Μέσα από την εφαρμογή τα παιδιά λαμβάνουν αρκετές πληροφορίες από διάφορες ιστορίες για ποικίλα θέματα, ανάλογα με την κάθε ιστορία. Πρώτα αλληλοεπιδρώντας οι χρήστες μαθαίνουν πως να προφέρουν σωστά τις λέξεις για να συνεχιστεί η ιστορία. Επιπρόσθετα, ζητάει από το χρήστη εξερεύνηση του φυσικού χώρου ενώ εμφανίζονται τρισδιάστατες εικόνες στην οθόνη. Μέσα στις ιστορίες υπάρχει συνεχώς αλληλεπίδραση, καθώς χρειάζεται συμμετοχή του χρήστη για τη συνέχιση της ιστορίας. Είναι ενδιαφέρουσα εφαρμογή για την εκπαίδευση, γιατί ο χρόνος περνάει ευχάριστα για τους χρήστες ενώ ταυτόχρονα πληροφορούνται. Η εφαρμογή διαθέτει φιλικό περιβάλλον για το χρήστη. Η λειτουργία χρήσης είναι εύχρηστη και καθοδηγητική. Η εφαρμογή απευθύνεται σε μικρές ηλικίες έως περίπου 10 ετών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ατομικά ή μαζικά στα πλαίσια εξερεύνησης διαφόρων ενοτήτων ενός μαθήματος

7.3.6. ARki

iOS

Η εφαρμογή αυτή αποτελεί ένα βοηθητικό εργαλείο για μηχανικούς, οι οποίοι μπορούν να δουν προσχέδια του τρισδιάστατου μοντέλου, είναι σε θέση να προσθέσουν δικά τους στην εφαρμογή, αλλά και να τα εμφανίσουν στο φυσικό περιβάλλον με τα πραγματικά τους μεγέθη, έτσι ώστε να βοηθηθούν στις μελέτες τους. Στην εφαρμογή υπάρχει αλληλεπίδραση γιατί ζητάει από το χρήστη να τοποθετηθούν τα αντικείμενα και οι επιλογές. Το ενδιαφέρον για την εκπαίδευση είναι ότι ο χρήστης μπορεί να προσθέσει τα δικά του σχέδια πριν από την υλοποίησή τους, ώστε να φανεί η τελική εικόνα αλλά και οποιοδήποτε πρόβλημα υπάρχει στην κατατομή του χώρου. Τα προσχέδια είναι αρκετά και με διαφορετικά μοντέλα για κάθε κατηγορία. Η λειτουργία χρήσης είναι πολύ εύκολη και άμεση για χρήση. Χρησιμοποιείται ατομικά και μπορεί να ενταχθεί σε μαθήματα μηχανικών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

7.3.7. Solar Walk

Android, iOS

Είναι μια εφαρμογή για περιήγηση των χρηστών στο ηλιακό σύστημα. Διαθέτει πολλές πληροφορίες για τον κάθε πλανήτη, για το βάρος του, για το ύψος του, για το υπέδαφος κα. Έχει επίσης πρόσβαση επί πληρωμής σε δορυφόρους σαν αποστολές πχ δίνει τη δυνατότητα να βρεθεί

ο χρήστης σε 3D απεικόνιση του Apollo, να το δει εν δράσει, να λάβει φωτογραφίες, σημαντικές πληροφορίες και δεδομένα για κάθε αποστολή. Ακόμα, τεμαχίζει τον πλανήτη και δίνει απίστευτα δεδομένα με αρκετά στοχευμένες πληροφορίες. Υπάρχει αλληλεπίδραση με τον χρήστη, καθώς ο χρήστης πρέπει να επιλέξει για να μάθει περισσότερες πληροφορίες, χωρίς να τον υποχρεώνει η εφαρμογή. Σίγουρα η εφαρμογή είναι πιο διαδραστική από ένα απλό βιβλίο. Είναι ενδιαφέρουσα για τους χρήστες αλλά το κίνητρο για μάθηση μέτριο, καθώς έχει αρκετές λεπτομέρειες σε κάθε πλανήτη και αστερισμό, που εν τέλει ο χρήστη διαβάζει και είναι δύσκολο, λόγω του όγκου πληροφοριών να τις απομνημονεύσει. Η λειτουργία χρήσης είναι σχετικά εύκολη, αλλά απαιτεί ακρίβεια στους χειρισμούς και απαλές κινήσεις, επειδή τα δάχτυλα στην οθόνη μετακινούν τους πλανήτες και τους αστερισμούς. Απευθύνεται σε ηλικίες 11 ετών και άνω εφόσον υπάρχει ενδιαφέρον για τους πλανήτες, τα ουράνια σώματα κ.α. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ομαδικά, αλλά κατά κύριο λόγο η λειτουργία της είναι ατομική. Τέλος, μπορεί να αξιοποιηθεί σε μαθήματα φυσικής και αστρολογίας σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, προκειμένου να γίνονται πιο αντιληπτές οι έννοιες του σύμπαντος και των στοιχείων.

7.3.8. Quiver

Android, iOS

Η συγκεκριμένη εφαρμογή απευθύνεται σε παιδιά έως 12 χρονών, τα οποία μπορούν να εκτυπώσουν οποιαδήποτε από τα υπαρκτά σχέδια και να τα ζωγραφίσουν με το χρώμα της επιλογής τους. Έτσι, μαθαίνουν να ξεχωρίζουν το ένα χρώμα από το άλλο. Στη συνέχεια, βλέπουν την κίνηση της ζωγραφιάς τους σαν ένα τρισδιάστατο μοντέλο με τα χρώματα που επέλεξαν και έτσι μαθαίνουν τα χαρακτηριστικά και τις πληροφορίες της ζωγραφιάς, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με το 3D αντικείμενο. Η αλληλεπίδραση είναι μεγάλη γιατί από τον πραγματικό κόσμο το αντικείμενο περνάει στον εικονικό. Η συγκεκριμένη εφαρμογή κεντρίζει το ενδιαφέρον του χρήστη για μάθηση, καθώς όχι μόνο εξασκεί την καλλιτεχνική διάθεση αλλά και απεικονίζει τη ζωγραφιά στον τρισδιάστατο χώρο. Το περιεχόμενο είναι περιορισμένο και οι ζωγραφιές συγκεκριμένες. Η λειτουργία χρήσης είναι εύκολη, χρειάζεται όμως η συμμετοχή κάποιου ενήλικα κυρίως για την εκτύπωση της ζωγραφιάς. Υπάρχει επίσης και η εφαρμογή Quiver Education, η οποία είναι επί πληρωμή και διαθέτει πιο εκπαιδευτικές απεικονίσεις, ώστε ο χρήστης να πατάει με το χέρι του πάνω στις 3D απεικονίσεις και η εφαρμογή να του δίνει τις

πληροφορίες. Χρησιμοποιείται ατομικά και μπορεί να αξιοποιηθεί σε διάφορες θεματικές, ανάλογα με τις πληροφορίες και το διδακτικό περιεχόμενο της κάθε ενότητας-ζωγραφιάς.

7.3.9. Chromville science

Android, iOS

Η εφαρμογή απευθύνεται σε παιδιά έως 12 χρονών και η εκπαιδευτική διαδικασία γίνεται μέσω της ζωγραφικής. Τα παιδιά σκανάρουν με το κινητό τις συγκεκριμένες ζωγραφιές και στην οθόνη τους εμφανίζονται τρισδιάστατα αντικείμενα με τα οποία μπορεί ο χρήστης να αλληλοεπιδράσει, να μάθει πληροφορίες και να επεξεργαστεί τις απεικονίσεις. Είναι αρκετά διαδραστική εφαρμογή και δημιουργική. Καλύπτει αρκετές θεματικές ενότητες για τον άνθρωπο, τη φύση, τα εργαλεία κ.α. Ο χειρισμός της εφαρμογής είναι εύκολος, χρειάζεται τη συμμετοχή ενός ενήλικα κυρίως για την εκτύπωση της ζωγραφιάς. Χρησιμοποιείται ατομικά και μπορεί να αξιοποιηθεί σε διάφορες θεματικές, ανάλογα με τις πληροφορίες και το διδακτικό περιεχόμενο της κάθε ενότητας-ζωγραφιάς.

7.3.10. ARLoon plants

Android, iOS

Στην εφαρμογή αυτή υπάρχει πλήρης πληροφόρηση για μεγάλη ποικιλία φυτών και έχει σχεδιαστεί για την εκμάθηση των φυτών και της φροντίδας τους. Λειτουργεί ως ψηφιακό ανθολόγιο και διαθέτει κουίζ για τη διάκριση των φυτών και των δέντρων. Η αλληλεπίδραση υπάρχει καθώς πρέπει ο χρήστης να απαντάει στα κουίζ. Το ενδιαφέρον των χρηστών για μάθηση εφόσον ενδιαφέρονται γι' αυτήν τη θεματολογία είναι μεγάλο, γιατί μαθαίνουν τόσο για τα μέρη των φυτών όσο και για τα οικοσυστήματα. Το περιεχόμενο είναι πλήρες με περιγραφές για τα μέρη των φυτών και την φροντίδα τους ανάλογα με την εποχή. Η εφαρμογή είναι εύχρηστη και βοηθάει τους ενδιαφερόμενους να αναπτύξουν οικολογική συνείδηση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ατομικά ή ομαδικά για την εξερεύνηση των φυτών και σε μαθήματα όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων που σχετίζονται με το περιβάλλον και την φύση.

7.3.11. Google Translate

Android, iOS

Μέσω της ήδη υπάρχουσας εφαρμογής προσφέρεται σε πραγματικό χρόνο μετάφραση οποιασδήποτε γλώσσας μέσω της κάμερας του κινητού ή tablet. Η εφαρμογή γνωρίζει μόνο γραμματοσειρές που έχουν εκδοθεί από τον υπολογιστή. Είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την εκμάθηση γλωσσών αλλά και στη μετάφραση κειμένων, χωρίς καν να χρειάζεται να πληκτρολογήσει ο χρήστης τα κείμενα και να επιλέξει την ξένη γλώσσα που επιθυμεί να γίνει η μετάφραση. Υπάρχει η αλληλεπίδραση μιας και η μετάφραση γίνεται σε πραγματικό χρόνο. Το ενδιαφέρον του χρήστη για μάθηση αυξάνεται καθώς μειώνεται ο χρόνος αναζήτησης άγνωστων λέξεων. Η λειτουργία χρήσης είναι πολύ εύκολη και προσιτή για όλους τους χρήστες, απευθύνεται σε όλες τις ηλικίες και χρησιμοποιείται ομαδικά.

7.3.12. Google Spotlight Stories

Android, iOS

Το Google Spotlight Stories είναι μια εφαρμογή που συνδυάζει τη δύναμη της αφήγησης με την τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας. Πρόκειται για ένα έργο σχεδιασμένο από καλλιτέχνες και τεχνολόγους που στοχεύει στην εξερεύνηση της τέχνης της αφήγησης υπό το πρίσμα που προσφέρουν οι αναδυόμενες τεχνολογίες. Το Google Spotlight Stories επιτρέπει τους χρήστες να βυθιστούν σε έναν κόσμο Εικονικής Πραγματικότητας όπου παρακολουθούν και εξερευνούν συναρπαστικές ιστορίες σε πανόραμα 360 μοίρες. Αυτές οι ιστορίες μπορούν να αναπαρασταθούν και με τεχνολογία VR ή στην οθόνη των συσκευών τους. Η χρήση ακουστικών μπορεί να κάνει την εμπειρία προβολής ακόμα καλύτερη. Η αλληλεπίδραση του χρήστη με την εφαρμογή είναι μεγάλη, καθώς ο χρήστης εξερευνάει το χώρο και ανακαλύπτει την ιστορία. Το ενδιαφέρον του χρήστη όσο εξελίσσεται η ιστορία μεγαλώνει. Η εφαρμογή διαθέτει πολλές ιστορίες και είναι αρκετά εύχρηστη από όλους τους χρήστες. Απευθύνεται σε διάφορες ηλικίες κυρίως όμως σε παιδιά 12 ετών και κάτω και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ατομικά ή μαζικά για τη διερεύνηση της συνέχειας της ιστορίας.

7.3.13. Sky map

Android, iOS

Σ' αυτή την εφαρμογή πληκτρολογεί ο χρήστης τον πλανήτη του ηλιακού συστήματος που τον ενδιαφέρει και η εφαρμογή τον προσανατολίζει μέσα στο χώρο για να βρει την πραγματική θέση του πλανήτη σε πραγματικό χρόνο. Μπορεί ο χρήστης να αλληλοεπιδράσει με το χρόνο αλλά και να μάθει τη θέση κάποιου πλανήτη μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Απευθύνεται σε ηλικίες 11 ετών και άνω εφόσον υπάρχει ενδιαφέρον για τους πλανήτες, τα ουράνια σώματα κ.α. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ομαδικά, αλλά κατά κύριο λόγο η λειτουργία της είναι ατομική. Τέλος, μπορεί να αξιοποιηθεί σε μαθήματα φυσικής και αστρολογίας σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, προκειμένου να γίνονται πιο αντιληπτές οι έννοιες του σύμπαντος και των στοιχείων. Το ενδιαφέρον για μάθηση δεν είναι μεγάλο καθώς η εφαρμογή δεν δίνει αρκετές πληροφορίες και το περιεχόμενο είναι περιορισμένο. Η λειτουργία χρήσης δεν είναι ομαλή, η οθόνη κινείται αρκετά και δεν μπορεί εύκολα ο χρήστης να περιηγηθεί.

7.3.14. DEVAR

Android, iOS

Η εφαρμογή έχει χαρακτήρες που μπορεί ο χρήστης να τοποθετήσει στο χώρο. Απευθύνεται κυρίως σε παιδιά και νέους, τα οποία μπορούν πάνω στην οθόνη να ζωγραφίσουν τρισδιάστατες ζωγραφιές. Διαθέτει διαδραστικά βιβλία πιο κατανοητά στον τρισδιάστατο χώρο, παρέχει πληροφορίες και πιο εξειδικευμένα μαθήματα για το διάστημα, την ιστορία των δεινοσαύρων, την ανατομία κ.α. Προορίζεται κυρίως για την εξοικείωση των παιδιών με σύνθετα θέματα. Υπάρχει αλληλεπίδραση καθώς τα βιβλία είναι διαδραστικά, επομένως αυξάνεται και το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων. Το περιεχόμενο είναι περιορισμένο, όμως η εφαρμογή διαθέτει χρήσιμες πληροφορίες για τους χρήστες. Η λειτουργία της εφαρμογής είναι εύχρηστη. Χρησιμοποιείται ατομικά και μπορεί να αξιοποιηθεί από μαθήματα με διάφορες θεματικές, ανάλογα με τις πληροφορίες και το διδακτικό περιεχόμενο της κάθε ενότητας.

7.3.15. Expeditions

Android, iOS

Έχει οδηγούς για πολλά επιστημονικά θέματα και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της εφαρμογής και μέσω της Επαυξημένης Πραγματικότητας ο χρήστης λαμβάνει επιστημονικές

πληροφορίες για τις θεματικές που παρακολουθεί. Είναι αρκετά χρήσιμη για την κατανόηση σύνθετων αντικειμένων που έχουν εκτεταμένη πληροφόρηση όπως ανατομία, ιστορία, αστρολογία, βιολογία, αρχιτεκτονική και άλλα πολλά. Η αλληλεπίδραση είναι μέτρια καθώς δίνεται η δυνατότητα μόνο για παρατήρηση και περιστροφή γύρω από το αντικείμενο. Υπάρχει ενδιαφέρον για μάθηση υπάρχει γιατί οι πληροφορίες βρίσκονται εύκολα στην οθόνη κάτω από το αντικείμενο που μελετάει ο χρήστης. Ακόμα διαθέτει αρκετά ευρύ περιεχόμενο και θεματικές. Απευθύνεται κυρίως σε μαθήματα της δευτεροβάθμιας και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ατομικά και ομαδικά. Τέλος, η εφαρμογή είναι εύχρηστη και έχει αρκετά κατανοητή λειτουργία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η AR ήδη χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας είναι αναγκαίο να συγκριθεί με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, αλλά και με τις ερευνητικές προσεγγίσεις των ετών 2019-2020 στον τομέα της εκπαίδευσης, ώστε να εκτιμηθεί με ποιους τρόπους η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να αξιοποιηθεί σ' αυτή. Τόσο στην παρούσα μελέτη όσο και στις προαναφερόμενες έρευνες υπάρχει συμφωνία στο ότι η Επαυξημένη Πραγματικότητα τόσο σε σχέση με τα μαθησιακά κίνητρα και το αντίκτυπο της AR στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα όσο και με την εμπλοκή στην εκπαιδευτική διαδικασία, μπορεί να υποστηριχθεί σε ιδιαίτερες, δυσνόητες και συγκεκριμένες θεματολογίες, όπως η ιατρική, η αστροφυσική κα. Επιπλέον οι μελέτες ταυτίζονται με τη συγκεκριμένη έρευνα στο ότι η μάθηση με εντοπισμό φυσικής θέσης και AR τεχνολογία προσφέρει οφέλη και βελτιώσεις στις μαθησιακές διαδικασίες (Bronack, 2011; Mathews, 2010; Rosenbaum, Klopfer, & Perry, 2007; Squire & Jan, 2007; Squire, Klopfer, 2007), καθώς επίσης προωθεί τα κίνητρα των μαθητών (Bressler, Bodzin 2013; Cózar-de-Moya, Hernández & Hernández, 2015; Han, Jo, Hyun & So, 2015).

Ένας μεγάλος αριθμός μελετών και ερευνών, όπως αντικατοπτρίζεται στην παρούσα μελέτη, έχουν αξιολογήσει θετικά τη δυνατότητα της εκμάθησης μέσω τεχνολογίας AR σε πραγματικό χρόνο, σε διαφορετικά περιβάλλοντα και περιοχές, ενώ ταυτόχρονα υπογράμμισαν τα πλεονεκτήματα που παρέχουν για την αλληλεπίδραση και τα κίνητρα, τα οποία αντικατοπτρίζονται στην συγκεκριμένη μελέτη (Huang, Sun, & Li, 2016; Kim, Han, 2014; Pendif, Zaibon, & Abubakar, 2015). Άλλες έρευνες όπως και σε αυτή, επισημαίνουν ως θετικά της εφαρμογής της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση την **αλληλεπίδραση**, τη **δημιουργία εναλλακτικού υλικού** για μαθητές (Diego-Obregon, 2014), με περιεχόμενο που μπορεί να βασιστεί στα προγράμματα σπουδών και να ενισχύσει τη **συνεργατική εργασία** (Ramirez & Cassinerio, 2014). Τέλος, υπάρχει συμφωνία ότι τα έργα επικεντρώνονται σε μια εκπαιδευτική διαδικασία πιο φιλική προς το περιβάλλον (Kamarainen, Metcalf, Grotzer, Browne, Mazzuca, Tutwiler, & Dede, 2013).

Ακόμα οι προγενέστερες μελέτες και οι εμπειρίες από άλλες χώρες παρουσιάζουν, όπως στην συγκεκριμένη εργασία, σημαντικές ενδείξεις ότι η χρήση της AR στην εκπαίδευση επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις, όπως φαίνεται και στα ευρήματα της συγκεκριμένης μελέτης. Αυτή η μελέτη είναι σύμφωνη με άλλους συγγραφείς, καθώς οι μαθησιακές δραστηριότητες που

σχετίζονται με την AR συχνά οδηγούν σε καινοτόμες προσεγγίσεις που περιλαμβάνουν συμμετοχικές προσομοιώσεις (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013). Επιπρόσθετα φαίνεται ότι η φύση αυτών των εκπαιδευτικών προσεγγίσεων διαφέρει σημαντικά από την δασκαλοκεντρική προσέγγιση (Kerawalla, Luckin, Seljeflot & Woolard, 2006; Squire, Jan, 2007), αλλά και την συνοχή της προσέγγισης που πρότειναν οι ερευνητές. Αυτή η μελέτη επιβεβαιώνει τη συνοχή της προσέγγισης που πρότειναν οι Klopfer και Squire (2008), η οποία τονίζει την ανάγκη για εξισορρόπηση των ανταγωνιστικών παροχών και τη διευκόλυνση της αποκεντρωμένης ροής πληροφοριών στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Επίσης τα συμπεράσματα της μελέτης αναδεικνύουν τη σημασία της αξιοποίησης της τεχνολογίας και τη διαχείριση πληροφοριών ως απαραίτητες δεξιότητες που οφείλει να έχει ο άνθρωπος τον 21ο αιώνα (Kerawalla & al., 2006; Klopfer, Squire, 2008; Squire, Jan, 2007).

Η συγκεκριμένη μελέτη είναι σύμφωνη με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την μελέτη της Yilmaz το 2017, η οποία μελέτησε 38 έρευνες που αναφερόταν στην Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαίδευση για τις χρονιές 2016 και 2017, εκ των οποίων οι περισσότερες, δηλαδή 16, αφορούσαν τις θετικές επιστήμες. Όπως και στην συγκεκριμένη έρευνα που το μεγαλύτερο ερευνητικό πεδίο ενδιαφέροντος από τις 17 έρευνες οι 11 έρευνες αφορούσαν την εκμάθηση διαφόρων επιστημών STEM. Ακόμα είναι σύμφωνη ως προς την μεγαλύτερη απήχηση των εφαρμογών για κινητές συσκευές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν σε 6 έρευνες από τις 17, αντίστοιχα και στην μελέτη της Yilmaz οι εφαρμογές για κινητές συσκευές χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο, πιο συγκεκριμένα σε 16 έρευνες από τις 38.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μέχρι σήμερα εξελίσσεται με αλματώδη βήματα. Παρατηρήθηκε ότι υλοποιούνται πολλές έρευνες για την εφαρμογή της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση και καθώς η παρούσα εργασία είναι πρόσφατη, καλύπτει το ερευνητικό κενό των προηγούμενων ερευνών, γιατί αναλύει τα νεότερα δεδομένα. Εξ αιτίας αυτής της παρατήρησης οι ερευνητές, οι εμπλεκόμενοι στον εκπαιδευτικό τομέα και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα χρειάζεται να βρίσκονται σε επαγρύπνηση, προκειμένου να ακολουθούν τα νεότερα δεδομένα. Χρειάζεται ακόμα συνεχής επικαιροποίηση των τεχνολογιών και των πλατφόρμων από την επιστημονική κοινότητα, γιατί τα αποτελέσματα συνεχώς αλλάζουν. Τέλος η πανδημία έδειξε ότι πρέπει να υιοθετηθούν τόσο στην εκπαίδευση όσο και στους χώρους εργασίας η μικτή μάθηση για την διασφάλιση της δημόσιας υγείας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην ενημέρωση τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των άλλων ενδιαφερομένων για την χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Σύμφωνα με τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί στην παρούσα μελέτη, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα έπειτα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και την ποιοτική ανάλυση των εφαρμογών:

Ως προς το πρώτο ερευνητικό ερώτημα που αναζητεί τον τρόπο με τον οποίο η Επαυξημένη Πραγματικότητα επιδρά στα **μαθησιακά κίνητρα** των εκπαιδευομένων για την εκπαιδευτική διαδικασία, μέσα από την ανάλυση των 9 ερευνών προκύπτει ότι:

- Τα μαθησιακά κίνητρα των εκπαιδευόμενων **ενισχύονται** με τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας όταν εφαρμόζεται σε εκπαιδευτικά προγράμματα, **αυξάνοντας ακόμη το ενδιαφέρον** και των πιο αδύναμων μαθητών, να συνεχίσουν να επιθυμούν να κατανοήσουν το περιεχόμενο που διδάσκονται.
- Ταυτόχρονα με την αύξηση των μαθησιακών κινήτρων υπάρχει μια **αύξηση της ακαδημαϊκής απόδοσης** των συμμετεχόντων. Αυτό διακρίνεται στο σύνολο των τελικών αποτελεσμάτων στις έρευνες που εφάρμοσαν posttests μετά από την διαδικασία εφαρμογής της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία.
- Στις περιπτώσεις που οι συμμετέχοντες έπρεπε να συνεργαστούν μεταξύ τους βοήθησαν να επιτευχθεί υψηλότερη αντίληψη της σχετικότητας μεταξύ του εκπαιδευτικού τρισδιάστατου υλικού και των διαφόρων εννοιών, αλλά και περισσότερα μαθησιακά κίνητρα.
- Μέσα από προσομοιώσεις οι εκπαιδευόμενοι **κατανοούν καλύτερα δυσνόητες έννοιες** και μ' αυτόν τον τρόπο ενισχύονται τα εκπαιδευτικά τους κίνητρα, αναπτύσσουν θετικά συναισθήματα και αισθάνονται την ανάγκη για εξερεύνηση μέσω self-learning εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

Ως προς το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα για το πώς η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας επιδρά στη **μαθησιακή εμπειρία**, μέσα από την ανάλυση 8 ερευνών προκύπτει ότι η εμπλοκή και

ο ενισχυμένος αντίκτυπος που φέρνει η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι μέρος της θετικής, **διαδραστικής και αξιωματικής εμπειρίας** των εκπαιδευόμενων. Επίσης:

- Η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας μπορεί να εφαρμοστεί στην εκπαίδευση αρκετών εκπαιδευτικών ενοτήτων, καθώς προσφέρει μαθησιακά πλεονεκτήματα στους χρήστες και βελτιώνει την εκπαιδευτική διαδικασία, όσον αφορά την κατανόηση, τη συσχέτιση και την αντίληψη στις εκπαιδευτικές θεματικές. Με τη χρήση της AR οι μαθητές **εμπλέκονται στη μαθησιακή διαδικασία**, αφομοιώνουν τη γνώση και συγχρόνως μπορούν να την μεταβιβάσουν.
- Παρατηρήθηκε ότι η συνολική εμπειρία των εκπαιδευόμενων βελτιώνεται με την αλληλεπίδραση και την εμπλοκή αυτών κατά τη διάρκεια και στο τέλος της παράδοσης των μαθημάτων με τη χρήση τεχνολογίας AR. Καθώς προκύπτουν θετικά αποτελέσματα τόσο στην τελική βαθμολογία όσο και στον συνολικό αντίκτυπο, διότι γίνονται εύκολα αντιληπτές και κατανοητές από τους εκπαιδευόμενους οι διδακτικές ενότητες.
- Η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας προσφέρει στον εκπαιδευόμενο ανεξαρτησία κινήσεων, αφού δεν είναι υποχρεωμένος να βρίσκεται σε συγκεκριμένο χώρο και χρόνο. Με τη χρήση της AR υπάρχει ουσιαστική εμπλοκή του εκπαιδευόμενου στη μαθησιακή διαδικασία και κατά συνέπεια βελτιώνεται η συνολική του εμπειρία. Η εμπλοκή αυτή διαφέρει σε σχέση με τις άλλες μορφές παράδοσης διδακτικού υλικού, καθώς ο χρήστης είναι υποχρεωμένος να αλληλοεπιδράσει σε τέτοιο βαθμό με το τρισδιάστατο εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο βρίσκεται σε πρώτο πλάνο και με λεπτομέρειες μπροστά στα μάτια του χρήστη-εκπαιδευόμενου. Οι δυνατότητες επεξεργασίας διαφόρων τρισδιάστατων αντικειμένων αυτομάτως οδηγούν σε μια βαθύτερη κατανόηση του περιεχομένου.

Ως προς το τρίτο και τελευταίο ερευνητικό ερώτημα που έχει τεθεί στην συγκριμένη μελέτη, το οποίο αναζητά με ποιες **στρατηγικές** οι εφαρμογές m-AR επιδιώκουν την αύξηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, φαίνεται ότι:

- Μελετώντας τις εφαρμογές φαίνεται ότι οι 8 από αυτές (Touch Surgery, eDrawings, ARki, Quiver, Chromville science, ARLoon plants, Google Translate και η DEVAR), κάνουν

χρήση της τεχνολογίας marker, σύστημα που βασίζεται σε συγκεκριμένα σημεία. Πιο συγκεκριμένα αναγνωρίζοντας μέσω της κάμερας της κινητής συσκευής προκαθορισμένα σημεία, αντικείμενα κ.α. εμφανίζονται τρισδιάστατες εκπαιδευτικές απεικονίσεις. Στη συνέχεια σε 5 εφαρμογές (Star Walk, Wonderscope, Solar Walk, Google Spotlight Stories και στην Sky map) κάνουν **χρήση της τεχνολογίας markerless**, σύστημα εντοπισμού θέσης. Δηλαδή μέσω της κινητής συσκευής και με βάση την φυσική τοποθεσία των χρηστών ορίζεται από το σύστημα παγκόσμιου εντοπισμού θέσης μέσω δορυφόρου, πως θα εμφανιστεί το τρισδιάστατο εκπαιδευτικό περιεχόμενο μέσα στον χώρο, αλλά και πως θα συνεχίσει να εξελίσσεται η απεικόνιση αυτού. Τέλος σε 2 εφαρμογές (GeoGebra 3D Calculator και Expeditions) δεν εμφανίζεται κάποιο συγκεκριμένο σύστημα αναγνώρισης. Τα τρισδιάστατα αντικείμενα και οι θεματικές επιλέγονται από τον ίδιο τον χρήστη μέσω της εφαρμογής και απεικονίζονται με λεπτομέρεια σε οποιονδήποτε χώρο.

- Οι εφαρμογές αναλύθηκαν με βάση την αλληλεπίδραση, το ενδιαφέρον για μάθηση, το περιεχόμενο, τη λειτουργία χρήσης και τη συνολική ικανοποίηση. Η **αλληλεπίδραση με την εφαρμογή** είναι από τα πιο σημαντικά στοιχεία αυτής και σίγουρα χρειάζεται η στρατηγική δημιουργία μελλοντικών εφαρμογών που αποσκοπούν να εντάξουν διαδραστικά στοιχεία κατά την διάρκεια της λειτουργίας της από τον χρήστη-εκπαιδευόμενο.
- Παρατηρήθηκε ότι εμφανίζονται 3 εφαρμογές (Star Walk, Solar Walk και Sky map) με στόχο την εκμάθηση Αστρονομίας. Μάλιστα και οι τρεις διαθέτουν **σύστημα εντοπισμού θέσης**, διευκολύνοντας έτσι τους χρήστες να κατανοήσουν την τοποθεσία των ουράνιων σωμάτων σε πραγματικό χρόνο, αλλά και να αναζητήσουν περισσότερες πληροφορίες γι' αυτά.
- Ακόμα εντοπίστηκαν 3 εφαρμογές για **εκμάθηση μέσω της ζωγραφικής** (Quiver, Chromville science, DEVAR) οι οποίες απευθύνονται σε παιδιά κάτω των 12 ετών και χρησιμοποιούν ένα προκαθορισμένο σημείο προκειμένου να εμφανιστεί το τρισδιάστατο εκπαιδευτικό περιεχόμενο.
- Επιπλέον στις εφαρμογές αυτές οι 2 σχεδιαστικές εφαρμογές που απευθύνονται σε επαγγελματίες γραφίστες και μηχανικούς (eDrawings και ARki) χρησιμοποιούν ένα **προκαθορισμένο σημείο προκειμένου να εμφανιστεί το τρισδιάστατο περιεχόμενο**.

- Αντίθετα οι 2 εφαρμογές που διαθέτουν και διηγούνται εκπαιδευτικές ιστορίες (Wonderscope και Google Spotlight Stories), χρησιμοποιούν το σύστημα εντοπισμού θέσης και **προσαρμόζουν την ιστορία με βάση τον χώρο που βρίσκονται οι χρήστες**.
- Όλες οι εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιηθούν **ατομικά ή συλλογικά** για την καλύτερη συνεργασία και κατανόηση διαφόρων θεματικών. Η συνεργατική χρήση των εφαρμογών εκμάθησης μέσω ζωγραφικής για παιδιά, είναι η μοναδική που ενδέχεται να δυσκολέψει την διαδικασία, καθώς η προσωπική επιλογή των χρωμάτων από τα παιδιά στις πρώτες φάσεις χρήσης της εφαρμογής κρίνεται σημαντική.
- Οι εφαρμογές που απευθύνονται στις μικρότερες ηλικίες εμφάνισαν πιο «**παιχνιδιάρικη**» **διάθεση**, όσον αφορά τα χρώματα, τους ήχους, τις κινήσεις) συγκριτικά με τις εφαρμογές που απευθύνονται για του επαγγελματίες.
- Επιπρόσθετα μελετώντας τις εφαρμογές διακρίνεται ότι όλες οι εφαρμογές προσπαθούν να είναι ελκυστικές, χρησιμοποιούν **ήχους και εικόνες** για να τραβήξουν το ενδιαφέρον των χρηστών. Ακόμα οι εφαρμογές έχουν προσπαθήσει να εμπλέξουν τους χρήστες με τις διαδικασίες, για να αφιερώσουν περισσότερο χρόνο χρήσης, αλλά και σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να διευκολύνουν την πλοήγηση των χρηστών.
- Το ενδιαφέρον για μάθηση μπορεί να αυξηθεί όσο υπάρχει εξέλιξη της εφαρμογής και αυτό μπορεί να επιτευχθεί **ζητώντας συνεχώς από τον χρήστη μια ενέργεια-δράση** και καλύπτοντας επαρκώς το περιεχόμενο των διδακτικών ενοτήτων. Καθώς μόνο με αυτούς τους τρόπους μπορεί ο χρήστης να αισθάνεται ότι συμμετέχει ενεργά, μαθαίνει και τελικά διασκεδάζει.
- Ενώ οι εφαρμογές καλύπτουν αρκετές θεματικές, το υλικό δεν είναι αρκετό για την πλήρη εκπαίδευση των χρηστών. Έτσι, με την **εμπλοκή των χρηστών με την ίδια την εφαρμογή**, οι χρήστες μπορούν να παρακινηθούν να ανακαλύψουν περισσότερες πληροφορίες για την εκάστοτε διδακτική ενότητα.
- Η εφαρμογή της Επαυξημένης Πραγματικότητας σε εκπαιδευτικά προγράμματα εμφανίζεται, όπως προκύπτει και στη βιβλιογραφία, περισσότερο με **στόχο τη μάθηση** θετικών επιστημών, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών, παρά την ψυχαγωγία.
- Υπάρχουν εκπαιδευτικές εφαρμογές m-AR που είναι **προσαρμοσμένες για όλες τις ηλικίες**, για όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης που με παιχνιδιοποίηση, με προσομοίωση

τρισδιάστατων αντικειμένων πετυχαίνουν ανακαλυπτική μάθηση, ανάπτυξη δεξιοτήτων και άλλα ψυχαγωγία.

Μέσα από την ανάλυση όμως των 17 ερευνών και των 15 εφαρμογών m-AR που αναφέρθηκαν στη μελέτη, προκύπτει ακόμη ότι οι 9 πλατφόρμες σχεδίασης τρισδιάστατου εκπαιδευτικού περιεχομένου που αφορούν την εκπαίδευση των χρηστών-εκπαιδευόμενων, μέσω της χρήσης της Επαυξημένης Πραγματικότητας έχουν αρκετές δυνατότητες σχεδίασης. Παρόλα αυτά προς το παρόν φαίνεται ότι οι εφαρμογές έχουν περιορισμένο παιδαγωγικό περιεχόμενο και οι εκπαιδευτικοί δεν αξιοποιούν πλήρως όλα τα εργαλεία σχεδίασης που είναι διαθέσιμα στις πλατφόρμες.

Συμπερασματικά η Επαυξημένη Πραγματικότητα εμφανίζει πολλές δυνατότητες για τον τομέα της εκπαίδευσης και επαναπροσδιορίζει την online μάθηση. Η καλλιέργεια δεξιοτήτων μπορεί να εφαρμοστεί με στρατηγικές όπως η προσομοίωση διαφόρων καταστάσεων, τα τρισδιάστατα σχεδιαγράμματα κα. Η διαμόρφωση της μάθησης μέσω της παιχνιδοποίησης μπορεί να αποτελέσει έναν πιο άμεσο τρόπο μετάδοσης του διδακτικού υλικού, αλλά και αποδοχής της χρήσης της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Πρέπει επίσης, να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση σε θέματα εμπειρίας, αφού η AR έχει τη δυνατότητα να αλλάξει την μαθησιακή εμπειρία των χρηστών.

Προκύπτουν ακόμα προβληματισμοί για τον ψηφιακό αναλφαβητισμό από έλλειψη παιδαγωγικού περιεχομένου. Φυσικά, στην εκπαίδευση ο ψηφιακός και τεχνολογικός γραμματισμός χρειάζεται παιδαγωγικό υπόβαθρο και θετική στάση όσον αφορά τις δυνατότητες που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες, όταν εφαρμόζονται σε τομείς της καθημερινότητας. Είναι εμφανές ότι η ενσωμάτωση αυτού του παιδαγωγικού σχεδιασμού και αυτού του τύπου διδασκαλίας απαιτεί πόρους, υποδομές, καλή σύνδεση στο διαδίκτυο και επαρκώς εκπαιδευμένους εκπαιδευτικούς.

Στην μετά COVID-19 εποχή προκύπτει ένα μεγάλο κενό και μια τεράστια ευκαιρία, προκειμένου να αξιοποιηθεί το ψηφιακό υλικό που δημιουργήθηκε, αλλά και αυτού που θα δημιουργηθεί μελλοντικά, για τις ανάγκες της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Η πανδημία προκάλεσε το ενδιαφέρον των καταναλωτών να ανακαλύψουν περισσότερες δυνατότητες του διαδικτύου και να εξοικειωθούν περισσότερο με τις νέες τεχνολογίες, πίεσε επίσης καταστάσεις με αποτέλεσμα οι

εκπαιδευόμενοι όλων των βαθμίδων και οι εκπαιδευτικοί να έρθουν σε επαφή με νέους τρόπους μάθησης και πλατφόρμες, προκειμένου να δημιουργηθεί μια νέα κανονικότητα.

Τέλος, θα ήταν χρήσιμο να αναλυθούν σε μελλοντικές έρευνες, ο ορθός τρόπος ή το εκπαιδευτικό μοντέλο που πρέπει να ακολουθούν οι εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας, με σκοπό την ολοκληρωμένη παράδοση των ενοτήτων στα πλαίσια των εκπαιδευτικών προγραμμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abuhamdeh, M. (2010). *A hierarchical framework to quantitatively evaluate success factors of mobile learning*. PhD Thesis, University of Banking and Financial Sciences, Amman, Jordan.
- Alyami, A., Pileggi, S. F. & Hawryszkiewicz, I. (2020). The Impact of New Technologies on Learning: A Literature review on Mobile Collaborative Learning. *Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL)*. Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση https://www.researchgate.net/profile/Abdulrahman_Alyami/publication/342446934_The_Impact_of_New_Technologies_on_Learning_A_Literature_review_on_Mobile_Collaborative_Learning/links/5ef4998ca6fdcceb7b22efbe/The-Impact-of-New-Technologies-on-Learning-A-Literature-review-on-Mobile-Collaborative-Learning.pdf
- Αρδαβάνη, Ο. (2019). *Ο ρόλος του φωτισμού στη δημιουργία εμπειριών εμπύθισης στα περιβάλλοντα Εικονικής Πραγματικότητας*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Arulanand, N., Ramesh Babu, A. & Rajeshc, P.K. (2019). Enriched Learning Experience using Augmented Reality Framework in Engineering Education. *Procedia Computer Science*, 2020, 937-942. Ανακτήθηκε την 6/6/2020 από τη διεύθυνση <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050920314642?token=CA427EDC74D5D19116E13183986BD3AD2F21821B65BC667D6F76E53D1665334DAE66E985119881627FA64C32443CD51A>
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Azuma, RT., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*. 21:34-37
- Azuma, RT. (2004). *Overview of augmented reality*. In: ACM SIGGRAPH 2004 Course Notes. ACM. p. 26. DOI: 10.1145/1103900.1103926
- Basak, S. K., Wotto, M. & Belanger, P. (2018). E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media 2018*, 15(4) 191–216. Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2042753018785180>

Bin, T. A. & Rambli, D. R. A. (2013). An interactive mobile augmented reality magical playbook: Learning number with the thirsty crow. *Procedia Computer Science*, 25, 123–130.

Ανακτήθηκε την 1/6/2020 από τη διεύθυνση

<http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.015>

Billingham, M., Clark, A. & Lee, G. (2015). “A survey of AR” *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 73–272.

Chang, G., Morreale, P., & Medicherla, P. (2010). Applications of augmented reality systems in education. In D.Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010*, 1380-1385. Chesapeake, VA:AACE.

Cheng, K-H, Tsai, C-C. (2012). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*. 22:449-462.

Ανακτήθηκε την 1/5/2020 από τη διεύθυνση

DOI:10.1007/s10956-012-9405-9

Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H. & Hwang G. J. (2014). “An AR-based mobile learning system to improve students’ learning achievements and motivations in natural science inquiry activities,” *Journal of Educational Technology and Society*, 352–365

Chuah, H. S. (2018). Why and Who Will Adopt Extended Reality Technology? Literature Review, Synthesis, and Future Research Agenda. (December 13, 2018). *SSRN*.

Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση

<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3300469>

Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. In *System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on*, 659–669.

Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality. *Journal of Computers in Education*, 295–311. <http://doi.org/10.1007/S40692-014-0021-y>

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). “From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” In A. Lugmayr, H. Franssila, C. Safran, & I. Hammouda (Eds.), *MindTrek*, 9–15.

- Durão, N., Moreira, F., Ferreira M. J. & Pereira C. S. (2019). A comparative study about mobile learning with gamification and augmented reality in high education institutions across South Europe, South America, and Asia countries. *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* 19 – 22 June 2019, Coimbra, Portugal ISBN: 978-989-98434-9-3.
Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση
<http://repositorio.uportu.pt:8080/jspui/bitstream/11328/2806/1/P72.pdf>
- European Commission, (2018). Information and Communication Technologies. *Horizon2020, Work Programme 2018-2020*.
Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση
<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/information-and-communication-technologies>
- Fernando Batista, A., Thiry, M., Queiroz Gonçalves R. & Fernandes, A. (2020). Using Technologies as Virtual Environments for Computer Teaching: A Systematic Review. *Informatics in Education*.
Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1257491.pdf>
- Fessakis, G., Bekri, A. F. & Konstantopoulou, A. (2016). Designing a mobile game for spatial and map abilities of kindergarten children, In Th. Connolly and L. Boyle (Eds.) *Proceeding of the 10th European Conference on Games Based Learning (ECGBL 2016)*, 6-7 Oct 2016, The University of the West of Scotland, Paisley, Scotland, Reading UK:Academic Conferences and Publishing International Limited, pp. 183-191.
- Φεσάκης, Γ., Κοζάς, Κ., Bruns, E., Λαμπριανού, Σ. & Μαλλιαράκης, Χ. (2018). *Σχεδιασμός και αξιολόγηση χωροεναίσθητου σοβαρού παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας για την οδό Ιπποτών στη Ρόδο*. Στα Πρακτικά Εργασιών του 11ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση». ΑΠΘ ΠΑΜΑΚ, 19-21 Οκτωβρίου 2018, Θεσσαλονίκη.
- Flores-Bascuñana, M., Diago, P.D., Villena-Taranilla, R. & Yáñez, D.Y. (2019). On Augmented Reality for the Learning of 3D-Geometric Contents: A Preliminary Exploratory Study with 6-Grade Primary Students. *Education Sciences*. Educ. Sci. 2020,10,4;
Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση

- doi:10.3390/educsci10010004 <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1241149.pdf>
- Focus Bari, (2018). Χρήση του Internet το 2018 στην Ελλάδα.
Ανακτήθηκε την 1/8/2020 από τη διεύθυνση
<https://www.businessmentor.gr/statistika-xrissi-internet-stin-ellada/>
- Freitas, R., Campos, P. (2008). SMART: A System of augmented reality for teaching 2nd grade students. *Proceedings of the 22nd British Computer Society Conference on Human-Computer Interaction (HCI 2008)*, 27-30. Liverpool John Moores University, UK.
- Garrison, D. R., Kanuka, H. (2004). *Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. The Internet and Higher Education* 7(2): 95–105.
- Garrison, D., R. (2011). *E-Learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice*. 2nd ed. New York: Routledge.
- Graham, S., Marvin, S. (1996). *Telecommunications and the City Electronic Spaces, Urban Places, 1st Edition, Routledge*
- Gutierrez, J.M., Fernandez, M.D.M., (2014). Applying Augmented Reality in Engineering Education to Improve Academic Performance & Student Motivation. *International Journal of Engineering Education*, Vol. 30, No. 3, pp. 1 - 11.
- Ishii, Hiroshi. (2017). "Tangible bits". *Tangible Bits: Beyond Pixels*.
- Ismaeel, D., A., Al Mulhim, E., N. (2019). Influence of Augmented Reality on the Achievement and Attitudes of Ambiguity Tolerant/Intolerant Students. *International Education Studies*; ISSN 1913-9020 E-ISSN 1913-9039
Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1207110.pdf>
- Johnson, J. (2012). "*The Master Key*": L. Frank Baum envisions augmented reality glasses in 1901 *Mote & Beam*.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A. & Haywood, K. (2011). The 2011 Horizon Report. *Austin, Texas: The New Media Consortium*.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R. & Stone, S. (2010). Simple augmented reality. *The 2010 Horizon Report, 21-24. Austin, TX: The New Media Consortium*.
- Karlsson, C., Maier, G., Trippi, M., Siedschlag, I., Owen, R. & Murphy, G. (2010). *ICT and Regional Economic Dynamics: A Literature Review, Publications Office of the European Union*.

- Καρπέλης, Ε. (2019). *ICT in Regional Development*. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.
Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση
https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1501/Diplwmatiki_Ergasia_512.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Kaur, D., P., Mantri, A. & Horan, B. (2018). A Framework Utilizing Augmented Reality to Enhance the Teaching–Learning Experience of Linear Control Systems. *IETE Journal of Research*, DOI: 10.1080/03772063.2018.1532822
- Kaur, D., P., Mantri, A. & Horan, B. (2019). Design implications for adaptive augmented reality based interactive learning environment for improved concept comprehension in engineering paradigms, *Interactive Learning Environments*, DOI: 10.1080/10494820.2019.1674885.
- Kaur, D., P., Mantri, A. & Horan, B. (2019). Enhancing Student Motivation with use of Augmented Reality for Interactive Learning in Engineering Education. *Procedia Computer Science*, 881-885.
Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050920314563?token=4F8EFB92986BEDC20DC71623BA121828268A178937750D86BAA1E75E51FC293E0E7AA2C2BB31C0B4420DBAECE7B4B7CD>
- Kaufmann, H., Dünser, A. (2007). Summary of usability evaluations of an educational augmented reality application. *Second International Conference, ICVR 2007. Beijing, China*.
- Kaufmann, H. (2009). *Dynamic differential geometry in education*. *Journal for Geometry and Graphics*, 13(2), 131-144.
- Kaynak, S. (2019). The Effect of Augmented Reality Applications on the Attitudes of Middle School Students towards Astronomy. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS)* ISSN: 2587-1730
Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/814945>
- Keller, J., M. (2009). Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach. *Springer Science & Business Media*.
- Kesim, M., Ozarlan, Y. (2012). Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 47, 297 – 302.

- Khan, T., Johnston, K. & Ophoff, J. (2019). The Impact of an Augmented Reality Application on Learning Motivation of Students. *Hindawi. Advances in Human-Computer Interaction*, Article ID 7208494.
Ανακτήθηκε την 6/6/2020 από τη διεύθυνση
<https://www.hindawi.com/journals/ahci/2019/7208494/>
- Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *TechTrends*. DOI: 10.1007/s11528-012-0559-3
- Liarokapis, F., Mourkoussis, N., White, M., Darcy, J., Sifniotis, M., Petridis, P. & Lister, P. (2004). Web3D and augmented reality to support engineering education. *World Transactions on Engineering and Technology Education, 2004 UICEE. Melbourne, Australia*.
- Lozada-Yáñez, R., La-Serna-Palomino, N. & Molina-Granja, F. (2019). Augmented Reality and MS-Kinect in the Learning of Basic Mathematics: KARMLS Case. *International Education Studies*. ISSN 1913-9020 E-ISSN 1913-9039
Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1226579.pdf>
- Malecki, E., J., (1991). *Technology and Economic Development: The Dynamics of Local, Regional and National Change, Article in Economic Geography*
- Markouzis, D., Fessakis, G. (2016). Rapid Prototyping of Interactive Storytelling and Mobile Augmented Reality Applications for Learning and Entertainment The case of “k Knights.” *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 6 (2), 30.
<https://doi.org/10.3991/ijep.v6i2.5560>
- Mitsuhara, H., Shishibori, M. (2019). Comparative Experiments on Simulated Tornado Experience via Virtual Reality and Augmented Reality. *INFORMATION AND SYSTEMS IN EDUCATION*, 21–31.
Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση
https://www.jstage.jst.go.jp/article/ejsise/19/1/19_21/_pdf
- NehaTuli, H., Mantri, A. (2019). Experience Fleming’s rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning. *Procedia Computer Science* 172, 660–668.
Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920314150>

- Nguyen, D., Meixner, G. (2019). Gamified Augmented Reality Training for An Assembly Task: A Study About User Engagement. *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, 901–904.
Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση
https://annals-csis.org/Volume_18/drp/pdf/136.pdf
- Παπαγεωργίου, Γ. (2019). *Επαυξημένη Πραγματικότητα. Εργαλεία Ανάπτυξης Εφαρμογών και Σχεδίαση Εφαρμογής*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
Ανακτήθηκε την 6/6/2020 από τη διεύθυνση
http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/9708/Papageorgiou%2c%20G._TPT_2019.pdf?sequence=1
- Papanis, E. (2005). *Traditional Teaching versus e-learning. Experimental Approach, Statistical Review 1 (1): 19–35*
- Perez-Lopez, D., Contero, M. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 12(4), 19–28.
Ανακτήθηκε την 6/6/2020 από τη διεύθυνση
<http://eric.ed.gov/?id=EJ1018026>
- Perkins Coie, (2018). Augmented and Virtual Reality Survey Report.
Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση
<https://www.perkinscoie.com/images/content/1/8/v2/187785/2018-VR-AR-Survey-Digital.pdf>
- Perkins Coie, (2019). Augmented and Virtual Reality Survey Report.
Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση
<https://www.perkinscoie.com/images/content/2/1/v4/218679/2019-VR-AR-Survey-Digital-v1.pdf>
- Perkins Coie, (2020). Augmented and Virtual Reality Survey Report.
Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση
<https://www.perkinscoie.com/images/content/2/3/231654/2020-AR-VR-Survey-v3.pdf>
- Sáez-López, J., Sevillano-García, M. & Pascual-Sevillano M. (2019). Application of the ubiquitous game with augmented reality in Primary Education. *Comunicar*, n. 61, *Media Education Research Journal*.

Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1229171.pdf>

- Schmidt, J. T., (2007). *Preparing students for success in blended learning environments: future oriented motivation & self-regulation*. Educational Research, 301–302.
- Selim, H. M. (2007). *Critical success factors for e-learning acceptance: Confirmatory factor models*. *Computers & Education* 49(2): 396–413.
- Serio, A. Di, Ibanez, M. B. & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, pp. 586 - 596.
- Shelton, B. E. (2002). Augmented reality and education: Current projects and the potential for classroom learning. *New Horizons for Learning*. Retrieved from
Ανακτήθηκε την 1/6/2020 από τη διεύθυνση
<http://www.newhorizons.org/strategies/technology/shelton.htm>
- Shelton, B. E., Hedley, N. R. (2002). *Using augmented reality for teaching Earth-Sun relationships to undergraduate geography students*. The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop. Darmstadt, Germany.
- Shelton, B. E., Hedley, N. R. (2004). *Exploring a cognitive basis for learning spatial relationships with augmented reality*. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 1(4), 323-357. Philadelphia, PA: Old City Publishing, Inc.
- Sutherland, I. (1968). A head-mounted
- Shelton, B. E., Hedley, N. R. (2002). *Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students*. In *Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop*, 8.
- Shiue, Y., Hsu, Y., Sheng, M. & Lan, C. (2019). Impact of an Augmented Reality System on Students' Learning Performance for a Health Education Course. *International Journal of Management, Economics and Social Sciences*, 195-204.
Ανακτήθηκε την 15/7/2020 από τη διεύθυνση
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED605971.pdf>
- Sirakaya, M. (2016). Use of augmented reality in applied training: Motherboard assembly. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 17(3), 301–316.
- Sirakaya, M., Sirakaya, D. A. (2018). “Trends in educational AR studies: a systematic review,” *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 60–74.

- Stylianidou, N., Sofianidis, A., Manoli, E. & Meletiou-Mavrotheris, M. (2020). “Helping Nemo!”—Using Augmented Reality and Alternate Reality Games in the Context of Universal Design for Learning. *Education Sciences*, 10(4), 95.
Ανακτήθηκε την 15/7/2020 από τη διεύθυνση
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1251732.pdf>
- Thomas, R., Linder, K. E., Harper, N., Blyth, W. & Lee, V. (2019). Current and Future Uses of Augmented Reality in Higher Education. *IDEA Paper #81*
Ανακτήθηκε την 3/7/2020 από τη διεύθυνση
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED598952.pdf>
- Wang, X., Dunston, P.S. (2006). *Compatibility issues in Augmented Reality systems for AEC: An experimental prototype study. Automation in Construction*, 15(3), 314–326.
- Wang, X., Dunston, P.S. (2008). *User perspectives on mixed reality tabletop visualization for face-to-face collaborative design review. Automation in Construction*, 17(4), 399–412.
- Wang, M., Ran, W., Liao, J. et al. (2010). A performance-oriented approach to e-learning in the workplace. *Journal of Educational Technology & Society* 13(4): 167–179
- Webel, S., Bockholt, U., Engelke, T., Gavish, N., Olbrich, M. & Preusche, C. (2013). An augmented reality training platform for assembly and maintenance skills. *Robotics and Autonomous Systems*, 61(4), 398–403. <http://doi.org/10.1016/j.robot.2012.09.013>
- Welsh E.T., Wanberg, C.R., Brown K.G. & Simmering, M., J. (2003). E-learning: emerging uses, empirical results and future directions. *International Journal of Training and Development* 7:4 ISSN 1360-3736
Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση
https://www.researchgate.net/profile/Connie_Wanberg/publication/227601946_E-learning_Emerging_uses_empirical_results_and_future_directions/links/59e60c840f7e9b0e1ab2696b/E-learning-Emerging-uses-empirical-results-and-future-directions.pdf
- Westerfield, G., Mitrovic, A. & Billingham, M. (2015). Intelligent Augmented Reality Training for Motherboard Assembly. *Int J Artif Intell Educ*, (25), 157–172.
- Wojciechowski, R., Cellary, W. (2013). *Evaluation of learners’ attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. Computers & Education*, 68, 570–585.
<http://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>

- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y. & Liang, J.-C. (2013). *Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. Computers & Education*, 62, 41–49.
- Xiaoyu, Yu. (2019). See Me Roar: an AR Game to Improve Children’s Perception of Relatedness and Learning Motivation in Elementary Math. *Education Department of Industrial Design, TU/e Eindhoven, The Netherlands.*
 Ανακτήθηκε την 1/7/2020 από τη διεύθυνση
https://www.drhu.eu/reports/2019_XiaoyuYu-SeeMeRoar.pdf
- Yang, T-C., Hwang, G-J. & Yang, SJ-H. (2013). Development of an adaptive learning system with multiple perspectives based on students’ learning styles and cognitive styles. *Journal of Educational Technology & Society* 16(4): 185.
- Yilmaz, R. (2017). Augmented Reality Trends in Education between 2016 and 2017 Years. *Intechopen*. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.74943>
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G. & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119–140.
- Zhang, J., Sung, Y.-T., Hou, H.-T. & Chang, K.-E. (2014). The development and evaluation of an augmented reality-based armillary sphere for astronomical observation instruction. *Computers & Education*, 73, 178–188. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.003>
- Zhao, Y., Zhu, Q. (2010). Influence factors of technology acceptance model in mobile learning. In: *4th International conference on genetic and evolutionary computing (ICGEC), IEEE Shenzhen, China*, 542–545.
- Zauner, J., Haller, M., Brandl, A. & Hartmann, W. (2003). Authoring of a mixed reality assembly instructor for hierarchical structures. In *Proceedings of the 2nd IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 237.
- Zhou, X., Tang, L., Lin, D. & Han, W. (2020). Virtual & augmented reality for biological microscope in experiment education. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 2(4): 316-329.
 Ανακτήθηκε την 15/7/2020 από τη διεύθυνση
http://www.vr-ih.com/vrih/resource/latest_accept/312043490307072.pdf

Zhou, F., Duh, H. B. L. & Billinghurst, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 15-18. Cambridge, UK.

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις (διαδίκτυο)

Apple Store - Apple's official store and portal for Apple apps

<https://www.apple.com/lae/ios/app-store/>

ARCore – Google Development Augmented Reality Platform

<https://developers.google.com/ar>

ARLOOPA – Augmented and Virtual Reality App and game development company

<https://arloopa.com/>

Augment - AR and 3D visualization and communication platform

<https://www.augment.com/>

Blippar - Computer Vision Company and Augmented Reality (AR).

<https://www.blippar.com/>

Cision Communications Cloud company

<https://www.prnewswire.com/news-releases/global-education-and-learning-analytics-market-report-2018-2023-300743787.html>

Creator AVR - EON Reality Inc. Augmented and Virtual Reality App Builder

<https://account.avrplatform.com/Home/IndexV2>

Education Resources Information Center (ERIC) - Institute of Education Sciences

<https://eric.ed.gov/>

Focus Bari market research company

<https://www.focusbari.gr/>

Global Market Insights Inc. global market research and management consulting company

<https://www.gminsights.com/industry-analysis/elearning-market-size>

Google Play Store - Google's official store and portal for Android apps

<https://www.play.google.com/>

Greenlight Insights market intelligence for smart, virtual reality, and augmented reality displays

<https://www.greenlightinsights.com/virtual-reality-industry-shows-solid-growth-valued-at-34-5-billion-in-2023/>

HP Reveal - Augmented Reality (AR) Platform

<https://www.hpreveal.com/>
<https://www8.hp.com/us/en/printers/reveal.html>

International Telecommunication Union (ITU)

<https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>

Layar - Augmented Reality and Interactive Print Platform

<https://www.layar.com/>

Merge Cube virtual 3D objects

<https://mergeedu.com/cube>

Metaverse - Augmented Reality Platform

<https://studio.gometa.io/landing>

Omdia | Tractica emerging technology market research company

<https://tractica.omdia.com/research/virtual-reality-for-enterprise-and-industrial-markets/>

Statista global market research company

<https://www.statista.com/statistics/528779/virtual-reality-market-size-worldwide/>

TechJury software experts company

<https://techjury.net/blog/virtual-reality-statistics/>

Technavio market research company

<https://www.technavio.com/report/online-language-learning-market-industry-analysis>

ZapWorks - AR toolkit

https://zap.works/?utm_campaign=TrustRadius%20Review&utm_source=trustradius.com&utm_medium=click

Σύνδεσμος Επιχειρήσεων Πληροφορικής & Επικοινωνιών Ελλάδας (ΣΕΠΕ)

<http://www.sepe.gr/gr/research-studies/?byYear=2017&pg=2>

Φωτόδεντρο - Εθνικός Συσσωρευτής Εκπαιδευτικού Περιεχομένου

<http://photodentro.edu.gr/aggregator/>