

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



**Τμήμα Επικοινωνίας
& Ψηφιακών Μέσων**

ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Δ.Π.Μ.Σ.: Δημόσιος Λόγος και Ψηφιακά Μέσα

Διπλωματική εργασία

**Τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας και εκπαίδευση.
Δημιουργία πιλοτικής εφαρμογής για την υποβοήθηση μαθημάτων του
δημοτικού**

Της

Καζάκη Ζωής

A.E.M: 1056

Τριμελής Εξεταστική/Συμβουλευτική Επιτροπή

Επιβλέπων: Κλεφτοδήμος Αλέξανδρος, Επίκουρος Καθηγητής.

Μέλη: Λάμπας Γεώργιος, Αναπληρωτής Πρόεδρος Τμήματος και Αν. Διευθυντής

ΔΠΜΣ «Δημόσιος Λόγος και Ψηφιακά Μέσα»

Γιαννακοπούλου Αναστασία, Επιστημονικός Συνεργάτης.

Φλώρινα, 2020

Copyright © Καζάκη Ζωή, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Όνοματεπώνυμο: Καζάκη Ζωή

A.E.M.: 1056

Ηλεκτρονική διεύθυνση: zoikazak@yahoo.gr

Έτος εισαγωγής: 2018

Κατεύθυνση: ΔΠΜΣ «Δημόσιος Λόγος και Ψηφιακά Μέσα»

Τίτλος διπλωματικής εργασίας: *Τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας και εκπαίδευση. Δημιουργία πιλοτικής εφαρμογής για την υποβοήθηση μαθημάτων του δημοτικού*

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής, είναι προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας, η βιβλιογραφία και οι πηγές που έχω χρησιμοποιήσει, έχουν δηλωθεί κατάλληλα με παραπομπές και αναφορές. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Επισημαίνεται πως η συγκεκριμένη επιλογή βοηθά στον περιορισμό της λογοκλοπής διασφαλίζοντας έτσι το/τη συγγραφέα.

Ημερομηνία 4 -11 – 2020

Η δηλούσα

Καζάκη Ζωή

(ονοματεπώνυμο φοιτητή/τριας)

Περιεχόμενα

Πίνακας Εικόνων	13
Περίληψη	17
Abstract	18
Πρόλογος	20
1 ^ο Κεφάλαιο	22
1.1 Ορισμός Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ).....	22
1.2 Ιστορική αναδρομή Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	25
1.2.1 Διαφοροποίηση επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας.....	25
1.2.2 Ιστορική αναδρομή	26
1.3 Γενικές μορφές εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας.....	42
1.4 Είδη/Τύποι Επαυξημένης Πραγματικότητας	45
1.5 Μέθοδοι Επαυξημένης Πραγματικότητας	49
1.6 Διεπαφές Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	50
1.7 Τύποι διεπαφών επαυξημένης πραγματικότητας.....	52
1.8 Συστήματα/Συσκευές υλοποίησης εφαρμογών AR.....	54
1.9 Λειτουργία εντοπισμού δεικτών	57
1.10 Πεδία εφαρμογής Ε.Π	58

1.10.1 Ενδεικτικές κατηγορίες εφαρμογών Ε.Π.....	59
2 ^ο Κεφάλαιο	89
2.1 Κινητή μάθηση- ΤΠΕ	89
2.2 Έρευνες σχετικά με την παιδαγωγική αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας	91
2.3 Συμβολή βιβλίων και παιχνιδιών AR στη μαθησιακή διαδικασία ..	98
2.4 Εφαρμογές AR στην εκπαίδευση	100
2.5 Εμπόδια και Περιορισμοί Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση	104
3 ^ο Κεφάλαιο	109
3.1 Θεωρητικά Πεδία - Θεωρίες Μάθησης.....	109
3.1.1 Θεωρία πολυμεσικής μάθησης	109
3.1.2 Εποικοδομητισμός/ Κονστрукτιβισμός	115
4 ^ο Κεφάλαιο	120
4.1 Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	120
4.2 Η «σύγχρονη» Διδακτική των Φυσικών Επιστημών	126
4.3 Το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο	128
4.4.Το νέο πρόγραμμα σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία στην υποχρεωτική εκπαίδευση	130

4.5 Η θέση των Φυσικών Επιστημών στο σχολικό πρόγραμμα	134
4.6 AR και Φυσικές Επιστήμες	140
4.7 Η Φυσική στο πρόγραμμα σπουδών.....	141
4.8 Επιλογή διδακτικής ενότητας για την πιλοτική εφαρμογή AR	143
5. Μεθοδολογία	145
5.1 Σκοπός εργασίας.....	145
5.2 Ερευνητικά ερωτήματα	145
5.3 Σχεδιασμός εφαρμογής	146
5.3.1 Περιγραφή εφαρμογής.....	146
5.3.2 Ανάπτυξη εφαρμογής	147
6 ^ο Κεφάλαιο	180
6.1 Ανάλυση αποτελεσμάτων – Παρατηρήσεις.....	180
6.2 Προτάσεις για βελτίωση και μελλοντικές έρευνες.....	185
Βιβλιογραφία	188

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. L. Rosenberg (1992) - Virtual Fixtures.....	17
Εικόνα 2. L. F. Baum (1901).....	21
Εικόνα 3. Η μηχανή Sensorama	22
Εικόνα 4 Sword of Damocles © Harvard University.....	23
Εικόνα 5 Το ξίφος του Δαμοκλή, Sutherland (1968)	23
Εικόνα 6 Krueger, «Videoplace» (1974).....	23
Εικόνα 7 Krueger, «Videoplace» (1974).....	23
Εικόνα 8 Συσκευή EyeTap.....	24
Εικόνα 9 Συνεχές των Milgram & Kishino (1994)	25
Εικόνα 10 NaviCam (1995).....	26
Εικόνα 11 Σύστημα MARS, πηγή: Höllerer & Feiner, 2004	26
Εικόνα 12 D'Fusion Studio 3.2	27
Εικόνα 13 Περιήγηση με τον οδηγό Archeoguide	28
Εικόνα 14 Πρότζεκτ MARA.....	29
Εικόνα 15 Εφαρμογή MapLens	30
Εικόνα 16 Στιγμιότυπο Project Natal.....	31
Εικόνα 17 Συσκευή Kinect.....	31
Εικόνα 18 Google Project Glasses	32
Εικόνα 19 Microsoft Hololens (2015).....	33
Εικόνα 20 Microsoft HoloMaps	33

Εικόνα 21 Στιγμιότυπο παιχνιδιού Pokémon Go.....	34
Εικόνα 22 Snapchat με φίλτρο AR.....	34
Εικόνα 23 Στιγμιότυπο με το εργαλείο Lens Studio 2.1	35
Εικόνα 24 Marker based AR.....	41
Εικόνα 25 Marker less AR	42
Εικόνα 26 Location based AR	43
Εικόνα 27 Έξυπνα γυαλιά NuEyes	55
Εικόνα 28 Συσκευή AccuVein	56
Εικόνα 29 Project Vostars	56
Εικόνα 30 Στιγμιότυπο εφαρμογής ARnatomy	57
Εικόνα 31 Σύστημα Xvision της Augmedics.....	57
Εικόνα 32 Empowered Brain	58
Εικόνα 33 Σύστημα BARS	60
Εικόνα 34 Οθόνη Helmet-Mounted Display	61
Εικόνα 35 Στιγμιότυπο Smart Cam3D	62
Εικόνα 36 Στρατιώτες με το σύστημα IVAS.....	63
Εικόνα 37 Πρόγραμμα LifePlus	64
Εικόνα 38 Στιγμιότυπο Pret-a-Porte (2005)	65
Εικόνα 39 Passport to the Afterlife	65
Εικόνα 40 Στιγμιότυπο χρήσης συσκευής LOUPE.....	66
Εικόνα 41 Αναπαράσταση παλατιού.....	67

Εικόνα 42 Αναπαράσταση δομών της εποχής	67
Εικόνα 43 Αναπαράσταση λουτρών του Leicester.....	67
Εικόνα 44 Στιγμιότυπο εφαρμογής Streetmuseum Londinium	68
Εικόνα 45 Στιγμιότυπα εφαρμογής MusA	69
Εικόνα 46 Στιγμιότυπο εφαρμογής Greek Museum	70
Εικόνα 47 Στιγμιότυπο Jurassic Park Alive	73
Εικόνα 48 Στιγμιότυπο Army of Robots	73
Εικόνα 49 Στιγμιότυπο W.D	74
Εικόνα 50 Στιγμιότυπο Father.iO	74
Εικόνα 51 Virtual Catwalk App	76
Εικόνα 52 Στιγμιότυπο περιήγησης Man City	78
Εικόνα 53 Gucci AR App	78
Εικόνα 54 Hybrid AR App.....	79
Εικόνα 55 Στιγμιότυπο IKEA catalogue	80
Εικόνα 56 Στιγμιότυπο εκδήλωσης Rekorderlig	81
Εικόνα 57 Καμπάνια Pepsi	81
Εικόνα 58 City View AR.....	82
Εικόνα 59 Trimble SiteVision.....	83
Εικόνα 60 Γνωστικό μοντέλο για την πολυμεσική μάθηση	105
Εικόνα 61 Φάσεις Παραδοσιακού Μοντέλου Διδασκαλίας.....	117
Εικόνα 62 Φάσεις Ανακαλυπτικού Μοντέλου Διδασκαλίας	119

Εικόνα 63 Μοντέλο Driver & Oldham (1986)	121
Εικόνα 64 Φάσεις ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου	123
Εικόνα 65 Λογότυπο Blippar.....	143
Εικόνα 66 Στιγμιότυπο Blippar1	143
Εικόνα 67 Drag & Drop.....	144
Εικόνα 68 Περιβάλλον BlipparAR	144
Εικόνα 69 Κωδικός BlipparAR	145
Εικόνα 70 Τεστ Blippar	145
Εικόνα 71 Τρόπος λειτουργίας BlipparAR.....	146
Εικόνα 72 Λογότυπο Canvas.....	146
Εικόνα 73 Περιβάλλον Canvas	147
Εικόνα 74 Στιγμιότυπο εφαρμογής Canvas.....	147
Εικόνα 75 Λογότυπο Pixlr.....	148
Εικόνα 76 Περιβάλλον Pixlr	148
Εικόνα 77 Crossword λογότυπο	149
Εικόνα 78 Περιβάλλον Crossword Labs	149
Εικόνα 79 Λογότυπο Jigsaw planet.....	150
Εικόνα 80 Λογότυπο LunaPic.....	151
Εικόνα 81 Λογότυπο google form.....	151
Εικόνα 82 Περιβάλλον εργασίας εφαρμογής.....	152
Εικόνα 83 Λογότυπο Sketchfab.....	152

Εικόνα 84 Ενυατο λογότυπο	153
Εικόνα 85 WeVideo λογότυπο	153
Εικόνα 86 Περιβάλλον WeVideo.....	154
Εικόνα 87 ΦΕ-σ.1	155
Εικόνα 88 ΦΕ-σ.2	156
Εικόνα 89 Φ.Ε-σ.3	157
Εικόνα 90 Φ.Ε-σ.4	158
Εικόνα 91 Φ.Ε-σ.5	159
Εικόνα 92 Φ.Ε-σ.6	160
Εικόνα 93 Φ.Ε-σ.7	161
Εικόνα 94 Φ.Ε-σ.8	162
Εικόνα 95 Φ.Ε-σ.9	163
Εικόνα 96 Φ.Ε-σ.10	164
Εικόνα 97 Φύλλο παρατήρησης πειράματος	165

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας, ως μια σύγχρονη τεχνολογία, σε συνδυασμό με την εκπαίδευση και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να λειτουργήσουν προς ενίσχυση της διδασκαλίας στο δημοτικό. Ως εκ τούτου, διαιρείται σε δυο μέρη.

Το θεωρητικό κομμάτι εξετάζει την έννοια, την ιστορία, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα πεδία εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας, ενώ στη συνέχεια περιγράφονται οι θεωρίες μάθησης και η πορεία εξέλιξης της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Από τα παραπάνω, προκύπτει ο σχεδιασμός της πιλοτικής εφαρμογής, η οποία εμπλουτίζει με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας τη διδακτική ενότητα «Πεπτικό Σύστημα» της ε' τάξης και παρουσιάζεται ως πρότυπο για την ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών και την ανάδειξη τους σε πολύτιμο εκπαιδευτικό εργαλείο.

Η προτεινόμενη εφαρμογή στηρίζεται στο κονστрукτιβιστικό μοντέλο διδασκαλίας και την πολυμεσική θεωρία μάθησης του Mayer και μελετά τον κατάλληλο συνδυασμό στοιχείων, τα οφέλη του εκπαιδευτικού σχεδιασμού και τον τρόπο ενίσχυσης της αποτελεσματικότητας της προσθήκης της τεχνολογίας AR. Σκοπός αποτελεί να προσφέρει μια πολυμεσική εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας με τη χρήση του λογισμικού Blippar και να υπογραμμίσει την εκπαιδευτική ανάγκη ενός διαφοροποιημένου και ενισχυμένου τύπου περιεχομένου.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν αναφέρονται στη σημασία της διασφάλισης ποικιλίας οπτικών και λεκτικών στοιχείων για ένα δυναμικό περιβάλλον μάθησης, στην καλλιέργεια και ενδυνάμωση των γνωστικών, συναισθηματικών και ψυχοκινητικών δεξιοτήτων των μαθητών ως κύρια οφέλη και στην παγίωση των τεχνολογίας AR στη διδακτική πρακτική μέσα από τις σχεδιαστικές αρχές της πολυμεσικής μάθησης. Τέλος, η εργασία ολοκληρώνεται με προτάσεις βελτίωσης και μελλοντικής ερευνητικής συνέχια βάσει των αποτελεσμάτων που προηγήθηκαν.

Λέξεις-κλειδιά: επαυξημένη πραγματικότητα, εκπαίδευση, λογισμικό Blippar, πεπτικό σύστημα

Abstract

This paper examines the concept of augmented reality, as a modern technology, in conjunction with education and how it can work to enhance primary school teaching. Therefore, it is divided into two parts.

The theoretical part examines the concept of history, technical characteristics and fields of application of augmented reality, while then the learning theories and the evolution of the teaching of Natural Sciences are described. From the above, the design of the pilot application emerges, which enriches with augmented reality elements, the didactic unit "Digestive System" of the fifth grade that is presented as a model for the integration of new technologies and their emergence as a valuable educational tool.

The proposed application draws on constructivism teaching model and Mayer's multimedia learning theory and studies the appropriate combination of elements, the benefits of educational design and how to enhance the effectiveness of the addition of AR technology. The aim is to provide a multimedia augmented reality experience using Blippar software and to highlight the educational need for a differentiated and enhanced content type.

The results refer to the importance of ensuring a variety of visual and verbal elements for a dynamic learning environment, to cultivate and enhance students' cognitive, emotional and psychomotor skills as main benefits and to consolidate AR technology in teaching practice through design principles of multimedia learning. Finally, the work is completed with suggestions for improvement and future research follow-up based on the previous results.

Keywords: augmented reality, education, Blippar software, digestive system

«Η επαυξημένη πραγματικότητα, σε αντίθεση με την εικονική, επιτρέπει στα άτομα να είναι παρόντα στον κόσμο. Οι περισσότεροι άνθρωποι δεν θέλουν να κλειδωθούν από τον κόσμο για μεγάλο χρονικό διάστημα, απεναντίας, όμως, με την AR οι ψηφιακές πληροφορίες συνιστούν μέρος του πραγματικού κόσμου. Το θεωρώ μεγάλη ιδέα εξίσου σημαντική με το smartphone· είναι για όλους. [...] Νομίζω ότι η AR είναι κάτι τόσο μεγάλο, είναι τεράστιο».

Timothy Donald (“Tim” Cook), Apple CEO
in “The Independent” (10/02/2017)

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Δημόσιος Λόγος και Ψηφιακά Μέσα» της Σχολής Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2019-2020.

Σκοπός της αποτελεί η σύζευξη και συσχέτιση των εννοιών της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας και της εκπαίδευσης μέσα από τη δημιουργία μιας πιλοτικής εφαρμογής για την ενίσχυση και υποβοήθηση της διδακτικής πράξης στα γνωστικά αντικείμενα του δημοτικού σχολείου. Πρόκειται για μια πρόταση στα τεκταινόμενα του ελληνικού συστήματος εκπαίδευσης για το πώς η επαυξημένη πραγματικότητα, ως μια αναδύομενη τεχνολογία, μπορεί να ενταχθεί και να επηρεάσει θετικά εκπαιδευτικούς και μαθητές, μέσα από μια προτεινόμενη πιλοτική εφαρμογή, η οποία ως οδηγός-πρότυπο εμπλουτίζει με ενισχυμένες δυνατότητες τη μαθησιακή διδασκαλία μέσα από την υπέρθεση ψηφιακών πληροφοριών στο πραγματικό περιβάλλον.

Για την επίτευξη των παραπάνω, η διαφοροποιημένη -για την ελληνική εκπαίδευση- διδασκαλία και οι αντίστοιχες προσεγγίσεις που συνοδεύουν το πρακτικό μέρος της διπλωματικής εργασίας στηρίχθηκαν στις σχεδιαστικές αρχές της πολυμεσικής μάθησης και στο κονστрукτιβιστικό μοντέλο διδασκαλίας, με ιδιαίτερη μνεία στο μοντέλο των Driver & Oldham (1986).

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα, όμως, επικεντρώνεται στο πως μπορούν να συνδυαστούν αποτελεσματικά τα πολυμεσικά στοιχεία με την επαυξημένη πραγματικότητα και ποια οφέλη απορρέουν από τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό μιας τέτοιας συσχέτισης.

Για την τήρηση αλληλουχίας και ορθής σύνδεσης των υπό μελέτη εννοιών, η εργασία εφαρμόζει την ακόλουθη δομή:

Το 1^ο κεφάλαιο εξετάζει την έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας και την ειδοποιό διαφορά της από την εικονική και κατόπιν παρατίθεται η ιστορική της αναδρομή. Επίσης, πραγματεύεται τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, τις δυνατότητες και τους τύπους της, ενώ ολοκληρώνεται αναπτύσσοντας τα πεδία στα οποία βρίσκει εφαρμογή.

Στο 2^ο κεφάλαιο επιχειρείται η σύνδεση της επαυξημένης πραγματικότητας με την κινητή μάθηση και εν συνεχεία παρουσιάζονται οι έρευνες για την παιδαγωγική αξιοποίηση της. Συγχρόνως, γίνεται εκτενής αναφορά στις εφαρμογές της AR στον τομέα της εκπαίδευσης και εξετάζονται τα εμπόδια και οι περιορισμοί που συναντά.

Το 3^ο μέρος καλύπτει το θεωρητικό πλαίσιο, όπου αναλύονται οι θεωρίες μάθησης βάσει των οποίων σχεδιάστηκε η πιλοτική εφαρμογή, ενώ το 4^ο επικεντρώνεται στη θέση και τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Αρχικά, γίνεται αναφορά στην πορεία εξέλιξης των ρευμάτων που επηρέασαν τις Φ.Ε, στη σχέση τους με την τεχνολογία και το πλαίσιο διδασκαλίας τους στην εκπαίδευση και στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών. Ακόμη, υπογραμμίζεται η ανάγκη αξιοποίησης της επαυξημένης πραγματικότητας στον τομέα των Φ.Ε και τέλος γίνεται επιλογή της διδακτικής ενότητας στην οποία θα βασιστεί η πιλοτική εφαρμογή.

Το 5^ο κεφάλαιο εμπεριέχει τη μεθοδολογία και το ερευνητικό πλαίσιο, αναλύονται οι συνδυασμοί διερεύνησης και περιγράφεται η ανάπτυξη, ο σχεδιασμός και η στοχοθεσία της εφαρμογής. Καταληκτικά, η περάτωση της διπλωματικής εργασίας διεξάγεται στο 6^ο κεφάλαιο, όπου επιχειρείται η ανάλυση και η κριτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων αναφορικά με τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν και επιπλέον παρατίθενται κάποιες συμπερασματικές παρατηρήσεις. Τέλος, περιλαμβάνονται προτάσεις για βελτίωση και για μελλοντικές έρευνες.

1^οΚεφάλαιο

1.1 Ορισμός Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ)

Ο όρος «επαυξημένη πραγματικότητα», ο οποίος θα απασχολήσει το ενδιαφέρον μας, ως κύρια θεματική της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εμφανίστηκε και νοηματοδοτήθηκε πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του 1990 από τους ερευνητές Tom Caudell και David Mizell.

Οι Caudell και Mizell εργάζονταν στην αμερικάνικη εταιρεία Boeing και στα πλαίσια ενός έργου της εταιρείας για τα Προσαρμοστικά Νευρωνικά Συστήματα Υπηρεσιών Υπολογιστών επεδίωξαν να βελτιώσουν την κατασκευή των αεροσκαφών της δημιουργώντας ένα σύστημα προβολής εικονικών πληροφοριών, το διευκόλυνε τους εργάτες στις σύνθετες συνδέσεις των καλωδίων των αεροσκαφών (Caudell&Mizell, 1992).

Σύμφωνα, μάλιστα, με τον ίδιο τον T.Caudell η επαυξημένη πραγματικότητα φαίνεται να είναι « η αλληλεπίδραση των πολύ βελτιωμένων γραφικών, του ήχου και άλλων αισθήσεων σε ένα πραγματικό περιβάλλον και σε πραγματικό χρόνο» (Cassella, 2009).

Μάλιστα, το 1992, ο Luis Rosenberg ανέπτυξε ένα από τα πρώτα λειτουργικά συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας (AR), το Virtual Fixtures, το οποίο αξιοποιήθηκε στον τομέα της εκπαίδευσης των πιλότων της Πολεμικής Αεροπορίας, προσφέροντας βοηθητικές – για τον χρήστη/χειριστή – υποδείξεις.



Εικόνα 1. Rosenberg (1992) - Virtual Fixtures

Λίγο αργότερα, οι P. Milgram, H.Takemura, A. Utsumi και F.Kishino διατύπωσαν το 1994 δυο διαφορετικές προσεγγίσεις σχετικά με τον υπό μελέτη όρο. Σύμφωνα με την ευρεία προσέγγιση, υποστηρίζουν πως η επαυξημένη

πραγματικότητα «επαυξάνει την φυσική ανάδραση του χρήστη με προσομοίωση συναισθήματος», εμπλουτίζει δηλαδή τον πραγματικό κόσμο με εικονικά στοιχεία.

Εντούτοις, η περιορισμένη προσέγγιση προσανατολίζεται περισσότερο και υπογραμμίζει τις τεχνολογικές πτυχές της. Με αυτόν τον τρόπο, υιοθετεί μια μορφή απεικόνισης του εικονικού κόσμου, ο οποίος, με την τοποθέτηση διαφανών οθόνων στο κεφάλι του χρήστη, του αποκαλύπτει ταυτόχρονα μίαν εναργή εικόνα του πραγματικού κόσμου (Milgram et al., 1994, σελ. 283).

Εξίσου σπουδαίοι ερευνητές, όπως ο Ronald Azuma (1997), κατέληξαν ότι η επαυξημένη πραγματικότητα παρουσιάζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: απαντάται σε ένα συνεχές πραγματικότητας-εικονικότητας μεταξύ πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος, χαρακτηρίζεται από το συνδυασμό των παραπάνω στοιχείων (εικονικών-πραγματικών), τα οποία βρίσκονται σε άμεση διάδραση και αρμονία τόσο μεταξύ τους αλλά και με τον χρήστη σε πραγματικό χρόνο και ενσωματώνονται σε τρισδιάστατο περιβάλλον, με την πληροφορία να χωροθετείται άρτια σε αυτό (Azuma, Behringer, Feiner, Julier, & Macintyre, 2001).

Οι τελευταίοι, όρισαν την επαυξημένη πραγματικότητα ως το σύστημα που στοχεύει στην ενίσχυση της αλληλεπίδρασης του χρήστη με τον πραγματικό κόσμο με την προσθήκη εικονικών 3D αντικειμένων δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο ότι λειτουργεί συμπληρωματικά προς τον πραγματικό κόσμο αλλά δεν τον υποκαθιστά.

Η άποψη ότι δεν πρέπει να ορίσουμε την επαυξημένη πραγματικότητα αυστηρά και περιορισμένα φαίνεται να κυριαρχεί και στις απόψεις των Klopfer και Squire (2008), οι οποίοι την αντιμετωπίζουν ως μια κατάσταση *«κατά την οποία ένα πλαίσιο του πραγματικού κόσμου επικαλύπτεται δυναμικά με φυσική θέση ή με εικονικές πληροφορίες»* και η οποία *«θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε τεχνολογία που συνδυάζει πραγματικές και εικονικές πληροφορίες με ουσιαστικό τρόπο»* (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013, σελ. 205).

Ακολούθως, η ενισχυμένη πραγματικότητα δύναται να προσφέρει στους χρήστες εμπυθιστικές εμπειρίες με τη μεσολάβηση τεχνολογίας, στις οποίες αναμειγνύεται ο πραγματικός με τον εικονικό κόσμο (Klopfer&Sheldon, 2010) και η

αλληλεπίδραση και η εμπλοκή των χρηστών επαυξάνονται (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009).

Το 2012 οι Kirper και Rampola διευρύνουν τον παραπάνω ορισμό αντιμετωπίζοντας την επαυξημένη πραγματικότητα ως τον ενδιάμεσο χώρο μεταξύ της συνθετικής αναπαράστασης ενός περιβάλλοντος και του πραγματικού κόσμου καθιστώντας την πληροφορία υπαρκτή στο οπτικό φάσμα του χρήστη σε πραγματικό χρόνο και οποιοδήποτε χώρο, κυρίως με τη χρήση φορητών συσκευών.

Στο ίδιο πλαίσιο της σημαντικής συμβολής των τεχνολογικών μέσων, ο M.Dunleavy (2014) διατυπώνει με τον όρο επαυξημένη πραγματικότητα την τεχνολογία που αξιοποιεί πλήρως τα υπολογιστικά συστήματα προσφέροντας στον χρήστη τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσει με το σύνολο των ψηφιακών πληροφοριών που οπτικοποιείται στο φυσικό του περιβάλλον.

Με βάση τους παραπάνω ορισμούς, διαπιστώνουμε ότι η επαυξημένη πραγματικότητα εφάπτεται στην επιστήμη του πεδίου της πληροφορικής και αναφέρεται σε μια νέα τεχνολογία που ενσωματώνει- σε πραγματικό περιβάλλον και χρόνο- πρόσθετη πληροφορία και υλικό ψηφιακού τύπου με τη χρήση κατάλληλων μέσων όπως κείμενο, γραφικά (και 3D), βίντεο (Higgett et al., 2016), εικόνα ή ήχο.

Ο χρήστης προσλαμβάνει μέσω των αισθήσεων του τα παραπάνω στοιχεία και αλληλεπιδρά με αυτά, με τον ίδιο τρόπο που θα το επιτύγχανε και με την απουσία της, αποκτώντας, τελικά, μια εμπειρία ενισχυμένης πραγματικότητας.

1.2 Ιστορική αναδρομή Επαυξημένης Πραγματικότητας

1.2.1 Διαφοροποίηση επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality) προήλθε ως ιδέα από την εικονική (Virtual Reality), με την τελευταία να προηγείται ιστορικά και ως εκ τούτου να αποτελεί η μια συνέχεια της άλλης.

Η έννοια της εικονικής πραγματικότητας πρωτοεμφανίστηκε το 1860, ενώ η επαυξημένη πραγματικότητα παρουσιάστηκε με διαφορά μισού αιώνα αργότερα, περίπου το 1900. Πολλές φορές, οι παραπάνω τεχνολογίες τείνουν να συγχέονται και να μην είναι διακριτές οι μεταξύ τους διαφορές. Για το λόγο αυτό, η διαφοροποίηση των όρων προκρίνεται σημαντική.

Και στις δυο περιπτώσεις, κοινό παρονομαστή αποτελεί η εμπύθιση του χρήστη σε ένα τεχνητό περιβάλλον, το οποίο έχει σχεδιαστεί από μια υπολογιστική μονάδα. Ο τρόπος με τον οποίο τα εν λόγω συστήματα επιτυγχάνουν το στόχο τους αποτελεί και την ειδοποιό διαφορά τους.

Η εικονική πραγματικότητα στοχεύει στην πλήρη εμπύθιση του χρήστη σε ένα αλληλεπιδραστικό, τρισδιάστατο, ψηφιακό περιβάλλον, το οποίο είναι απομονωμένο από την πραγματικότητα και ελεγχόμενο από τον υπολογιστή. Με αυτόν τον τρόπο, ο χρήστης προσλαμβάνει εικόνες τις οποίες παράγει εξολοκλήρου ο υπολογιστής.

Απεναντίας, η επαυξημένη πραγματικότητα συνδυάζει τον πραγματικό κόσμο με εικονικά αντικείμενα και πληροφορίες και στοχεύει τελικά στη μη διάκριση από τον χρήστη της διαφοράς μεταξύ πραγματικού περιβάλλοντος και οπτικής επαύξεσης.

Οι πληροφορίες οι οποίες επαυξάνονται στο πραγματικό περιβάλλον είναι διαδραστικές και τρισδιάστατες (Fuhrt, 2011) και σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα, το πραγματικό περιβάλλον δεν υποκρύπτεται, αλλά κυριαρχεί.

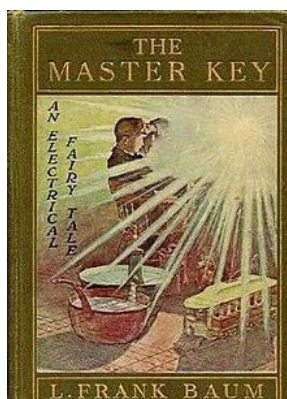
Σύμφωνα άλλωστε με τον Milgram (1994), η διαφοροποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας έγκειται στο ότι *«συμπληρώνει το πραγματικό περιβάλλον, δεν το αντικαθιστά, και γίνεται αντιληπτό από τον χρήστη όχι μόνο μέσω της όρασης, αλλά και μέσω των υπόλοιπων αισθήσεων»*.

Ακολούθως, ο χρήστης πιστεύει πως λειτουργεί σε έναν αδιαίρετο πραγματικό κόσμο, όπου διατηρεί και την εικόνα του περιβάλλοντός του.

1.2.2 Ιστορική αναδρομή

Η ιδέα της επαυξημένης πραγματικότητας διατυπώθηκε αρχικά από τον συγγραφέα L. Frank Baum το 1901 και πραγματευόταν ένα είδος ηλεκτρονικών γυαλιών (character markers), των οποίων αναφορές γίνονται στα βιβλία του «*The wonderful wizard of Oz*» και «*The Master Key: An Electrical FairyTale*» (Geroimenko, 2012).

Στο πρώτο βιβλίο, περιγράφεται μια «σμαραγδένια» πόλη, όπου με τη χρήση γυαλιών μπορούσε να εμφανιστεί ένας φανταστικός χαρακτήρας με αλλιότικη μορφή. Στο άλλο, γίνεται αναφορά σε μια φανταστική συσκευή, δηλαδή σε ένα είδος ηλεκτρονικών γυαλιών, τα οποία δίνουν πληροφορίες σε όποιον τα φοράει σχετικά με την προσωπικότητα και το χαρακτήρα των ατόμων που υπάρχουν γύρω του.



Εικόνα 2. L. F. Baum
(1901)

Αργότερα, κατά τη δεκαετία του 1950, αναπτύσσεται στη βιομηχανία του κινηματογράφου η πρώτη μορφή επαυξημένης πραγματικότητας από τον Αμερικάνο πρωτοπόρο Molton Heilig. Ο ίδιος σχεδίασε έναν προσομοιωτή με γραφικά, ήχο, δόνηση και οσμές, τον οποίο ονόμασε Sensorama και αποτέλεσε ένα από τα παλαιότερα, γνωστά παραδείγματα της εμβληματικής, πολυαισθητηριακής τεχνολογίας (γνωστής στις μέρες μας και ως πολυτροπικής).



Εικόνα 3. Η μηχανή
Sensorama

Το 1960 ο πληροφορικός και ερευνητής Ivan Sutherland παρουσίασε μαζί με τους μαθητές του στο πανεπιστήμιο του Harvard και της Utah ένα πρώτο δείγμα πρωτότυπων συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας.

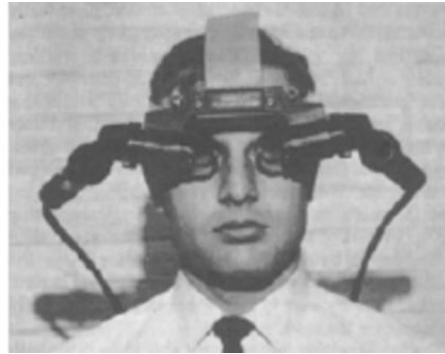
Τα συστήματα αυτά απεικόνιζαν 3D γραφικά και παρείχαν τη δυνατότητα θέασης δια μέσου αυτών καθώς χρησιμοποιούσαν μια οπτικά διαπερατή οθόνη προβολής, η οποία τοποθετούταν στο κεφάλι (Krevelen&Poelman, 2010).

Το 1968 ο Sutherland δημιούργησε «Το ξίφος του Δαμοκλή/ Sword of Damocles», που συνιστούσε ένα είδος head-mounted display (HMD), το οποίο αναγνωρίζεται από πολλούς ως το πρώτο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας (Kipper&Rampolla, 2013).

Πρόκειται για μια καινοτόμα- για την εποχή- ογκώδη συσκευή τρισδιάστατης απεικόνισης, η οποία τοποθετούνταν στο κεφάλι του χρήστη με καλώδια, τα οποία κρεμόταν από την οροφή ενός δωματίου με σκοπό την επαύξηση του πραγματικού του περιβάλλοντος με εικονικές πληροφορίες (Sutherland, 1968). Μάλιστα, η τρισδιάστατη εικόνα έτεινε να αλλάξει καθώς ο χρήστης κουνά το κεφάλι του ή κινείται σε μια διαφορετική θέση (Νικολαΐδης, 2003).



Εικόνα 5 Το ξίφος του Δαμοκλή, Sutherland (1968)



Εικόνα 4 Sword of Damocles © Harvard University

Στις επόμενες δυο δεκαετίες που ακολούθησαν (1970-1980), η έρευνα αναφορικά με την επαυξημένη πραγματικότητα συνεχίζει να διεξάγεται από ερευνητικά δομές όπως το εργαστήριο Armstrong της πολεμικής αεροπορίας των ΗΠΑ, το ερευνητικό κέντρο Ames της Nasa, το ινστιτούτο τεχνολογίας της Μασαχουσέτης και το πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας στο Chapel Hill.

Μάλιστα, το 1975, ο Myron Krueger, ένας από τους πρωτοπόρους της εικονικής πραγματικότητας σχεδίασε ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας, το οποίο παρείχε για πρώτη φορά στους χρήστες τη δυνατότητα αλληλοεπίδρασης με εικονικά αντικείμενα. Το νέο τότε λογισμικό ονομάστηκε Videoplace (Kipper&Rampolla, 2013).



Εικόνα 7 Krueger, «Videoplace» (1974)



Εικόνα 6 Krueger, «Videoplace» (1974)

Το 1984, ο Καναδός μηχανικός και εφευρέτης Steve Mann δημιούργησε το EyeTap, την πρώτη φορητή υπολογιστική συσκευή που τοποθετείται μπροστά από το μάτι και διαθέτε κείμενο και γραφικές επικαλύψεις σε επαυξημένη πραγματικότητα.



Εικόνα 8 Συσκευή EyeTap

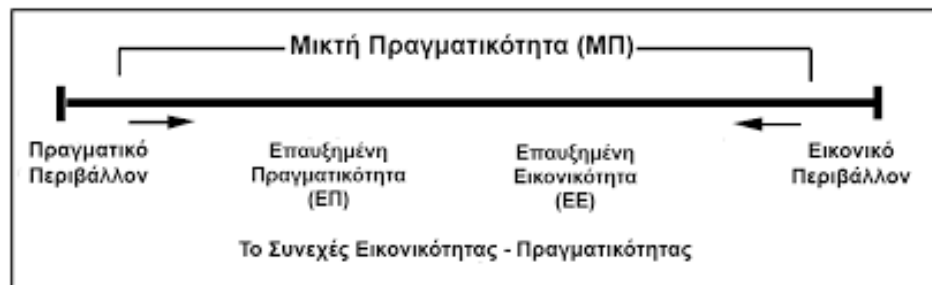
Κατά την περίοδο αυτή, αρχίζουν να εμφανίζονται οι πρώτες κινητές συσκευές (Sony Walkman, 1979), τα ψηφιακά ρολόγια και οι προσωπικές ψηφιακές ατζέντες (organisers), οδεύοντας σταδιακά προς τους φορητούς υπολογιστές.

Επιπρόσθετα, εμφανίστηκαν οι πρώτοι υπολογιστές παλάμης όπως το Psion I (1984), το Apple Newton MessagePad (1993) και το Palm Pilot (1996) και δημιουργήθηκαν έτσι πολλές κινητές πλατφόρμες, οι οποίες μπορούν μέχρι τις μέρες μας να υποστηρίξουν τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας. (Krevelen&Poelman, 2010)

Από το 1990, η επαυξημένη πραγματικότητα απέκτησε ευρύτερο ενδιαφέρον καθώς τότε ο όρος καθιερώθηκε επίσημα από τους επιστήμονες Tom Caudell και David Mizell. Μέχρι τότε, δεν είχε ακόμα γίνει αντικείμενο μελέτης ιδιαίτερα στις κινητές συσκευές, ωστόσο στα μέσα της δεκαετίας αναπτύχθηκε ένα υπαίθριο σύστημα που βασίζονταν στο GPS (Global Positioning System) και το οποίο παρείχε βοήθεια πλοήγησης σε άτομα με προβλήματα όρασης με τη χρήση χωρικών ακουστικών επικαλύψεων.

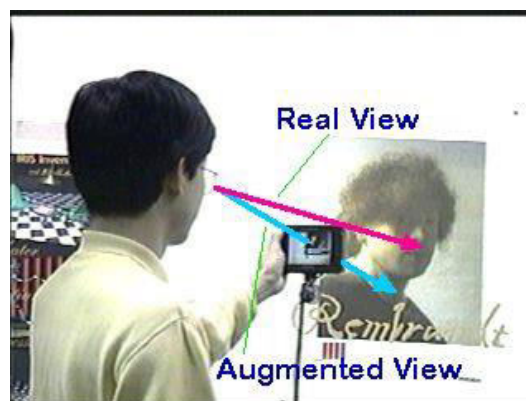
Εφεξής, ολοένα και περισσότερες έρευνες και νέες καινοτόμες εφαρμογές ακολούθησαν και έγιναν ευρέως γνωστές.

Το 1992, οι Feiner, Macintyre και Selligmann παρουσίασαν επίσημα το πρώτο άρθρο πάνω στα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας, ενώ το 1994, ο Paul Milgram έκανε λόγο αναφορικά με το συνεχές εικονικότητας-πραγματικότητας (που καλείται και συνεχές επαυξημένης πραγματικότητας).



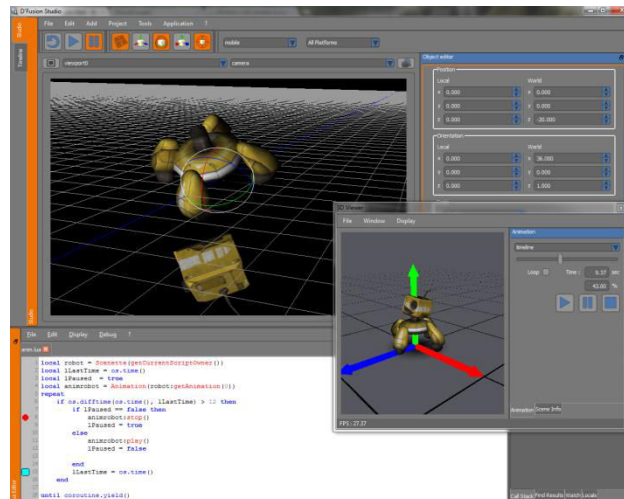
Εικόνα 9 Συνεχές των Milgram & Kishino (1994)

Το 1995, ο Jun Rekimoto σχεδίασε και κοινοποίησε το πρώτο σύστημα χειρός ενισχυμένης πραγματικότητας, με δυνατότητα μεταφοράς. Ονομάστηκε NaviCam (NAVIGATION CAMera) και χρησιμοποιούσε έγχρωμους επίπεδους στόχους. Στη συνέχεια, το 1996 δημιούργησε ένα 2D barcode σύστημα, το CyberCode, με τη βοήθεια τετράγωνων markers δύο διαστάσεων, τα οποία αξιοποιούνται μέχρι και σήμερα.



Εικόνα 10 NaviCam (1995)

Διεξοδική έρευνα περί της επαυξημένης πραγματικότητας δημοσιεύτηκε από τον Ronald Azuma το 1997, ενώ την ίδια περίοδο οι Steve Feiner et al. σχεδίασαν ένα από τα πρώτα συστήματα κινητής επαυξημένης πραγματικότητας (MARS), που χρησιμοποιώντας διαφορετικές διεπαφές χρηστών τους επέτρεπε να έχουν πρόσβαση και να διαχειρίζονται πληροφορίες που καταχωρούνται χωρικά στον πραγματικό κόσμο.



Εικόνα 11 Σύστημα MARS, πηγή: Höllerer & Feiner, 2004

Το 1999 ιδρύθηκε η γαλλική εταιρεία Total Immersion με αντικείμενο την ανάπτυξη λύσεων ενισχυμένης πραγματικότητας. Σύντομα, δημιούργησε την τεχνολογία D' Fusion Studio, η οποία «ενσωμάτωνε διαδραστικά 3D γραφικά σε ροή βίντεο πραγματικού χρόνου» (Sterling, B., 2009) και ουσιαστικά προσέφερε στους χρήστες επιλογές μέσα από ποικιλία εργαλείων για τη σχεδίαση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας.



Εικόνα 12 D'Fusion Studio 3.2

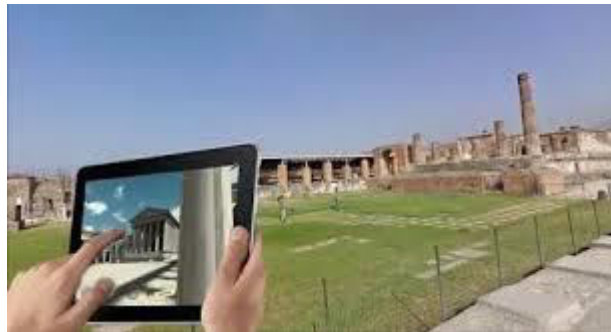
Σύντομα, γνωστές άρχισαν να γίνονται οι βιβλιοθήκες λογισμικού για την ανάπτυξη εφαρμογών AR, όπως η ανοιχτού κώδικα ARToolKit, την οποία σύστησε ο Hirocazu Kato από το εργαστήριο HIT Lab (Human Interface Technology Laboratory) του Πανεπιστημίου της Washington.

Με τη χρήση αλγορίθμων, η ARToolKit πρόσφερε τη δυνατότητα λήψης βίντεο και εισαγωγής εικονικά τρισδιάστατα μοντέλα σε πραγματικό χρόνο πάνω σε φυσικούς δείκτες που υπολόγιζαν την πραγματική θέση και τον προσανατολισμό της κάμερας. Κατά συνέπεια, κατέστη εφικτή η ταχεία δημιουργία εφαρμογών AR χάρη στο ελεύθερο διαθέσιμο λογισμικό εργαλείων.

Οδεύοντας προς τη νέα χιλιετία, η Επαυξημένη Πραγματικότητα αποτέλεσε ιδιαίζον πεδίο στον τομέα της επιστημονικής έρευνας, αποκτώντας ολοένα και μεγαλύτερη δημοτικότητα. Συστάθηκε πληθώρα συνεδρίων όπως το Διεθνές Εργαστήριο και το Συμπόσιο για την Επαυξημένη Πραγματικότητα, το Διεθνές Συμπόσιο για την Μεικτή Πραγματικότητα και το συνέδριο για το Σχεδιασμό Περιβαλλόντων Επαυξημένης Πραγματικότητας αλλά και οργανώσεων όπως το Εργαστήριο Συστημάτων Μεικτής Πραγματικότητας (MRLab) στο Νότινχαμ και η Κοινοπραξία της Arvika στη Γερμανία.

Οι Gerhard Reitmayr και Dieter Schmalstieg το 2001 ανέπτυξαν ένα κινητό σύστημα Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) για πολλαπλούς χρήστες. Για την επίτευξη του συνδύασαν τις τεχνολογίες της επαυξημένης πραγματικότητας, του mobile computing που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα του τόπου σε οποιαδήποτε στιγμή και τέλος της συνεργασίας των χρηστών με την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή ως μέσο για την επικοινωνία των χρηστών.

Παράλληλα, οι Vlahakis et al. δημιούργησαν έναν οδηγό επαυξημένης πραγματικότητας με δυνατότητα περιηγήσεων και ανακατασκευής υπαίθριων αρχαιολογικών χώρων (Vlahakis et al., 2001· Vlahakis et al., 2002), που ονομάστηκε «Archeoguide» (Augmented Reality based Cultural Heritage On-Site GUIDE). Ο οδηγός στόχευε στη γεφύρωση του χάσματος ανάμεσα στην αναψυχή, την εκπαίδευση και την επιστημονική έρευνα. Το Archeoguide δημιουργήθηκε στα πλαίσια ενός ευρωπαϊκού έργου εφαρμοσμένης έρευνας με χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και εφαρμόστηκε στον ιστορικό χώρο της Αρχαίας Ολυμπίας, περιλαμβάνοντας περιβάλλον πλοήγησης, τρισδιάστατα μοντέλα και χαρακτήρες (avatar).



Εικόνα 13 Περιήγηση με τον οδηγό Archeoguide

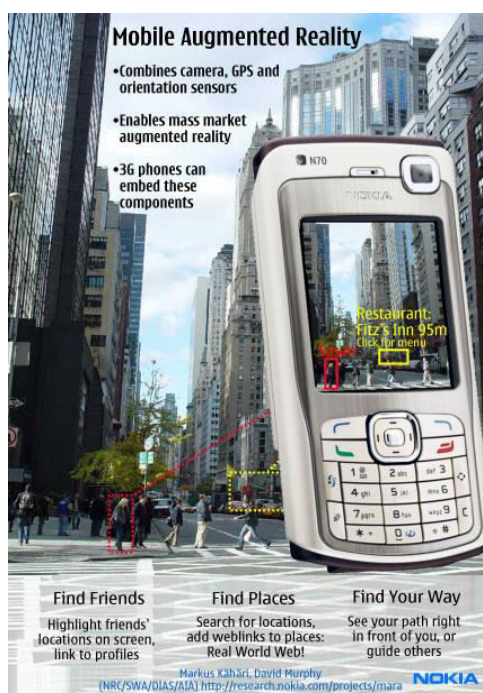
Έπειτα, οι Bob Kooper και Blair MacIntyre παρουσίασαν το πρώτο πρόγραμμα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας (AR Browser), το Real-World Wide Web (RWW), σύστημα που «λειτουργούσε ως μια διεπαφή Επαυξημένης Πραγματικότητας στον Παγκόσμιο Ιστό (Kipper&Rampolla, 2013)».

Το 2004, ο Mathias Mohring παρουσίασε το πρώτο σύστημα εντοπισμού τρισδιάστατων δεικτών σε κινητά τηλέφωνα καταναλωτών. Το εν λόγω σύστημα επέτρεψε την ανίχνευση και τη διαφοροποίηση διαφορετικών τρισδιάστατων δεικτών και τη σωστή ενσωμάτωση των 3D γραφικών σε βίντεο ζωντανής ροής.

Το 2006, οι ερευνητές της Nokia παρουσιάζουν το πρότζεκτ MARA (Mobile Augmented Reality Applications) ως ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας που χρησιμοποιεί πολύ-αισθητήριες λειτουργίες και έχει σχεδιαστεί για να

αναγνωρίζει φυσικά αντικείμενα τα οποία αναπαράγονται στην οθόνη του κινητού τηλεφώνου.

Η νέα και διαφορετική εφαρμογή επικάλυπτε τη διαρκή ροή εικόνων που είχαν ληφθεί από την κάμερα με γραφικά και κείμενο σε πραγματικό χρόνο, σχολιάζοντας το περιβάλλον του χρήστη (Kipper & Rampolla, 2013).



Εικόνα 14 Πρότζεκτ MARA

Η αυστριακή εταιρεία Mobilizy εφαρμόζει για πρώτη φορά το 2008 τη Wikitude, ένα από τα κορυφαία προγράμματα περιήγησης AR στην Ευρώπη. Η Wikitude είναι στον πυρήνα της μια πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών τεχνολογίας AR για κινητές συσκευές, η οποία δημιουργεί και προσφέρει περιεχόμενο και εμπειρίες επαυξημένης πραγματικότητας βάσει τοποθεσίας (GPS, Wifi, πυξίδα). Απευθύνεται σε προγραμματιστές και αποτελεί μια από τις πρώτες εφαρμογές AR που αξιοποίησε την επαυξημένη πραγματικότητα βάσει γεωγραφικής τοποθεσίας χρήστη.

Το 2009 αποτελεί μια χρονιά που σηματοδοτείται από σειρά γεγονότων. Οι Morrison et al. παρουσιάζουν την εφαρμογή MapLens, έναν κινητό χάρτη

επαυξημένης πραγματικότητας που λειτουργεί με κάμερα και GPS. Η εφαρμογή επιτρέπει τη μελέτη φυσικών χαρτών μέσω της κάμερας του κινητού τηλεφώνου με ψηφιακές πληροφορίες που επικαλύπτονται στην κορυφή της προβολής και έχει χρησιμοποιηθεί σε παιχνίδια περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης ως εργαλείο ανάμειξης φυσικής και εικονικής πραγματικότητας.



Εικόνα 15 Εφαρμογή MapLens

Επιπλέον, ο Sean White συστήνει το SiteLens ένα φορητό σύστημα AR με GPS, κάμερα και ενσωματωμένους αισθητήρες, το οποίο δημιουργεί "τοποθετημένες απεικονίσεις" και χρησιμοποιείται κυρίως στον αστικό και πολεοδομικό σχεδιασμό.

Αντίστοιχα, την ίδια χρονιά η ολλανδική εταιρεία SPRXmobile φέρνει στην αγορά το Layar, άμεσο ανταγωνιστή της Mobilizy . Το Layer ήταν εξίσου ένα πρόγραμμα περιήγησης AR που συγκέντρωνε δεδομένα από τις συντεταγμένες του GPS και την πυξίδα του κινητού για καταγραφή και χρησιμοποιούσε μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα.

Αναμφισβήτητα, η αρχή της επόμενης δεκαετίας επέτρεψε την άνθιση της έρευνας αναφορικά με το πεδίο της επαυξημένης πραγματικότητας με αποτέλεσμα εταιρείες κολοσσοί παγκοσμίως όπως η Microsoft, η Google, το Facebook, η Qualcomm να επενδύουν συστηματικά σε αυτήν.

Η εταιρεία Microsoft παρουσίασε το 2009 το "Project Natal" στην ετήσια εμπορική έκθεση βιομηχανίας βιντεοπαιχνιδιών Electronic Entertainment Expo (E3). Αποτέλεσε την πρώτη έκδοση μιας νέας διεπαφής υλικού, που περιείχε τεχνολογία ανίχνευσης κίνησης, μικρόφωνο, έγχρωμη κάμερα και λογισμικό. Το 2010 συνεργάστηκε επίσημα με την ισραηλινή εταιρεία Primesense και λάνσαραν τη

συσκευή Kinect, η οποία τέθηκε ως βάση για την επακόλουθη ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (Zhang, 2012).



Εικόνα 16 Στιγμιότυπο Project Natal



Εικόνα 17 Συσκευή Kinect

Επίσης, η Apple κυκλοφόρησε το iPad, το οποίο έγινε ο πρώτος υπολογιστής tablet που υιοθετήθηκε από το ευρύ κοινό και περιελάμβανε ένα βοηθητικό GPS, επιταχυνσιόμετρα, μαγνητόμετρα, προηγμένα γραφικά, παρέχοντας τις δυνατότητες δημιουργία αποτελεσματικών AR εφαρμογών.

Το 2012 παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά στο κοινό τα Google Project Glasses της ομώνυμης εταιρείας Google. Επρόκειτο για ένα οπτικό ΗΔΜ, έναν "υπολογιστή που φοριέται" (wearable computer) και είχε το σχήμα ενός ζευγαριού γυαλιών. Στη θέση των γυάλινων φακών διέθετε μια οθόνη στο ύψος του δεξιού ματιού και χάριζε μια εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας.



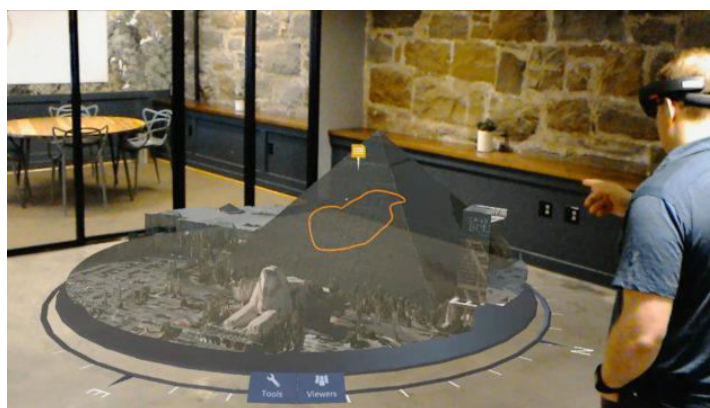
Εικόνα 18 Google Project Glasses

Η Microsoft ανακοινώνει το 2015 την κατασκευή του HoloLens, ενός ζευγαριού smartglasses, το οποίο συνδυάζει την εικονική με την επαυξημένη πραγματικότητα. Το HoloLens αποτελεί μια πλήρη μονάδα προβολής, η οποία προσαρμόζεται στο κεφάλι του χρήστη και περιλαμβάνει διάφορους αισθητήρες και επεξεργαστές αλλά και ειδικά διαμορφωμένα ηχεία που δεν εμποδίζουν τους εξωτερικούς ήχους, επιτρέποντας στον χρήστη να ακούει εικονικούς ήχους μαζί με το πραγματικό περιβάλλον. Μάλιστα, το Φεβρουάριο του 2019 ανακοινώθηκε, η επερχόμενη έλευση του Microsoft HoloLens 2.



Εικόνα 19 Microsoft HoloLens (2015)

Το 2016 οι προγραμματιστές της εταιρείας Taqtile εμπλουτίζουν την κοινότητα του HoloLens για λογαριασμό της Microsoft με την προσθήκη της εφαρμογής HoloMaps. Το HoloMaps είναι η πρώτη εφαρμογή VR και AR για πλοήγηση σε ένα τρισδιάστατο ολογραφικό χάρτη, ενώ ταυτόχρονα επικαλύπτει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Ακολούθως, κάθε χρήστης με εγκατεστημένη την πλατφόρμα HoloLens μπορούσε να κατεβάσει δωρεάν το HoloMaps στο Microsoft Windows Store.

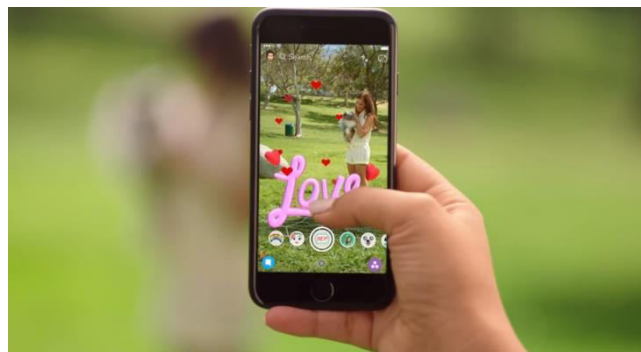


Εικόνα 20 Microsoft HoloMaps

Ένα από τα πιο διαδεδομένα παραδείγματα αξιοποίησης της επαυξημένης πραγματικότητας και των νέων τεχνολογιών είναι αυτό του παιχνιδιού Pokémon Go της εταιρείας Niantic. Το Pokémon Go είναι δωρεάν εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για έξυπνες συσκευές (iOS και Android), που χρησιμοποιεί την τοποθεσία των παικτών (GPS) και την κάμερα της συμβατής συσκευής και εκδόθηκε από την εταιρεία The Pokémon Company ως μέρος της σειράς Pokémon και κυκλοφόρησε το 2016. Το παράδειγμα αυτό απέδειξε πως η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να ενεργοποιήσει τους χρήστες στην πραγματική ζωή μέσω μιας κινητής εμπειρίας.



Εικόνα 21 Στιγμιότυπο παιχνιδιού Pokémon Go



Εικόνα 22 Snapchat με φίλτρο AR

Το Snapchat (2011) αποτελεί ένα ευρέως γνωστό προϊόν λογισμικού εφαρμογής μηνυμάτων εικόνας που δημιουργήθηκε από τους Evan Spiegel, Bobby Murphy και Reggie Brown. Το Snapchat αντιπροσωπεύει μια νέα, κινητή κατεύθυνση για τα

κοινωνικά μέσα και επικεντρώνεται στην αλληλεπίδραση των χρηστών με εικονικά αυτοκόλλητα και αντικείμενα αυξημένης πραγματικότητας.

Μάλιστα, το 2017, σε συνεργασία με την ομάδα του LensStudio, κυκλοφόρησαν το Lens Studio 2.1, ένα ενημερωμένο εργαλείο δημιουργίας ενός "φακού" AR για λογισμικά iOS και Android με τους χρήστες να γίνονται κοινωνοί μιας ψηφιακά ενισχυμένης εμπειρίας προβολής. Το πρόγραμμα σχεδιάστηκε για να καταστήσει το AR πιο προσιτό στους δημιουργούς οποιουδήποτε επιπέδου δεξιοτήτων.



Εικόνα 23 Σπλιμπίτυπο με το εργαλείο Lens Studio 2.1

Το 2017 οι εταιρείες Apple και Google εισήγαγαν τα λογισμικά επαυξημένης πραγματικότητας ARKit και ARCore αντίστοιχα. Το ARKit ήταν πλατφόρμα της Apple για συσκευές iOS, η οποία επέτρεπε στους προγραμματιστές να παράγουν εφαρμογές που αλληλεπιδρούν με τον κόσμο γύρω τους χρησιμοποιώντας τις κάμερες και τους αισθητήρες της συσκευής. Απεναντίας, το ARCore ήταν σύστημα της Google για Android και iOS, το οποίο με διαφορετικά API στο τηλέφωνό μπορούσε να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον, να κατανοεί τον κόσμο και να αλληλεπιδρά με τις πληροφορίες. Ωστόσο, η Apple φαίνεται να κυριάρχησε στην AR, καθώς παρουσίασε το ARKit 2.0 στο συνέδριο WWDC 2018 και έπειτα το ARKit 3.0 στο WWDC 2019.

Τα τελευταία χρόνια, η ιστορία της AR και της κινητής AR έχει προχωρήσει με αλματώδεις ρυθμούς και η έρευνα στο πεδίο της επαυξημένης πραγματικότητας

διανθίζεται συνεχώς. Αναντίρρητα, αναμένονται τα προσεχή έτη πολλές ενδιαφέροντες εξελίξεις και καινοτομίες στις εκάστοτε τεχνολογικές πλατφόρμες, με την AR να επεκτείνεται και να πρωταγωνιστεί σε πολλούς τομείς και εφαρμογές της καθημερινής ζωής, υποδεικνύοντας ένα ανοιχτό παράθυρο προς το μέλλον.

Καταληκτικά, άξια αναφοράς προκρίνεται η πρόσφατη ανάρτηση του Mark Zuckerberg, ιδρυτή της πλατφόρμας κοινωνικής δικτύωσης του Facebook, σε πρόσφατη ανάρτηση του στον προσωπικό του λογαριασμό (09/01/2020), όπου προέβηκε σε δηλώσεις σχετικά με την ενισχυμένη πραγματικότητα.

Ανέφερε, μεταξύ άλλων, ότι κάθε υπολογιστική πλατφόρμα γίνεται ευρέως περισσότερο προσβάσιμη και φυσική προς αλληλεπίδραση και ότι μέσα στη δεκαετία του 2020, πρωτοποριακά γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας θα επαναπροσδιορίσουν τη σχέση μας με την τεχνολογία. Η ενισχυμένη και η εικονική πραγματικότητα προσφέρουν μια αίσθηση παρουσίας - την αίσθηση ότι βρίσκεται με οποιοδήποτε άτομο ή οπουδήποτε. Οι επόμενες υπολογιστικές πλατφόρμες (μέχρι το 2030) θα διατηρούν αυτήν την αίσθηση και θα σηματοδοτήσουν πιο ανθρώπινες και κοινωνικές πλατφόρμες τεχνολογίας αντιμετωπίζοντας πληθώρα κοινωνικών ζητημάτων και ανισότητας ευκαιριών.

1.3 Γενικές μορφές εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας

Ανεξάρτητα από τα πεδία εφαρμογής που αναλύθηκαν παραπάνω, στη βιβλιογραφία είναι αποδεκτή και η κατηγοριοποίηση των εφαρμογών AR σε γενικές μορφές, οι οποίες καλύπτουν τους διαφορετικούς τύπους υλοποίησης και κατά συνέπεια το αντίστοιχα στυλ εφαρμογών. Οι εφαρμογές αυτές παρατίθενται εν συνεχεία:

1. Επαυξημένη πραγματικότητα αντικειμενικής θέασης

Συνιστά ένα σενάριο στο οποίο οι συμμετέχοντες βλέπουν και αντιλαμβάνονται τον πραγματικό κόσμο με υπέρθεση των ψηφιακών επαυξησεων στα πραγματικά δεδομένα καθώς και τον ίδιο τον εαυτό του, ως αναπαράσταση που να παρατηρείται αντικειμενικά από κάποιο άλλο άτομο ή μια εξωτερική γωνία θέασης (πχ μαγικός καθρέφτης).

2. Μαγικά βιβλία (MagicBook)

Μια από τις πρώτες και πιο διαδεδομένες μορφές AR, την οποία σύστησε στο κοινό ο Dr. Marc Billinghurst. Ο ίδιος σχεδίασε το πρώτο παιδικό βιβλίο που εμφανίζει κινούμενες φιγούρες με τη λειτουργία κινητής ή HMD οθόνης προβολής (Billinghurst, 2002).

Τα MagicBook χρησιμοποιούν το φυσικό βιβλίο, συνεπώς οι άνθρωποι μπορούν να το επεξεργαστούν και να το μελετήσουν άνευ τεχνολογίας. Με την ενεργοποίηση, όμως, της εφαρμογής συνδέονται με το ψηφιακό περιεχόμενο και έτσι αναπαρίστανται στις σελίδες του 3D εικονικά μοντέλα σε οποιαδήποτε οπτική γωνία. Ανάλογα με το είδος, πέραν της ανάγνωσης, ακολουθεί επιπρόσθετο υλικό όπως προσημειώσεις ή άλλες ασκήσεις.

Η εφαρμογή προσφέρεται για συσκευές που διαθέτουν οθόνη και κάμερα όπως ένα smartphone, tablet ή ακόμη υπολογιστής με κάμερα web και τα οπτικά μοντέλα ξεκινούν από ένα απλό αρχείο (εικόνας, ήχου ή βίντεο) και φτάνουν σε κινούμενα παιχνίδια ή κατεξοχήν ψηφιακά βιβλία.

Ελληνικά παραδείγματα: Η σειρά τα «Μαγικά Βιβλία του Παππού» που λειτουργεί με το application των Μικρών Εξερευνητών και τα διαδραστικά βιβλία «Livebooks».

3. Μαγικοί καθρέφτες (AR Magic Mirror)

Ένας μαγικός καθρέφτης αναφέρεται σε ένα σύστημα AR, στο οποίο μέσω ενός καθρέφτη αντανακλώνται οι αναπαραστάσεις του πραγματικού περιβάλλοντος καθώς και οι επαυξήσεις αυτού. Οι χρήστες μπορούν να αντικρίζουν τον εαυτό τους στην επαυξημένη σκηνή, αρκεί να βρίσκονται εντός του άξονα και υπό την κατάλληλη γωνία. Διαφορετικά, παρατηρούν την αντανάκλαση του πραγματικού κόσμου με εικονικές πληροφορίες, χωρίς να συμμετέχουν σε αυτήν.

Παράδειγμα αποτελεί η προωθητική καμπάνια του παιχνιδιού Max Quest: Wrath of Ra της εταιρείας Betsoft Gaming το 2018. Στην κεντρική πλατεία Alexa Center του Βερολίνου εγκαταστάθηκε ένας διαδραστικός AR Magic Mirror που μετέφερε την εικονική έκδοση του παιχνιδιού σε μεγάλη κλίμακα και με ζωντανή ροή βίντεο, εντυπωσιάζοντας τους περαστικούς.

4. Μαγικά παράθυρα και πόρτες

Η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιεί τη μεταφορά ενός παράθυρου ή μιας πόρτας, μέσω των οποίων ο χρήστης βλέπει τον πραγματικό κόσμο ή κάποια συγκεκριμένη τοποθεσία με την προσθήκη επαυξημένων ψηφιακών πληροφοριών ή ακόμη μια ολοκληρωμένη ψηφιακή απόδοση του πραγματικού περιβάλλοντος.

5. Μαγικοί φακοί

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται δυο διαφορετικές μορφές «μαγικού φακού». Η πρώτη μορφή τοποθετείται στα πρώτα χρόνια της έρευνας, όπου προτάθηκαν χειροκίνητες λύσεις και οθόνες κεφαλής και έτσι οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν την ύπαρξη ενός φυσικού ή εικονικού αντικείμενου που παίρνει τη μορφή φακού για να παρατηρήσουν τις ψηφιακές επαυξήσεις των πραγματικών αντικείμενων.

Η επόμενη σύγχρονη μορφή εμπεριέχεται ήδη στις κινητές εφαρμογές AR, καθώς ο φακός διατίθεται εκ κατασκευής στις έξυπνες συσκευές μιας και έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες παρακολούθησης, ψηφιακές πυξίδες, κάμερες και οθόνες υψηλής ανάλυσης.

Ο μαγικός φακός λειτουργεί επικαλύπτοντας τα γραφικά σε ζωντανή ροή βίντεο από την κάμερα της συσκευής και προσφέρει ένα διαφανές παράθυρο, μια τροποποιημένη εικόνα του πραγματικού κόσμου με πρόσθετα στοιχεία AR (Cawood και Fiala, σελ. 14).

6. Βοηθήματα πλοήγησης

Τα βοηθήματα πλοήγησης εξυπηρετούν τους ανθρώπους με τεχνητά σημάδια προκειμένου να πλοηγηθούν ορθά και να ακολουθούν τη σωστή κατεύθυνση για να φτάσουν με επιτυχία στον προορισμό τους.

Τα τεχνητά μέσα ποικίλλουν και μπορεί να πάρουν τη μορφή εικονικού οδηγού, «βελών» πορείας ή ακόμη και ηχητικής πληροφορίας. Ένα παράδειγμα αυτής της κατηγορίας είναι το Personal Navi, ένα φορητό βοήθημα AR, που με τη χρήση της οθόνης κεφαλής HUD οι συμμετέχοντες αναγνώριζαν πιο έγκαιρα τις στροφές σε σχέση με τα συμβατικά βοηθήματα πλοήγησης, ενώ παράλληλα διατηρούσαν το βλέμμα σταθερά μπροστά τους.

7. Μη-αναφορική επαύξηση

Όρος δανεισμένος από το πεδίο της σημειολογίας, για να δηλώσει ότι οι οπτικές αναπαραστάσεις που φτάνουν στον χρήστη δεν είναι προσθήκες ή τροποποιήσεις του πραγματικού περιβάλλοντος, αλλά βελτιώσεις των ήδη υπαρχόντων στοιχείων (πχ ευκρίνεια ήχου ή εικόνας).

1.4 Είδη/Τύποι Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα, ανάλογα με τα τεχνολογικά μέσα που χρησιμοποιεί και τους στόχους που θέτει, διακρίνεται στις εξής κατηγορίες εφαρμογών:

1. Εφαρμογές βασισμένες στη χρήση ενός φυσικού δείκτη

Αποτελεί μια γνωστή και συνήθης μορφή που μπορεί ένας χρήστης να συναντήσει. Η εφαρμογή απαιτεί τη χρήση ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή με σύνδεση στο διαδίκτυο, ενός εκτυπωτή και μιας κάμερας.

Μόλις εξασφαλιστεί ο παραπάνω εξοπλισμός, ο χρήστης εισέρχεται στην ιστοσελίδα της εφαρμογής, όπου, ακολουθώντας τις προσφερόμενες οδηγίες, «προμηθεύεται» έναν ψηφιακό δείκτη¹. Ο δείκτης αποκτάται με την εκτύπωση ενός συμβόλου σε ένα φύλλο χαρτί. Πρόκειται για επίπεδη κατασκευή με ισχυρά, μορφοποιημένα χαρακτηριστικά και με σχήμα που επιτρέπει τον εντοπισμό του από την κάμερα. Συνεπώς, η πιο κοινή μορφή ενός δείκτη είναι το τετράγωνο σχήμα ή ακόμη ένα μαύρο πλαίσιο (κουτί) που περιέχει ένα σχήμα στο εσωτερικό του.

Ακολούθως, η εφαρμογή παραπέμπει στη χρήση της κάμερας, όπου αναμένεται από τον χρήστη να πλησιάσει το δείκτη από την πλευρά του εκτυπωμένου συμβόλου προς την κάμερα, προκειμένου να αναγνωριστούν οπτικά από αυτήν με τεχνικές επεξεργασίας εικόνας, αναγνώρισης προτύπων και υπολογιστικής όρασης.

Όταν οι δείκτες αναγνωριστούν από το σύστημα, εντοπίζεται η θέση και ο προσανατολισμός της κάμερας και εμφανίζονται στην οθόνη τα αντίστοιχα αποτελέσματα της εφαρμογής (πχ ιστότοπος, εικονικό αντικείμενο κα).

¹ Δείκτες: Οπτικά στοιχεία τα οποία η κινητή συσκευή πρέπει να αναγνωρίσει ώστε το λογισμικό να εκτελέσει κάποια προγραμματισμένη ενέργεια (Johnson et al., 2010).



Εικόνα 24 Marker based AR

Σημαντική προκρίνεται η αναφορά στη χρήση σταθερών δεικτών, η οποία συντελεί στην εξοικονόμηση χρόνου στο στάδιο επεξεργασίας και ανταπόκρισης των συσκευών και μάλιστα καθιστά αμεσότερη την αλληλεπίδραση με τον χρήστη (Bacca et al., 2014).

2. Εφαρμογές χωρίς τη χρήση φυσικού δείκτη

Οι εφαρμογές αυτές είναι περισσότερο διαδεδομένες και εύχρηστες καθώς αξιοποιούν φυσικά αντικείμενα του περιβάλλοντος (ή ακόμη και πρόσωπα) και όχι οπτικούς δείκτες. Τα ψηφιακά αντικείμενα μπορούν να τοποθετηθούν ελεύθερα στο χώρο, προσφέροντας τη δυνατότητα στο χρήστη να παρατηρήσει την αναπαράσταση τους κάθε φορά σε αλλιώτικο περιβάλλον, ξεχωριστές συνθήκες και διαφορετικές ρυθμίσεις. Παράδειγμα πεδίου χρήσης αποτελεί ο τομέας της διαφήμισης.



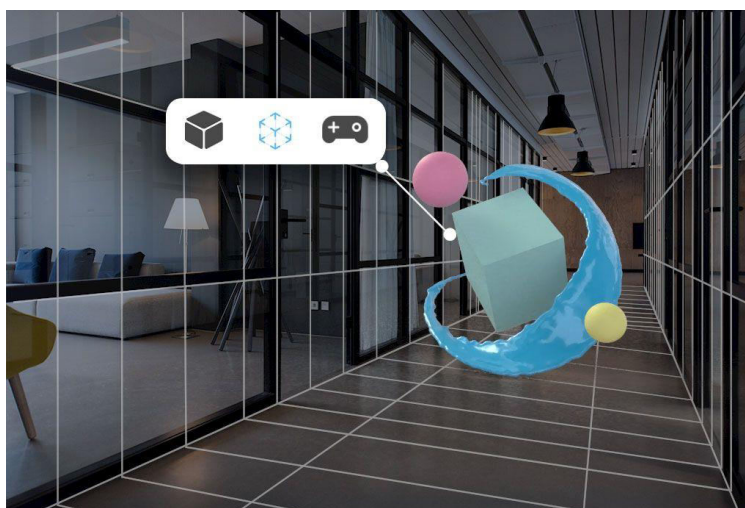
Εικόνα 25 Marker less AR

3. Εφαρμογές βασισμένες στην τοποθεσία του χρήστη

Στηρίζονται στη χρήση δεδομένων από την τοποθεσία του χρήστη και επιτρέπουν τη δημιουργία εφαρμογών, οι οποίες ανιχνεύουν αντικείμενα του πραγματικού κόσμου και τα επικαλύπτουν με ψηφιακό υλικό, παρέχοντας πληροφορίες γι αυτά.

Τα δεδομένα και οι πληροφορίες βασίζονται στη γεωγραφική περιοχή και δεν απαιτούνται ειδικοί δείκτες για τον προσδιορισμό της τοποθεσίας ενός ψηφιακού αντικείμενου στο φυσικό περιβάλλον. Για να λειτουργήσουν, χρησιμοποιούν πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία του χρήστη, τις οποίες λαμβάνουν απρόσκοπτα από συμβατές εφαρμογές ήδη εγκαταστημένες στα έξυπνα τηλέφωνα 3^{ης} γενιάς όπως GPS, ψηφιακή πυξίδα, μετρητή ταχύτητας και κάμερα.

Οι παραπάνω λειτουργίες δρουν αθροιστικά και έτσι προσφέρεται στον χρήστη η εμπειρία ενισχυμένης πραγματικότητας. Παραδείγματα εφαρμογών της κατηγορίας αποτελούν το Layar Vision, το Wikitude και τα Google Goggles.



Εικόνα 26 Location based AR

1.5 Μέθοδοι Επαυξημένης Πραγματικότητας

Για την καλύτερη διερεύνηση του πεδίου της AR, στο σημείο αυτό γίνεται αναφορά των μεθόδων επαύξησης της πραγματικότητας, που αποτελεί έναν περαιτέρω διαχωρισμό των δεικτών.

Επομένως, οι υπό εξέταση κατηγορίες, ανάλογες του τύπου ανίχνευσης που χρησιμοποιείται, διακρίνονται σε:

1. Επαυξημένη Πραγματικότητα Βάσει Προτύπου (pattern)

Τύπος επαύξησης που χρησιμοποιεί πρότυπα, τα οποία είναι δυο ειδών. Είτε πρόκειται για δείκτες (markers), οι οποίοι τυπώνονται και βρίσκονται εντός του πλαισίου της πραγματικής σκηνής (marker-based AR). Κατά κύριο λόγο, φέρουν επίπεδο, τετράγωνο σχήμα και ασπρόμαυρο χρώμα. Η άλλη περίπτωση αφορά εικόνες του πραγματικού κόσμου, που ορίζονται εκ του συστήματος ως πρότυπα (markerless AR). Και τα δυο είδη αναγνωρίζονται και επαυζάνονται με διάφορα εικονικά στοιχεία από το σύστημα, εμφανίζοντας ενισχυμένες εικόνες, βίντεο, ήχους.

2. Επαυξημένη Πραγματικότητα βάσει περιγράμματος (outline)

Σχετίζεται με την αναγνώριση των μελών του ανθρώπινου σώματος συλλογικά ή μεμονωμένα, τα οποία επαυζάνει παρέχοντας πρόσθετες εικόνες και πληροφορίες ή τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με εικονικά αντικείμενα αλλά και μετατόπισης με φυσική ροή κίνησης.

Χρησιμοποιείται στον πραγματικό κόσμο από εταιρείες για εμπορικούς και διαφημιστικούς σκοπούς καθώς προσφέρουν στον καταναλωτή αγαθά και υπηρεσίες ψηφιακά χωρίς να απαιτείται φυσική παρουσία.

3. Επαυξημένη Πραγματικότητα βάσει θέσης (location)

Η AR βάσει θέσης λειτουργεί με δεδομένα που προέρχονται από τα συστήματα εντοπισμού θέσης των συσκευών ή τα συστήματα τριγωνισμού (εντοπισμός κινητής συσκευής μέσω wifi και κεραιών κινητής τηλεφωνίας) ή από άλλους αισθητήρες (λχ

πυξίδες). Με το συνδυασμό των παραπάνω πληροφοριών, το σύστημα ανιχνεύει την εικόνα και προβάλλει τα εικονικά στοιχεία και σημεία σε πραγματικό περιβάλλον. Εφαρμόζεται κυρίως σε εξωτερικούς χώρους και περιηγητές επαυξημένης πραγματικότητας.

4. Επαυξημένη Πραγματικότητα βάσει επιφάνειας (surface)

Η AR εφαρμόζεται σε επιφάνειες όπως οθόνες, πατώματα ή τοίχους, με τις οποίες αλληλεπιδρούν οι χρήστες. Το άγγιγμα στα διάφορα σημεία των επιφανειών ενεργοποιεί την εμφάνιση εικονικών πληροφοριών ή απεικόνιση στοιχείων υπό τη μορφή των αντικειμένων, στα οποία αναφέρεται.

1.6 Διεπαφές Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα συνιστά ένα διαδραστικό και αλληλεπιδραστικό μέσο, το οποίο είναι σχετικά νέο στη βιβλιογραφία καθώς αναπτύσσεται παράλληλα με τις καινοτομίες σε λογισμικά και τις συνεχείς τεχνολογικές εξελίξεις και αναμένεται μελλοντικά να αποκαλύψει την ευρεία παλέτα των δυνατοτήτων της.

Βάσει της υφιστάμενης προόδου, αναγνωρίζονται οι εξής διεπαφές μεταξύ:

- χρήστη και εφαρμογής AR
- χρηστών μέσω της εφαρμογής AR
- εικονικού και πραγματικού κόσμου
- χρήστη και εικονικού κόσμου
- χρήστη και πραγματικού κόσμου

Οι διεπαφές αναφορικά με τον εικονικό κόσμο κατηγοριοποιούνται σε:

1. χειρισμό

2. πλοήγηση

3. επικοινωνία

▪ **Χειρισμός**

Σύμφωνα με τους Mine et al. (1995), οι τρόποι χειρισμού των εφαρμογών AR διακρίνονται ως ακολούθως:

- i. Άμεσος Χειρισμός: Χειρισμός εικονικού κόσμου όμοια με τον πραγματικό.
- ii. Φυσικός Χειρισμός: Χειρισμός μέσω φυσικών συσκευών.
- iii. Εικονικός Χειρισμός: Χειρισμός μέσω εικονικών αντιπροσώπων των φυσικών συσκευών ανάδρασης.
- iv. Χειρισμός μέσω αντιπροσώπου: Χειρισμός μέσω εντολών του χρήστη προς διεκπεραίωση από εικονικό χαρακτήρα (Sherman et al., 2002).

▪ **Πλοήγηση**

Η πλοήγηση στην AR συντελείται με βοηθήματα του πραγματικού κόσμου (πχ χρήση πινακίδων, GPS) όσο και με μέσα που δεν είναι εφικτά στο αντίστοιχο φυσικό περιβάλλον.

Ενδεικτικοί τρόποι βοηθημάτων πλοήγησης:

- Απεικόνιση 3D εικονικού χάρτη με σημειωμένη την τρέχουσα τοποθεσία του χρήστη
- Τοποθέτηση εικονικού χαρακτήρα που παρέχει πληροφορίες
- Δείκτες για υπόδειξη σωστής κατεύθυνσης
- Αναφορές και πληροφορίες για στοιχεία του περιβάλλοντος (πχ πινακίδες, εκθέματα)
- Δυνατότητα τοποθέτησης προσωπικών οροσήμων και εμφάνιση της ήδη διανυμένης διαδρομής για επιστροφή στην αρχική τοποθεσία.
- Εικονικά γυαλιά που καλύπτουν μακρινές αποστάσεις

▪ **Επικοινωνία**

Οι εφαρμογές AR προσφέρουν μια εμπειρία στο χρήστη, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν θα μπορούσε να λειτουργήσει και για περισσότερους συμμετέχοντες. Είναι βέβαιο πως κάθε εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας που ενεργοποιείται παρουσία και άλλων ατόμων αποτελεί εμπειρία και για εκείνους με την απόκλιση ότι τους προσφέρεται και αλληλεπιδρούν αποκλειστικά με το φυσικό περιβάλλον.

Οι χρήστες που μοιράζονται τον ίδιο χώρο επικοινωνούν μεταξύ τους με τους συμβατικούς τρόπους που θα το έπρατταν στον πραγματικό κόσμο. Εντούτοις, σε μια AR εφαρμογή εάν εξαντληθούν οι πρότεροι μέθοδοι επικοινωνίας, η επικοινωνία συντελείται και στην επαυξημένη πραγματικότητα. Ακόμη, η ενίσχυση της επικοινωνίας επιτυγχάνεται αυτόματα όταν οι συμμετέχοντες εστιάζουν στα ίδια αντικείμενα ταυτόχρονα, καθώς υπάρχει παρεμφερής αντίληψη που διευκολύνει τη μεταξύ τους επικοινωνία.

1.7 Τύποι διεπαφών επαυξημένης πραγματικότητας

Εν προκειμένω, θα γίνει αναφορά στους βασικούς τύπους διεπαφών μεταξύ χρήστη και εικονικού περιεχομένου, ενώ παράλληλα θα αναδειχθεί η σημασία της ανάπτυξης αυτών των «επικοινωνιακών» τεχνικών στις εφαρμογές AR. Στη βιβλιογραφία, έχουν καταχωρηθεί τέσσερις τύποι αλληλεπίδρασης και διεπαφής:

i. Απτές διεπαφές (tangible interfaces)

Συντελείται άμεση διάδραση και αλληλεπίδραση του χρήστη με το φυσικό περιβάλλον, καθώς οι απτές διεπαφές αξιοποιούν πραγματικά αντικείμενα και εργαλεία. Καθώς ενδέχεται να δημιουργηθούν ασάφειες σχετικά με το πώς η διεπαφή θα πληροφορήσει αποτελεσματικά το χρήστη για την ορθή χρήση του αντικείμενου ή εργαλείου, οι White et al. (2007) προτείνουν την παροχή οδηγιών χρήσης μέσα από εικόνες.

ii. Συνεργατικές διεπαφές (collaborative interfaces)

Χρησιμοποιούν πολλαπλές απεικονίσεις για την υλοποίηση τόσο του διαμοιρασμού πολλαπλών τοποθεσιών όσο και του απομακρυσμένου διαμοιρασμού. Στην πρώτη περίπτωση, τρισδιάστατες διεπαφές ενισχύουν και εμπλουτίζουν το φυσικό, συνεργατικό περιβάλλον εργασίας, ενώ στον απομακρυσμένο η τεχνολογία AR προσθέτει πολλές συσκευές με αντίστοιχες τοποθεσίες προς ενίσχυση των ηλεκτρονικών διαβουλεύσεων.

iii. Υβριδικές διεπαφές (hybrid interfaces)

Στις υβριδικές διεπαφές γίνεται συνδυασμός πολλαπλών, συμπληρωματικών διεπαφών και συσκευών διάδρασης, που λειτουργούν συνδυαστικά και αλληλεπιδραστικά. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός ευέλικτου ψηφιακού συστήματος καθημερινής χρήσης που αναλαμβάνει περιπτώσεις διάδρασης, όπου είναι άγνωστο ποιος τύπος απεικόνισης ή συσκευή διεπαφής θα επιλεγθεί.

iv. Πολυτροπικές διεπαφές (multimodal interfaces)

Οι πολυτροπικές διεπαφές ορίζουν μια νέα κατεύθυνση καθώς συνδυάζουν διάφορους τρόπους εισόδου για τον χρήστη με στοιχεία όπως βλέμμα, φωνή, χειρονομίες, κίνηση κεφαλιού ή σώματος και ταυτόχρονα προσφέρουν σε αυτόν τη δυνατότητα χειρισμού και επεξεργασίας των πηγών εισόδου, μετακίνησης αναμεταξύ τους και αλλαγής των τύπων διεπαφής βάσει προσωπικής βούλησης.

Οι διεπαφές αυτής της κατηγορίας αποβλέπουν στην φυσική αλληλεπίδραση με τον χρήστη και στην ευρύτερη υιοθέτηση τους καθώς είναι αποτελεσματικές και ως επί το πλείστον φορητές (Carmigniani 2011).

1.8 Συστήματα/Συσκευές υλοποίησης εφαρμογών AR

Για την ορθή και αποτελεσματική λειτουργία ενός λογισμικού AR απαραίτητη συνθήκη αποτελεί η ύπαρξη ενός συστήματος εισόδου, μιας συσκευής απεικόνισης, αισθητήρα ανίχνευσης (λχ πυξίδα ή GPS) και μία υπολογιστική μονάδα (λχ έξυπνο τηλέφωνο, επιτραπέζιος ή φορητός Η/Υ, ταμπλέτα).

Η πληροφορία εισέρχεται μέσω της κάμερας, η οποία συνιστά το σύστημα εισόδου, και παίρνει τη μορφή μιας εικόνας του πραγματικού κόσμου. Επόμενο βήμα αποτελεί η ενίσχυση της εικόνας με την προσθήκη επαυξημένων εικονικών στοιχείων, ενώ στο τελικό στάδιο, στο σύστημα εξόδου αποκαλύπτεται το τελικό αποτέλεσμα, που αποτελεί συγχώνευση του πραγματικού χρόνου και του πραγματικού περιβάλλοντος στο ψηφιακό περιβάλλον του υπολογιστή και προσλαμβάνεται από τον χρήστη μέσω των αισθήσεων.

Τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας αναλύονται εν συνεχεία και εμπίπτουν στις ακόλουθες ταξινομήσεις:

1. Συσκευές απεικόνισης

Οι συσκευές απεικόνισης αποτελούνται από τρεις υποκατηγορίες: τις φορητές συσκευές απεικόνισης {Head-Mounted Display(HMD)}, τις συσκευές απεικόνισης χειρός (Handheld Display) και τις χωρικές συσκευές (Spatial Display) (Bimber&Raskar, 2006).

▪ Συσκευές προσαρμοζόμενες στο κεφάλι (HMD):

Μία από τις πιο διαδεδομένες συσκευές απεικόνισης, η οποία εφάπτεται σε τεχνολογίες AR και VR και τοποθετείται στο κεφάλι του χρήστη ή ως τμήμα κράνους. Εξυπηρετεί την προβολή συνθετικού περιεχομένου από εικόνες του πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος, ενώ στις πιο σύγχρονες εκδοχές του αναγνωρίζει τη θέση και την κατεύθυνση του κεφαλιού αλλά και τις κινήσεις ματιών και άνω άκρων.

Μια περαιτέρω διάκριση των συσκευών αυτών αφορά την οπτική τεχνολογία (Optical see-through) και την τεχνολογία βίντεο (Video see-through). Στην πρώτη περίπτωση, ενυπάρχει ένα διαφανές σύστημα προβολής, με αποτέλεσμα ο χρήστης να έχει εικόνα του πραγματικού περιβάλλοντος που περιλαμβάνει εικονικά και πραγματικά αντικείμενα. Παραδείγματα οπτικής τεχνολογίας αποτελούν οι συσκευές Hololens, Magic Leap και Google Glass.

Στην τεχνολογία βίντεο, η οθόνη προβολής είναι αδιαφανής και έτσι ο χρήστης βρίσκεται απομακρυσμένος από το πραγματικό περιβάλλον. Ενδεικτικά αναφέρεται η συσκευή Vuzik Wrap DXAR.

- Συσκευές απεικόνισης χειρός:

Πρόκειται για φορητές συσκευές, τις οποίες ο χρήστης μπορεί να κρατήσει στα χέρια. Διαθέτουν κάμερα για τη λήψη βίντεο, οθόνη για την αποτύπωση των επαυξημένων αντικειμένων και αισθητήρες που ανιχνεύουν τον προσανατολισμό και τη θέση της κάμερας για να επικαλύψουν με γραφικά το πραγματικό περιβάλλον. Παραδείγματα της κατηγορίας αποτελούν τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα (Moehring et al., 2004), οι ψηφιακοί οδηγοί (PDAs)(Frund et al., 2001, Wagner & Schmalstieg, 2003, Geiger et al., 2001) και τα tablets.

- Χωρικές συσκευές:

Στη χωρική απεικόνιση, η επαύξηση του φυσικού πλαισίου του χρήστη τελείται με τις ήδη υπάρχουσες εικόνες του περιβάλλοντός του (Raskar, Welch & Fuchs, 1998). Για την αναπαράσταση των γραφικών πληροφοριών στα φυσικά αντικείμενα απαιτούνται οπτικά στοιχεία, βιντεοπροβολέας, ολογράμματα και τεχνολογίες εντοπισμού. Πλεονεκτήματα χρήσης των χωρικών συσκευών αποτελούν η απουσία εξοπλισμού του χρήστη και η δυνατότητα εξυπηρέτησης πολλαπλών χρηστών συγχρόνως.

2. Συστήματα εισόδου

Ονομάζονται οι συσκευές που συνδράμουν στην αλληλεπίδραση του συστήματος με τον χρήστη και στην προβολή των εικονικών και πραγματικών

στοιχείων στο φυσικό περιβάλλον του. Οι συσκευές αυτές είναι διαρκώς εξελισσόμενες και ανάλογες των τεχνολογικών καινοτομιών και το είδος τους βρίσκεται σε αλληλεξάρτηση με το είδος της εφαρμογής του συστήματος (Carmigniani et al., 2011). Παραδείγματα συσκευών εισόδου είναι το ποντίκι, το πληκτρολόγιο, τα κινητά τηλέφωνα, τα γάντια δεδομένων, λογισμικά αναγνώρισης φωνής, τρισδιάστατες συσκευές εισόδου κα.

3. Επεξεργαστής

Στα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας απαραίτητη καθίσταται η ύπαρξη ενός ισχυρού επεξεργαστή (CPU) και μιας ευρείας ποσότητας μνήμης RAM για την επιτυχή εμφάνιση της εφαρμογής στην οθόνη των υπολογιστικών συστημάτων.

Για το σκοπό αυτό, ο επεξεργαστής είναι υπεύθυνος για το συντονισμό και τον ακριβή προσδιορισμό των εισόδων αισθητήρων, την αποθήκευση και την ανάγνωση δεδομένων, την επιτυχή εκτέλεση της εφαρμογής αλλά και για την παραγωγή σημάτων.

Είναι φανερό ότι τα συστήματα AR απαιτούν τη χρήση υπολογιστή από απλές φορητές συσκευές (smartphones, tablets) μέχρι τα πιο προηγμένα υπολογιστικά συστήματα, που να διαθέτουν την κατάλληλη ισχύ για την επιτυχή επιτέλεση των παραπάνω ενεργειών σε πραγματικό χρόνο.

4. Αισθητήρες και Ανίχνευση

Οι αισθητήρες είναι οι συσκευές που ανιχνεύουν πληροφορίες για το φυσικό περιβάλλον προκειμένου να τις αξιοποιήσουν για την κατάλληλη ενημέρωση της εφαρμογής. Οι πιο συμβατικές μορφές τους, όπως οι πυξίδες, τα επιταχυνσιόμετρα και τα γυροσκόπια, είναι ήδη εγκαταστημένες στις έξυπνες κινητές συσκευές που χρησιμοποιούν τεχνολογία AR.

Οι πυξίδες πληροφορούν σχετικά με οποιαδήποτε διεύθυνση ως προς τον κόσμο, τα επιταχυνσιόμετρα δηλώνουν την επιτάχυνση μέσα από τον προσδιορισμό της κατεύθυνσης κίνησης αλλά και των επικείμενων αλλαγών στην ταχύτητα αυτής,

ενώ τα γυροσκόπια παρέχουν μετρήσεις και πληροφορίες προσανατολισμού σε ότι αφορά τις γωνίες περιστροφής γύρω από τους τρεις άξονες, όχι, όμως, τοποθεσίας. Σύμφωνα με τους Carmigniani et al. (2010), «κάθε μία από αυτές τις τεχνολογίες έχει διαφορετικό επίπεδο ακρίβειας και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο του συστήματος που αναπτύσσεται».

Στοιχείο ιδιάζουσας σημασίας των συστημάτων AR αποτελεί και η ανίχνευση, η οποία αποβλέπει στον προσδιορισμό (θέσης και προσανατολισμού) του φυσικού αντικειμένου σε τρισδιάστατο χώρο και σε πραγματικό χρόνο, προκειμένου να καταστεί αντιληπτή η οποιαδήποτε αλλαγή περιβάλλοντος και να τροποποιηθεί αντίστοιχα το περιεχόμενο του.

Ωστόσο, η απουσία της διαδικασίας ανίχνευσης δεν θα επέτρεπε την προσθήκη και τη ρεαλιστική απεικόνιση των εικονικών αντικειμένων. Μάλιστα, η χρήση δεικτών συνιστά έναν από τους πιο απλούς τρόπους ανίχνευσης, ο εντοπισμός (tracking) των οποίων θα εξεταστεί στη συνέχεια.

1.9 Λειτουργία εντοπισμού δεικτών

Η επαύξηση με εικονικά αντικείμενα συντελείται, αφού πρώτα προσδιοριστεί η θέση της κάμερας που εξασφαλίζει τη λήψη της εικόνας. Τοιουτοτρόπως, το σύστημα κατατάσσει με κατάλληλο τρόπο τα αντικείμενα σε σχέση με την τοποθέτηση της κάμερας.

Ο αρχικός στόχος της διαδικασίας εντοπισμού δεικτών είναι η αναγνώριση της εξωτερικής περιμέτρου των ενδεχόμενων δεικτών και η εκτίμηση των γωνιών του. Ακολούθως, το σύστημα αναγνωρίζει το σχήμα ως δείκτη και βάσει των πληροφοριών της θέση του προκύπτει ο ακριβής προσδιορισμός της κάμερας.

Η ανίχνευση και ο εντοπισμός δεικτών εξελίσσεται ως ακολούθως:

1. Απόκτηση εικόνας δείκτη
2. Προ-επεξεργασία εικόνας δείκτη με ανίχνευση γραμμής και γωνίας δείκτη

3. Ανίχνευση πιθανών δεικτών, αποδοχή και απόρριψη αντίστοιχων σχημάτων
4. Αναγνώριση και αποκωδικοποίηση δεδομένων δεικτών
5. Εκτίμηση και ακριβής υπολογισμός του δείκτη

1.10 Πεδία εφαρμογής Ε.Π

Αναντίρρητα, η έννοια της «επαυξημένης πραγματικότητας» συναντά όλο και πιο ευρεία διάδοση, όχι μόνο στους επιστημονικούς κόλπους, αλλά κυρίως έχει διεισδύσει στην καθημερινότητα του ανθρώπου.

Ο άνθρωπος γίνεται χρήστης των τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας ασυναίσθητα και εξοικειώνεται με αυτές καθώς είναι εύκολα προσβάσιμες και παράλληλα δεν απαιτείται κάποιου είδους τεχνογνωσία. Τοιουτοτρόπως, η επαυξημένη πραγματικότητα λαμβάνει χώρα και μπορεί να υποστηρίξει πληθώρα πεδίων εφαρμογής. Παρακάτω, αναλύονται ορισμένες ευρείες και καίριες κατηγορίες.

Στο σημείο αυτό, επιτακτική προκρίνεται η διαφοροποίηση των εφαρμογών εικονικής (VR) και επαυξημένης (AR) πραγματικότητας. Στην εικονική πραγματικότητα, οι εφαρμογές προσφέρουν εκπαίδευση στον χρήστη λχ μια προσομοίωση. Αντιθέτως, στην επαυξημένη οι εφαρμογές προσφέρουν πέραν της εκπαίδευσης, πληροφόρηση και ενημέρωση καθώς σύμφωνα με τους Livingston, et al. (2002) «η επαύξηση σε πραγματικό χρόνο παρέχει συγκριτικά καλύτερη επίγνωση των συνθηκών».

Η ενισχυμένη πραγματικότητα εφαρμόστηκε το πρώτο διάστημα κυρίως σε επαγγελματικούς τομείς, όπου υπήρχε ανάγκη ενός τρισδιάστατου περιβάλλοντος. Και αυτό οφειλόταν στον εξειδικευμένο και κοστοβόρο εξοπλισμό της αρχικής της μορφής (Azuma, 2015), γεγονός που καθυστέρησε την εισαγωγή του στην αγορά. Μετέπειτα, οι τεχνολογικές εξελίξεις συνέβαλαν στην αύξηση των κινητών συσκευών και την ελάττωση του κόστους παραγωγής.

1.10.1 Ενδεικτικές κατηγορίες εφαρμογών Ε.Π

ΙΑΤΡΙΚΗ

Ο τομέας της ιατρικής και της υγείας αποτελεί αναμφισβήτητα μια από τις πιο σημαντικές και πρακτικές εφαρμογές της ενισχυμένης πραγματικότητας. Σύμφωνα με τον Azuma (2015), ήταν από τους πρώτους τομείς στους οποίους η επαύξηση βρήκε εφαρμογή και αξιοποιήθηκε σε χειρουργικές επεμβάσεις και στη συντήρηση του ιατρικού εξοπλισμού.

Η ιατρική επαυξημένη πραγματικότητα πρακτικά εκτελεί διττό έργο, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς αλλά και προς ενίσχυση των χειρουργικών επεμβάσεων.

Στις τελευταίες, τα μέλη του ανθρώπινου σώματος αναπαριστώνται μέσω εικονικών αντικειμένων με ευκρίνεια παρέχοντας άμεση πληροφόρηση και οπτικοποίηση στο χειρουργό. Οι ψηφιακές πληροφορίες συνδέονται με πραγματικά δεδομένα συνδράμοντας αποτελεσματικά στη διεκπεραίωση επεμβάσεων με απόλυτη ακρίβεια.

Αναφορικά με τη δυνατότητα εκπαίδευσης των ιατρών, η χρήση της AR διευκολύνει την αναπαράσταση ιατρικών περιστατικών χωρίς την ύπαρξη πραγματικού ασθενή και επίσης παρέχει περαιτέρω πληροφόρηση σε πεδία της ιατρικής όπως η ανατομία του ανθρώπινου σώματος ή η μελέτη των εκάστοτε λειτουργιών των οργάνων μέσω 3D μοντέλων.

Η αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας εφάπτεται άρτια με το αέναο μέλλον της ιατρικής και μάλιστα η ενσωμάτωση συσκευών AR στην ιατρική διαδικασία σε συνδυασμό με τις βελτιωμένες δυνατότητες οπτικοποίησης προσφέρει θεαματικά αποτελέσματα.

Το 1968, ο Sutherland πρότεινε μια παρακολουθούμενη οθόνη προβολής κεφαλής (HDM) ως μια νέα διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή, η οποία συνδυάζει πραγματικές και εικονικές εικόνες μέσω ενός ημιδιαφανή καθρέφτη. Η παρακολούθηση πραγματοποιήθηκε μηχανικά, ενώ περίπου 20 χρόνια αργότερα οι

Roberts et al. παρουσίασαν το πρώτο ενισχυμένο μικροσκόπιο, το οποίο μπορεί να θεωρεί το πρώτο λειτουργικό ιατρικό σύστημα AR.

Στη συνέχεια, ακολούθησαν ανά τα έτη πολλές προτάσεις και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Παρακάτω, γίνεται αναφορά σε κάποια ενδεικτικά σύγχρονα παραδείγματα AR.

NuEyes: Ένα ζεύγος ανοιχτών ηλεκτρονικών έξυπνων γυαλιών για τα άτομα που παρουσιάζουν προβλήματα όρασης. Η χρήση τους εξυπηρετεί τα άτομα με χαμηλή όραση στο να βλέπουν τα πράγματα γύρω τους και κατά συνέπεια να εκτελούν καθημερινές εργασίες. Τα έξυπνα γυαλιά NuEyes είναι μια ελαφριά συσκευή κεφαλής που λειτουργεί ασύρματα και ενεργοποιείται είτε με ασύρματο χειριστήριο είτε με φωνητική εντολή του χρήστη.



Εικόνα 27 Έξυπνα γυαλιά NuEyes

AccuVein: Συσκευή προβολής που χρησιμοποιεί την επαυξημένη τεχνολογία για την οπτική απεικόνιση ενός «χάρτη» των φλεβών και των διακλαδώσεων τους στην επιφάνεια του δέρματος των ασθενών σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 28 Συσκευή AccuVein

Πρότζεκτ Vostars: Ευρωπαϊκό ερευνητικό πρότζεκτ (2016) του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής του Πανεπιστημίου της Πίζας, αποτέλεσμα κοινοπραξίας ευρωπαϊκών πανεπιστημίων, ερευνητικών κέντρων και ιδιωτικών εταιρειών. Αναμένεται να διατεθεί προς χρήση μέχρι το 2022.

Το έργο Vostars (Video Optical See-Through Augmented Reality Surgical Systems) συνιστά ένα σύστημα επίδειξης κεφαλής (HMD) με χρήση φωτονικής τεχνολογίας, ένα είδος χειρουργικού πλοηγού που χρησιμοποιεί ένα καινοτόμο βλέφαρο ικανό να κατευθύνει τους ιατρούς στις επεμβάσεις ασθενών, προσφέροντας σε πραγματικό χρόνο πολύτιμες πληροφορίες με την οπτικοποίηση των απαραίτητων ενδείξεων και την παροχή μιας διευρυμένης εικόνας με μεγαλύτερη ταχύτητα.



Εικόνα 29 Project Vostars

ARnatomy: Απλή εφαρμογή AR για την εκμάθηση γενικής ανατομίας. Οι χρήστες με τις τεχνολογίες αναγνώρισης αντικειμένων και ενισχυμένης πραγματικότητας μπορούν να σαρώσουν ένα μέρος του ανθρώπινου σώματος και να διδαχθούν ανατομία σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 30 Στιγμιότυπο εφαρμογής ARnatomy

Augmedics Xvision: Η εταιρεία Augmedics (2014), στα πλαίσια εύρεσης πρωτοποριακών ιατρικών μεθόδων, δημιούργησε το πρώτο σύστημα καθοδήγησης επαυξημένης πραγματικότητας, που υπόσχεται να φέρει επανάσταση στη χειρουργική επέμβαση, το Xvision.

Πρόκειται για ένα χειρουργικό σύστημα πλοήγησης AR, το οποίο επιτρέπει στους ιατρούς να βλέπουν την ανατομία του σώματος του ασθενή και να κατευθύνουν με ακρίβεια σύνθετες διαδικασίες. Αποτελείται από μια ασύρματη διαφανή οθόνη κεφαλής AR, η οποία συνοδεύεται από εξατομικευμένα ακουστικά, ισχυρό επεξεργαστή υψηλής ταχύτητας, ενσωματωμένο προβολέα και αντίστοιχο σύστημα χειρουργικής παρακολούθησης.



Εικόνα 31 Σύστημα Xvision της Augmedics

Brain Power: Η εταιρεία Brain Power, συνεργάτης της Google, ανέπτυξε ένα λογισμικό συνδυάζοντας την επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και την τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης (AI), το οποίο μετατρέπει τα φορητά γυαλιά, κυρίως το Google Glass, σε νευρο-βοηθητικά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης για να βοηθήσουν άτομα με ιδιαιτερότητες, όπως ο αυτισμός.

Το λογισμικό ονομάστηκε Empowered Brain και βοηθά τους εκπαιδευτικούς να ενδυναμώσουν τους μαθητές τους με επαυξημένες εμπειρίες πραγματικότητας και τους αποδέκτες (παιδιά και ενήλικες) να αναπτύξουν γνωστικές δεξιότητες και κοινωνικές συμπεριφορές και να αυξήσουν την επαγγελματική επιτυχία. Το Empower Me τρέχει στο Google Glass, συμπεριλαμβανομένης της νέας έκδοσης Glass Enterprise Edition και άλλων smartglasses.



Εικόνα 32 Empowered Brain

ΣΤΡΑΤΟΣ

Οι τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας βρίσκουν ευρεία εφαρμογή στο πεδίο του στρατού, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για την εκπαίδευση των μαθητευόμενων όσο και για την ενσωμάτωση εξελιγμένων AR συστημάτων προς ενίσχυση και βελτιστοποίηση των στρατιωτικών αποστολών σε πραγματικό χρόνο.

Αναφορικά με την προσφορά της στον τομέα της εκπαίδευσης, η εταιρεία QinetiQ με έδρα το Farnborough της Αγγλίας και το Ινστιτούτο Αεροδιαστημικής

Έρευνας του Καναδά (NRC-IAR) ανέπτυξαν ένα σύστημα νυχτερινής όρασης που βασίζεται σε ελικόπτερο και ερεύνησαν τον τρόπο με τον οποίο οι οθόνες AR μπορούν να επεκτείνουν τη χρησιμότητα των ελικοπτέρων και να ενισχύσουν την ικανότητα των πιλότων να πλοηγηθούν σε υποβαθμισμένες οπτικές συνθήκες (D.Yu et al., 2010) .

Βάσει του Sion Jennings, ερευνητή της NCR-IAR, η ενισχυμένη πραγματικότητα εξετάζεται υπό το πρίσμα της βελτίωσης της ασφάλειας και της ικανότητας των πληρωμάτων ελικοπτέρων στις νυχτερινές επιχειρήσεις και το εν λόγω σύστημα χρησιμοποιήθηκε για την προσγείωση ενός ελικοπτέρου Bell σε διαδρομή που σχεδιάστηκε από τον υπολογιστή στη ζώνη προσγείωσης.

Ακόμη, σύμφωνα με τον E. C. Urban, η τεχνολογία AR έχει τη δυνατότητα να αναπαραστήσει ένα αυθεντικό πεδίο μάχης και να το επαυξήσει με πληροφορίες σχολιασμού, ενώ η έρευνα των M. A. Livingston et al. (2002) εστιάζει ακριβώς στον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας συμβάλλει στον προγραμματισμό της στρατιωτικής εκπαίδευσης σε αστικό περιβάλλον, βελτιώνοντας την επίγνωση της κατάστασης με την πλοήγηση και το συντονισμό των πληροφοριών και προτείνοντας ένα σύστημα κινητής επαυξημένης πραγματικότητας.

Ένα κινητό σύστημα AR δύναται να παρακολουθεί τη θέση και τον προσανατολισμό της κεφαλής του χρήστη και να επιθέτει γραφικά, σχολιασμούς αλλά και πολύπλοκες χωρικές πληροφορίες, ευθυγραμμίζοντάς τες άμεσα με πραγματικά αντικείμενα στο οπτικό πεδίο και στο περιβάλλον του χρήστη.

Συνεπώς, στα πλαίσια της μελέτης των δυνατοτήτων του συστήματος, το Ναυτικό Εργαστήριο Ερευνών (NRL) παρουσίασε το σύστημα βελτίωσης της πραγματικότητας της μάχης BARS (Battlefield Augmented Reality System), απόγονο της μηχανής Touring.

Το σύστημα BARS έχει σχεδιαστεί για την εκπαίδευση των στρατιωτών σε περιβάλλοντα μάχης μικρότερης ή μεγαλύτερης κλίμακας και για την προσομοίωση εχθρικών αποστολών σε πραγματικό χρόνο (Julier et al., 2000). Μεγάλες ποσότητες χρήσιμων πληροφοριών σε περιβάλλοντα μάχης φιλτράρονται βάσει των στόχων του

στρατιώτη-χρήστη και της τρέχουσας θέσης του και έτσι παρουσιάζονται οι πληροφορίες αυξημένης σημασίας.

Επιπρόσθετα, παρέχει τη δυνατότητα -με την επιλογή εργαλείων- δημιουργίας ενός περιβάλλοντος με νέες τρισδιάστατες πληροφορίες ενώ διευρύνει τη χρήση του και στο πεδίο των απλών εργασιών μοντελοποίησης (Baillot et al., 2001).



Εικόνα 33 Σύστημα BARS

Ευρύτερα, η ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας στο εκπαιδευτικό πλαίσιο του στρατού προσδίδει μια αίσθηση ρεαλισμού, καθώς συνδέει τον πραγματικό κόσμο με την εκπαίδευση με το εργαλείο της προσομοίωσης, το οποίο επιτρέπει την προετοιμασία και προσαρμογή των στρατιωτών με ασφαλή και ουσιαστικό τρόπο.

Σε ό,τι αφορά τις στρατιωτικές επιχειρήσεις, νέα εργαλεία και συστήματα AR δοκιμάζονται και υιοθετούνται ανά τους καιρούς, τα οποία ανταποκρίνονται στις εκάστοτε ανάγκες.

Οι αρχικές αναφορές χρήσης επαυξημένης πραγματικότητας στο στρατό αποδίδονται τη δεκαετία του 1950, όταν σχεδιάστηκαν οι πρώτες οθόνες προβολής απλών δεδομένων πτήσης για τους πιλότους HUDs (Head-Up Displays). Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα σημαντικά στοιχεία ευθυγραμμίζονταν με το οπτικό πεδίο του, με αποτέλεσμα το βλέμμα του πιλότου να παραμένει σταθερό μπροστά.

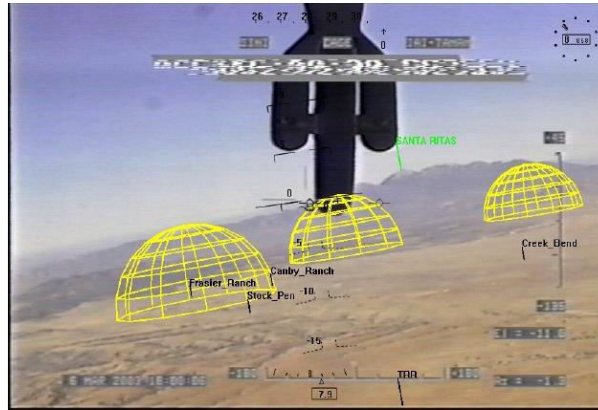
Οι οθόνες HMDs (Helmet-Mounted Displays) εμφανίστηκαν πειραματικά στα μέσα της δεκαετίας του '70 ενώ χρησιμοποιήθηκαν ευρέως στα τέλη της δεκαετίας του 1990 και στις αρχές της δεκαετίας του 2000 από Αμερικάνους και Ευρωπαίους μαχητές. Οι οθόνες αυτές προσαρμόζονται κατάλληλα στο κράνος του χειριστή και εμφανίζουν τις οπτικές ενδείξεις και τις απαιτούμενες πληροφορίες μπροστά στα μάτια τους ενισχύοντας την εικόνα της σκηνής και ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο απόσπασης της προσοχής ή/και ενός πιθανού εσφαλμένου χειρισμού (Βερικόκου, Σ., 2013).



Εικόνα 34 Οθόνη Helmet-Mounted Display

Το 2003, ο αμερικανικός στρατός συμπεριέλαβε την τεχνολογία απεικόνισης SmartCam3D στο σύστημα αεροσκαφών Shadow Unmanned Aerial, η οποία αναπτύχθηκε από την εταιρεία Rapid Imaging Software Inc., προκειμένου να διευκολύνει τους χειριστές αισθητήρων που χρησιμοποιούν τηλεσκοπικές κάμερες να εντοπίσουν ανθρώπους ή αντικείμενα αυξημένου ενδιαφέροντος.

Το Smart Cam3D εμπεριέχει τη λειτουργία «picture in picture» (εικόνα σε εικόνα), η οποία δύναται να προσφέρει μια συνθετική απεικόνιση της περιοχής, που καταλαμβάνει το οπτικό πεδίο της κάμερας, με αποτέλεσμα να μην αποκλείεται σημαντικό υλικό, εμφανίζοντας παράλληλα δείκτες τοποθεσίας και πάγιες γεωγραφικές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο με ζωντανή ροή βίντεο. Η λειτουργία αυτή προσφέρει στο χειριστή αυξημένη συνειδητοποίηση της κατάστασης και τη δυνατότητα να εντοπίζουν και να ενεργούν αμεσότερα σε κρίσιμες πληροφορίες.



Εικόνα 35 Στιγμιότυπο Smart Cam3D

Η στρατιωτική εφαρμογή του Aspen Movie Map δημιουργήθηκε για την απόκτηση χωρικής γνώσης και την εξοικείωση των στρατιωτών με άγνωστα εδάφη. Ο μηχανισμός αυτός εκτιμάται να εξελιχθεί στους υπολογιστές, οι οποίοι να μπορούν να αποτυπώνουν άμεσα και με ακρίβεια μια 3D προσομοίωση ενός εχθρικού περιβάλλοντος με λιγότερο κόστος και σε πιο σύντομο χρόνο.

Στις τελευταίες εξελίξεις, η εταιρεία Microsoft συνεργάζεται με τον Αμερικανικό Στρατό προκειμένου να προμηθεύσει ένα Ολοκληρωμένο Σύστημα Οπτικής Αύξησης του Στρατού (IVAS), μια τροποποιημένη έκδοση των γυαλιών της HoloLens 2 για την επαύξηση της πραγματικότητας.

Το τελικό προϊόν αναμένεται να κυκλοφορήσει περί τα τέλη του 2021 και μεταξύ άλλων θα αποτελείται από έγχρωμη ψηφιακή απεικόνιση, θερμική κάμερα FLIR, αισθητήρες θερμότητας και χαμηλού φωτισμού, τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας και τεχνητής νοημοσύνης.

Η ενσωμάτωση των γυαλιών IVAS προβλέπεται να ωφελήσει σημαντικά τους στρατιώτες καθώς θα απεικονίζει χρήσιμες πληροφορίες, θα επιτρέψει το γρήγορο εντοπισμό του στόχου με δυνατότητα υποβοήθησης αλλά και νυχτερινής όρασης, έστω και αν δεν βρίσκονται σε άμεση οπτική επαφή μαζί του.

Συνολικά, ένα τέτοιο ολοκληρωμένο σύστημα οπτικής μεγέθυνσης θα προσφέρει καλύτερη πληροφόρηση, μεγαλύτερη προστασία, ταχύτερη λήψη

αποφάσεων και θα διατηρεί την επίγνωση του χρήστη κατά την αλληλεπίδραση του με τη συσκευή.

Καταληκτικά, σύμφωνα με την εφημερίδα Army Times, ο στρατός των Η.Π.Α. υπολογίζει να αποκτήσει περίπου 40.000 ζευγάρια γυαλιά IVAS, προκειμένου να εξοπλίσει περίπου το 10% των στρατιωτών.



Εικόνα 36 Στρατιώτες με το σύστημα IVAS

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ-ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ

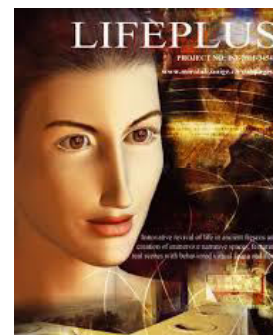
Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας έχει ενσωματωθεί και απαντάται ευρέως τα τελευταία χρόνια σε χώρους άτυπης και μη τυπικής εκπαίδευσης, όπως είναι οι πολιτιστικοί χώροι, οι εκθέσεις και τα μουσεία, καθώς προσφέρει πολλαπλά οφέλη στους επισκέπτες.

Μερικά από αυτά αφορούν την πρόσβαση στην πληροφορία (Yoon et al., 2012), την ενίσχυση της εμπειρίας των επισκεπτών, την αύξηση του ενδιαφέροντος, την εφαρμογή καινοτόμων διεθνών πρακτικών, την υιοθέτηση του ψηφιακού πολιτιστικού μετασχηματισμού και την ενδυνάμωση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Διαδεδομένες μορφές AR, που υιοθετούνται αρχικά από τα μουσεία, είναι οι φορητές οθόνες στο κεφάλι του χρήστη. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί το πρόγραμμα LifePlus (Caarls et al., 2009· Damala et al., 2008), το οποίο δημιουργήθηκε το 2001 και αφορά την αναβίωση της ζωής στην αρχαία Πομπηία. Η

εφαρμογή βασίζεται σε σκηνές του πραγματικού αρχαιολογικού χώρου μαζί με 3D ανακατασκευή της πανίδας και χλωρίδας.

Στόχος οι επισκέπτες να αναβιώσουν σε πραγματικό χρόνο και με διαδραστικό τρόπο σκηνές της καθημερινής ζωής των κατοίκων της Πομπηίας, αλληλεπιδρώντας με τους εικονικούς χαρακτήρες και λαμβάνοντας τις αντίστοιχες πληροφορίες με τις φορητές συσκευές απεικόνισης HMD.

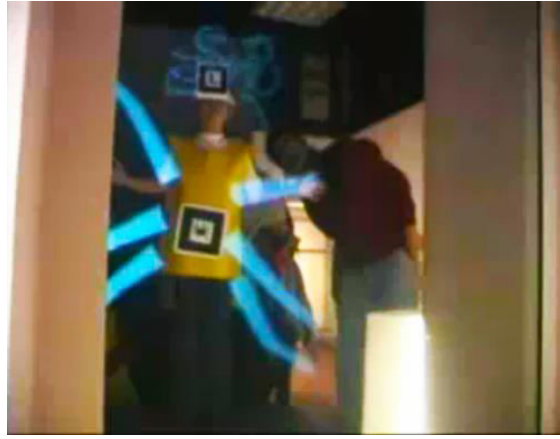


Εικόνα 37 Πρόγραμμα LifePlus

Έναν επιπρόσθετο τύπο τεχνολογίας AR αποτελούν οι φορητοί δείκτες (markers) επαυξημένης πραγματικότητας. Οι δείκτες AR μπορούν να οδηγήσουν σε έναν ιστότοπο, αλλά ταυτόχρονα έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν για την ενεργοποίηση ή εμφάνιση εμπλουτισμένου πολυμεσικού περιεχομένου, όπως εικόνες, βίντεο, 3D αντικείμενα και κινούμενα σχέδια.

Το 2005, ο καλλιτέχνης Hugo Barroso δημιούργησε το διαδραστικό έργο τέχνης Pret-a-Porte στο Εθνικό Κέντρο Τεχνών στην Πόλη του Μεξικού, το οποίο εφαρμόστηκε αρχικά σε παιδιά και εισήγαγε τη φορητή ενισχυμένη πραγματικότητα στα μουσεία.

Τα παιδιά στέκονταν μπροστά σε έναν ψηφιακά επαυξημένο καθρέφτη, ενδεδυμένα με απλά ρούχα και καλύμματα κεφαλής, τα οποία κοσμούσαν δείκτες AR. Ανάλογα με τους δείκτες, ο καθρέφτης εμφάνιζε πάνω από τα ρούχα των παιδιών διαφορετικά κουστούμια και εξαρτήματα.



Εικόνα 38 Στιγμιότυπο Pret-a-Porte (2005)

Αυτή η μορφή επαυξημένης πραγματικότητας εφαρμόστηκε στο Βρετανικό Μουσείο για πρώτη φορά το 2011 και έλαβε το όνομα «Passport to the Afterlife». Οι συμμετέχοντες, στην συντριπτική τους πλειοψηφία παιδιά, χρησιμοποιούσαν κινητά τηλέφωνα που προμηθεύονταν από το μουσείο για να ανιχνεύουν και να σαρώνουν δείκτες που αποκάλυπταν τρισδιάστατες αναπαραστάσεις των αρχαίων αιγυπτιακών αντικειμένων (Mannion, 2012). Μάλιστα, το εικονικό περιεχόμενο βασιζόταν αποκλειστικά στους δείκτες και ήταν ανεξάρτητο από την τοποθεσία του χρήστη.

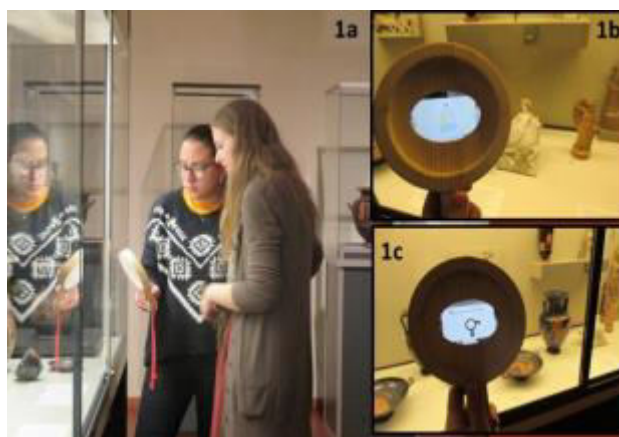


Εικόνα 39 Passport to the Afterlife

Πρόσθετο παράδειγμα αποτελεί το LOUPE, μια φορητή συσκευή AR, η οποία έχει τη μορφή μεγεθυντικού φακού, φυλάσσεται σε ξύλινη θήκη και η χρήση της προσδίδει στο χρήστη-επισκέπτη πληροφόρηση σχετικά με τα διάφορα μουσειακά αντικείμενα.

Ο επισκέπτης-χρήστης κινείται ελεύθερα στο χώρο της έκθεσης και τοποθετεί τη συσκευή μπροστά από τα διάφορα εκθέματα. Όταν η σάρωση επιτευχθεί, ξεκινά η ροή πληροφορίας και η θεματική περιήγηση.

Το LOUPE αποτελεί ένα από τα πρώτα εργαλεία, που προέκυψε από το πρόγραμμα meSch της ΕΕ, για τη δημιουργία απτών διαδραστικών εμπειριών που συνδέουν τη φυσική διάσταση των χώρων πολιτισμού με ψηφιακές πληροφορίες, ενώ στη συνέχεια ακολούθησαν και υιοθετήθηκαν οι διαδραστικές συσκευές οθόνης όπως τα smartphones.



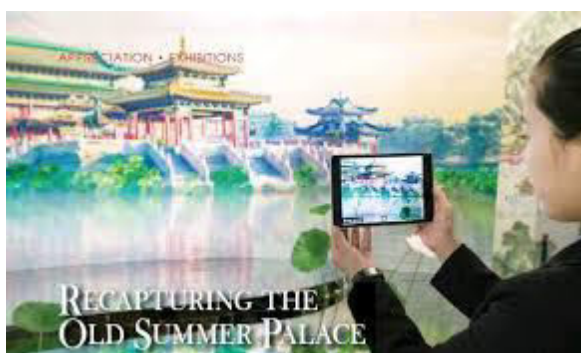
Εικόνα 40 Στιγμιότυπο χρήσης συσκευής LOUPE

Συνεπώς, το επόμενο διάστημα άρχισαν να κυριαρχούν ολοένα και περισσότερο οι έξυπνες φορητές συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα και τα tablets. Η εν λόγω εξέλιξη ήτο προφανής, καθώς οι επισκέπτες στην πλειοψηφία τους κατέχουν ήδη τέτοιες συσκευές, οι οποίες μπορούν να υποστηρίξουν τεχνολογίες AR (Higgett et al., 2016), προσφέροντας επιπλέον μεγαλύτερη κινητικότητα (Wu et al., 2013) και ελαχιστοποιώντας συγχρόνως το κόστος των μουσείων για αγορά εξοπλισμού.

Για παράδειγμα, στο Πεκίνο της Κίνας έχει αναπτυχθεί από τον καθηγητή Guo Daiheng και την ομάδα ερευνητών του μια εφαρμογή, η οποία έχει ανακατασκευάσει

ψηφιακά με τρισδιάστατη τεχνολογία AR το Παλαιό Θερινό Παλάτι (Yuanmingyuan Palace) (Higgett et al., 2016).

Οι επισκέπτες με τη χρήση των iPad αντικρίζουν μια αναβιωμένη εικόνα του παλατιού μέσα από τεχνολογίες VR και AR όπου τους παρουσιάζονται ζωντανά τα κτίρια, τα παλάτια και οι δομές της εποχής.



Εικόνα 41 Αναπαράσταση παλατιού



Εικόνα 42 Αναπαράσταση δομών της εποχής

Πέρα τούτων, ποικίλες εφαρμογές AR στοχεύουν τόσο στην οπτικοποίηση των αρχαιολογικών αντικειμένων, των μνημείων και των πόλεων όσο και στην ανάπτυξη διαδραστικών ηλεκτρονικών οδηγιών, ανοίγοντας παράλληλα το παράθυρο και προς τον τουρισμό.

Αναφορικά με την οπτικοποίηση, το Jewry Wall Museum στο Leicester σχεδίασε μια εφαρμογή η οποία στόχευε στην ανάπτυξη ιστορικά ακριβών ψηφιακών 3D μοντέλων των γνωστών κτιρίων και αντικειμένων προκειμένου να κατοικηθεί η πόλη με τους εικονικούς "ρωμαϊκούς" χαρακτήρες (Higgett et al, 2015) και να παρουσιαστεί η ζωή στην πόλη Leicester κατά τη διάρκεια της ρωμαϊκής περιόδου (Higgett et al., 2016).



Εικόνα 43 Αναπαράσταση λουτρών του Leicester

Παρεμφερή εφαρμογή συνιστά η Streetmuseum Londinium app, η οποία δημιουργήθηκε το 2012 σε συνεργασία του Μουσείου του Λονδίνου και του History Channel και βασίζεται σημαντικά στα εκθέματα που φιλοξενούνται. Πρόκειται για ένα παράδειγμα ψηφιακής προσομοίωσης των ιστορικών γεγονότων της ρωμαϊκής εποχής στην πόλη, όπου οι χρήστες αποκαλύπτουν διαδραστικά με τεχνολογία AR αισθητήρων αρχαία αντικείμενα και τοποθεσίες.



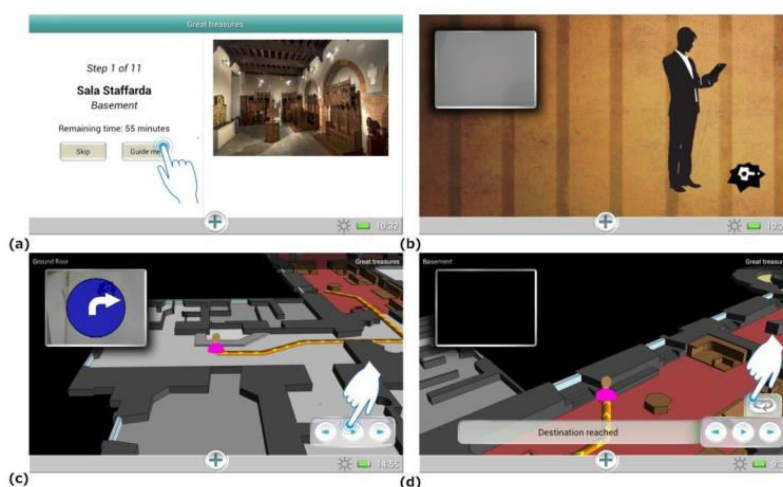
Εικόνα 44 Στιγμιότυπο εφαρμογής Streetmuseum Londinium

Επιπλέον, διαφαίνεται η επέκταση της εφαρμογής της AR και στους ηλεκτρονικούς οδηγούς. Παραδειγματικά, αναφέρεται το MusA (Museum Assistant), ένας διαδραστικός πολυμεσικός οδηγός για κινητές συσκευές, ο οποίος παρέχει το πλαίσιο στο οποίο η επιλογή ποικίλων εργαλείων και λειτουργιών μπορεί να αναπτύξει πολυμεσικούς οδηγούς για κινητές συσκευές.

Η δημιουργία τους εξυπηρετεί τη μελέτη των εκθεμάτων βάσει των ατομικών προτιμήσεων και ενδιαφερόντων των χρηστών και ουσιαστικά την προσωπική σχεδίασης της επίσκεψης τους στους χώρους πολιτισμού.

Το MusA κάνει χρήση της εσωτερικής τοποθέτησης και πλοήγησης του χρήστη (υπηρεσίες βάσει τοποθεσίας, LBS) για την προσφορά χρήσιμων πληροφοριών

(Rubino, Xhembulla, Martina, Bottino & Malnati, 2013) και την ενδυνάμωση της πολιτιστικής και μουσειακής εμπειρίας.



Εικόνα 45 Στιγμιότυπα εφαρμογής MusA

Η δομή του MusA έχει βρει πρόσφορο έδαφος σε δυο κινητές εφαρμογές. Η πρώτη έχει ονομαστεί «Step by Step» και προτείνει θεματικές διαδρομές για την επίσκεψη σε μουσεία, ενώ η δεύτερη «Intiguage in the Museum», ένα παιχνίδι για παιδιά 7-13 ετών, το οποίο βασίζεται στην τοποθεσία και αποσκοπεί να εμπλουτίσει και να κάνει πιο διασκεδαστική τη μουσειακή εμπειρία.

Ένας ακόμη τουριστικός οδηγός που λειτουργεί με τεχνολογία AR με βάση την τοποθεσία, για τη μετάδοση της πληροφορίας και το φιλτράρισμα αυτής, είναι το «Augmented City». Πρόκειται για μια πλατφόρμα που εφαρμόζεται σε έξυπνα γυαλιά και τηλέφωνα και επιτρέπει τη χαρτογράφηση πόλεων με τη χρήση του ARCloud. Το ARCloud συνιστά ένα πραγματικό παγκόσμιο 3D χάρτη, που επιτρέπει την επαύξηση των πληροφοριών, την κοινή χρήση και τη σύνδεσή τους με συγκεκριμένες φυσικές τοποθεσίες.

Το «Augmented City» εξυπηρετεί την πλοήγηση και την ενίσχυση της εμπειρίας της εξοικείωσης του χρήστη με πόλεις ανά τον κόσμο καθώς οι κινητές συσκευές αναγνωρίζουν οπτικά τις τοποθεσίες και παρέχουν σημαντικές πληροφορίες

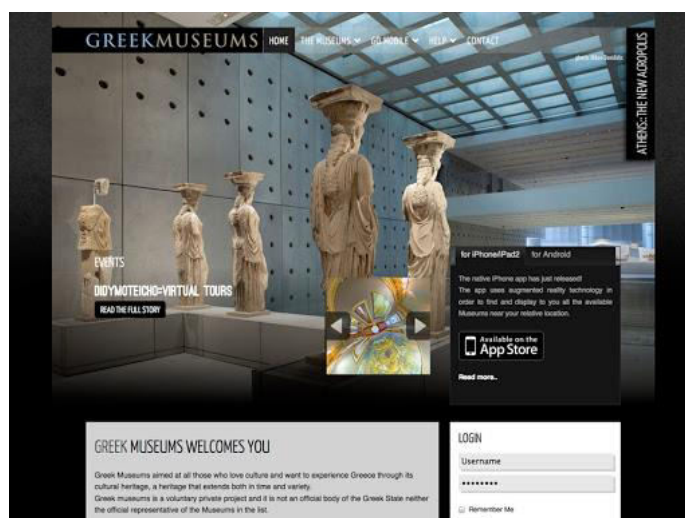
(3D οδηγίες, ονόματα οδών, τοποθεσιών, λειτουργίες, σχόλια προηγούμενων επισκεπτών κα) σε πραγματικό χρόνο.

Όπως προκύπτει και από το παράδειγμα του MusA, η τεχνολογία AR συνδέεται και με εκπαιδευτικά παιχνίδια, τα οποία λειτουργούν βάσει τοποθεσία του χρήστη (Fidas, Sintoris, Yiannoutsou, & Avouris, 2015).

Ακολούθως, γίνεται αναφορά στον Thon (2013), ο οποίος ανέπτυξε ένα «σοβαρό» παιχνίδι AR για την προσέλκυση των νέων σε θέματα κουλτούρας και πολιτισμού, το οποίο χρησιμοποιεί Drones. Συγκεκριμένα, οι επισκέπτες στέκονται εξωτερικά του μουσείου και κατευθύνουν τα drones, επιτρέποντας την ξενάγηση στο μουσείο, απουσία φυσικής παρουσίας.

Το σύστημα λειτουργεί με μια οθόνη η οποία παρουσιάζει τις οπτικές εικόνες από την ενσωματωμένη κάμερα του drone και με ένα χειριστήριο που ελέγχει τη μηχανή, δημιουργώντας ένα σύστημα στόχευσης AR.

Επιλογικά, άξιο αναφοράς καθίσταται ένα ελληνικό παράδειγμα σχεδιασμού και χρήσης AR για την ενίσχυση του ελληνικού πολιτισμού και τουρισμού. Πρόκειται για την εφαρμογή «Greek Museums» (<http://www.greekmuseums.gr/>), η οποία περιλαμβάνει περισσότερα από 400 μουσεία σε όλη την ελληνική επικράτεια και προσφέρει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, με την προϋπόθεση ότι ο ενδιαφερόμενος βρίσκεται στη χώρα.



Εικόνα 46 Στιγμιότυπο εφαρμογής Greek Museum

Πιο αναλυτικά, παρουσιάζει τα πλησιέστερα μουσεία σε ακτίνα 50km από την τοποθεσία του χρήστη και παρέχει χρήσιμο υλικό αναφορικά με τον ακριβή προσδιορισμό της περιοχής του εκάστοτε μουσείου, την απόσταση σε μέτρα από την τρέχουσα θέση, τις ώρες λειτουργίας καθώς και στοιχεία επικοινωνίας (τηλέφωνο, διεύθυνση, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, ιστοσελίδα, χάρτης).

Για την προβολή των μουσείων, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ανάμεσα στην κάμερα AR (προεπιλογή), στην εμφάνιση χάρτη ή/και λίστας. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί λογισμικό δεδομένων που μεταφέρει σε πραγματικό χρόνο και τόπο τις πληροφορίες.

ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ, ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΗ ΚΑΙ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ

Με την επέλαση των νέων τεχνολογιών και την διάδοση της εικονικής και της επαυξημένης πραγματικότητας, η βιομηχανία της ψυχαγωγίας άρχισε να τις εφαρμόζει στη δημιουργία παιχνιδιών (gaming).

Τα παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας ενσωματώνουν το οπτικοακουστικό περιεχόμενο του παιχνιδιού με το υπάρχον περιβάλλον του χρήστη σε πραγματικό χρόνο και προσφέρουν χαλάρωση και διαφυγή.

Σε αντιδιαστολή με τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας, τα παιχνίδια AR εφαρμόζονται σε έξυπνες συσκευές (όπως smartphones, tablets, φορητά συστήματα) και δεν αναζητούν ξεχωριστό χώρο για τη δημιουργία περιβάλλοντος αλλά αξιοποιούν το ήδη υπάρχον, μετατρέποντας το σε πεδίο παιχνιδιού.

Τα πιο σύγχρονα παιχνίδια AR δημιουργούν ένα περιβάλλον από περιβάλλοντα χρηστών και μάλιστα μπορούν να διευρύνουν συνεχώς το πεδίο για να διατηρήσουν αναλλοίωτο το ενδιαφέρον του χρήστη και να καλύψουν τις ανάγκες του.

Στη συνέχεια, ακολουθεί μια κατηγοριοποίηση των AR παιχνιδιών και κάποια ενδεικτικά παραδείγματα αυτών. Η πρώτη κατηγορία αφορά τα παιχνίδια περιπέτειας

(adventure AR games), τα οποία χρησιμοποιούν και επαυξάνουν τους χάρτες και την τοποθεσία σε πραγματικό χρόνο και τόπο.

Ακολούθως, έπονται τα προσφιλή παιχνίδια στόχευσης και αναζήτησης (AR shooting games, quest games), στα οποία οι χαρακτήρες μεταφέρονται από τον οθόνη του υπολογιστή στον πραγματικό κόσμο. Ένα ακόμη είδος είναι τα αθλητικού ενδιαφέροντος (sport AR games) αλλά και τα επιτραπέζια παιχνίδια (table/board games), που ενδείκνυνται για περισσότερους από έναν παίκτες.

Παραδείγματα AR gaming:

▶ Adventure Augmented Reality Games

Pokemon GO

Το πρώτο σε προτιμήσεις και κατεβάσματα (downloads) παιχνίδι AR, το οποίο κυκλοφόρησε το 2016 από την Niantic για συσκευές iOS και Android, στις οποίες διατίθεται δωρεάν.

Εκδόθηκε από την εταιρεία The Pokémon Company ως μέρος της σειράς Pokémon και πρόκειται για ένα παιχνίδι περιπέτειας, το οποίο, βάσει του GPS και της κάμερας της έξυπνης συσκευής, αποτυπώνει το πεδίο μάχης στον πραγματικό κόσμο και εμφανίζει εικονικά πλάσματα Pokémon στο περιβάλλον του χρήστη.

Jurassic World Alive

Δημιουργήθηκε από την εταιρεία Ludia, η οποία είναι υπεύθυνη για τα παιχνίδια Jurassic Park σε κινητά. Το σενάριο του παιχνιδιού αφορά την επιστροφή των δεινοσαύρων και η αποστολή του χρήστη είναι να εξερευνήσει τη γύρω περιοχή με τεχνολογία βάσει τοποθεσίας, να τους εντοπίσει συλλέγοντας το DNA τους για την δημιουργία υβριδίων στα ειδικά εργαστήρια και να τους προφυλάξει από την εξαφάνιση.



Εικόνα 47 Στιγμιότυπο Jurassic Park Alive

Η λειτουργία του παιχνιδιού βασίζεται στην αναζήτηση των δεινοσαύρων βάσει χαρτογράφησης του πραγματικού κόσμου και περιλαμβάνει περπάτημα σε μεγάλο εύρος αυτού.

► AR shooting Games/ Quest

Army of Robots

Ένα διαδραστικό παιχνίδι AR για έξυπνες συσκευές, το οποίο σαρώνει περιοχές και φυσικά αντικείμενα στο περιβάλλον του χρήστη για να εντοπίσει τον εχθρό. Στόχος η καταστροφή των εχθρικών ρομπότ στοχεύοντας εναντίον τους στον πραγματικό κόσμο.



Εικόνα 48 Στιγμιότυπο Army of Robots

The Walking Dead Our World

Το παιχνίδι περιπέτειας ζόμπι στην AR είναι ένα επιπρόσθετο παράδειγμα της κατηγορίας στόχευσης. Ο παίκτης λαμβάνει το ρόλο ενός επιζώντος μέσω avatar κατά την αποκάλυψη των ζόμπι στον πραγματικό κόσμο και προσπαθεί να πολεμήσει τους περιπατητές και να καταστείλει την πανδημία.



Εικόνα 49 Στιγμιότυπο W.D

Father.iO

Το παιχνίδι μεταφέρει την επαυξημένη πραγματικότητα και τη δράση στην καθημερινή ζωή, μετατρέποντας τον κόσμο σε ένα πελώριο πεδίο μάχης, όπου οι χρήστες καλούνται να εντοπίσουν τους αντιπάλους μέσω GPS και να κυριαρχήσουν.



Εικόνα 50 Στιγμιότυπο Father.iO

► Sport AR Games

AR sports basketball

Ένα παιχνίδι καλαθοσφαίρισης με χρήση ενισχυμένης πραγματικότητας, το οποίο δημιουργήθηκε αποκλειστικά για την AppleARKit και επιτρέπει στον χρήστη να εξασκηθεί σε βολές σε οποιοδήποτε μέρος ή χρονική στιγμή.

▶ AR table/board games

Jenga AR

Το κλασικό παιχνίδι του Jenga με ενσωματωμένη λειτουργία ενισχυμένης πραγματικότητας.

Τέλος, αξίζει να γίνει αναφορά στη χρήση της τεχνολογίας AR για την προώθηση παιχνιδιών. Συγκεκριμένα, ο ιστότοπος του παιχνιδιού Assassin's Creed 2 προτρέπει τους χρήστες να παρακολουθήσουν ένα βίντεο και στη συνέχεια να εκτυπώσουν σύμβολα που εμφανίζονται στο παιχνίδι. Κατόπιν, μέσω web κάμερας λύνουν ένα γρίφο και τους αποκαλύπτονται τρισδιάστατες εικόνες του νέας έκδοσης του.

MARKETING, ΔΙΑΦΗΜΙΣΗ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΟ

Το μάρκετινγκ από τη φύση του στοχεύει στην αποτελεσματική ικανοποίηση των ανθρώπινων και επιχειρησιακών ή οργανωσιακών αναγκών και συνεπώς η επαυξημένη πραγματικότητα δεν θα μπορούσε να απουσιάζει από το πεδίο ενδιαφέροντός του.

Αυτό οφείλεται στο ότι η τεχνολογία AR συνιστά ένα πολύτιμο ψηφιακό εργαλείο, το οποίο είναι φιλικό προς το χρήστη, εύκολο στην κατασκευή και στοχεύει στον εντυπωσιασμό του καταναλωτή (Κουτρελάκος, 2012) αλλά και σε μια μεγαλύτερη δημιουργία αξίας και αφοσίωσης του για το εκάστοτε προϊόν. Ακόμη, επιδιώκει την «επανασύνδεση της φυσικής και ψηφιακής λιανικής», σύμφωνα με τον Greg Jones, διευθυντή της AR και της VR στο Google.

Οι marketers, συνεπώς, αξιοποιούν την AR για να προσεγγίσουν το καταναλωτικό κοινό με διάφορες διαδραστικές και ενδιαφέρουσες για τον χρήστη

στρατηγικές. Για παράδειγμα, ενσωματώνουν το gamification, τοποθετούν και επαυξάνουν αντικείμενα με στόχο οι πελάτες να οραματιστούν μια εν δυνάμει αγορά έστω και αν δεν έχουν φυσική επαφή με το προϊόν, αποκτώντας αυθεντικές εμπειρίες.

Επίσης, μέσω της ενισχυμένης πραγματικότητας μπορούν να δημιουργήσουν μια ιστορία (AR Brand Storytelling) για το brand τους για τη σύζευξη καταναλωτή και εμπειρίας αγοράς. Άλλη στρατηγική είναι η εικονική περιήγηση στο κατάστημα ώστε το κοινό να ενημερωθεί και να δοκιμάσει τα προϊόντα.

Με βάση τα παραπάνω, καθίσταται σαφές ότι οι marketers δημιουργούν και προσφέρουν διαδραστικές ψηφιακές εμπειρίες στους καταναλωτές προκειμένου όχι μόνο να προωθήσουν και να πουλήσουν τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες που παρέχουν αλλά και για να αναγνωρίζουν μια μάρκα και έτι περισσότερο να τη συνδέουν με ένα προϊόν ή μια υπηρεσία συγκεκριμένης εταιρείας (brand awareness).

Στη συνέχεια, παραθέτονται παραδείγματα εφαρμογής των προαναφερθεισών στρατηγικών μάρκετινγκ (Gilliland, N., 2019).

ASOS –«Virtual Catwalk»

Η εταιρεία ενδυμάτων Asos ανέπτυξε το 2019, σε συνεργασία με την AR εταιρεία HoloMe, μια λειτουργία επαυξημένης πραγματικότητας στην εφαρμογή της για περίπου 100 προϊόντα Asos Design, η οποία ονομάστηκε «Virtual Catwalk».



Εικόνα 51 Virtual Catwalk App

Το χαρακτηριστικό αυτό επιτρέπει στους καταναλωτές να επιλέξουν σχέδια της αρεσκείας τους από τη συλλογή ρούχων και κατόπιν να προβάλλουν τα προϊόντα σε πραγματικό χρόνο πάνω σε μοντέλα. Η οπτικοποίηση, στη συνέχεια, βοηθά τον πελάτη να αντιληφθεί αν η συγκεκριμένη επιλογή τον εκφράζει και αν του ταιριάζει.

Η εφαρμογή λειτουργεί όταν ο χρήστης στοχεύσει την κάμερα της έξυπνης συσκευής σε επίπεδη επιφάνεια και επιλέξει το κουμπί «AR» στη σελίδα του προϊόντος. Έπειτα, ενεργοποιείται η εικονική πασαρέλα και εμφανίζονται στην οθόνη τα μοντέλα ενδεδυμένα κατάλληλα, παρέχοντας τη δυνατότητα προβολής υπό διαφορετικές γωνίες αλλά και παύσης για να σταθεί το μοντέλο ακίνητο.

Η επιλογή της εταιρείας φαίνεται να προσφέρει στον χρήστη έναν νέο και άμεσο τρόπο προβολής των προϊόντων, ενισχύοντας σημαντικά στην εμπειρία ηλεκτρονικών αγορών.

Man City – AR-driven stadium tour

Το 2019, η Manchester City FC, στα πλαίσια των 125^{ων} γενεθλίων του συλλόγου, σχεδίασε μια ξεχωριστή περιήγηση στα γήπεδα με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας και τρισδιάστατων ολογραμμάτων για να προσφέρει στους οπαδούς μια μοναδική εμπειρία.

Με τη χρήση υψηλής τεχνολογίας και της AR, οι επισκέπτες «συντροφεύουν» και «αλληλεπιδρούν» με τον διευθυντή της Manchester City, Pep Guardiola, ενώ με την ενσωμάτωση του 3D ολογραφικού περιεχομένου και της οθόνη 360° οι οπαδοί μεταφέρονται ανά την ιστορία και τις επιτυχίες τόσο του συλλόγου όσο και του Manchester.

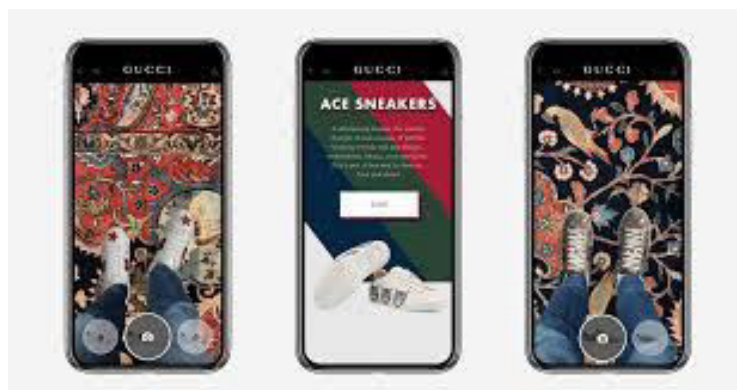


Εικόνα 52 Στιγμιότυπο περιήγησης Man City

Gucci – ‘try on’ shoes in AR

Η Gucci, μια από τις πιο δημοφιλείς μάρκες πολυτελείας μόδας, σε συνεργασία με την εταιρεία Wannaby, αναβάθμισε την εφαρμογή της με την προσθήκη μιας λειτουργίας AR, η οποία δίνει στους πελάτες τη δυνατότητα να «δοκιμάσουν» τη συλλογή πάνινων παπουτσιών της Ace.

Οι χρήστες επιλέγουν ανάμεσα στα διαθέσιμα είδη και στρέφοντας την κάμερα προς τα κάτω εμφανίζονται εικονικά τα υποδήματα πάνω τους. Η εφαρμογή μάλιστα ανταποκρίνεται σε διαφορετικές γωνίες της κάμερας και επιτρέπει την κίνηση των ποδιών, χωρίς να αλλοιώνεται η αναπαράσταση. Ακόμη, υποστηρίζεται η λήψη φωτογραφιών και η κοινοποίηση τους στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.



Εικόνα 53 Gucci AR App

Toyota – vehicle demo

Η Toyota, με την υποστήριξη της ψηφιακής αντιπροσωπείας Brandwidth, παρουσίασε το 2019 την εφαρμογή (για iPad) Hybrid AR, η οποία διευκόλυνε τους ενδυνάμει αγοραστές να εξοικειωθούν με το νέο μοντέλο της C-HR, εμφανίζοντας το σε όλες τις ποιότητες και τα διαθέσιμα χρώματα.

Ακόμη, μέσω της εφαρμογής, μπορούσαν να εξερευνήσουν σε βάθος τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά του αυτοκινήτου, τη λειτουργία του συστήματος μετάδοσης κίνησης καθώς και να κατανοήσουν τις σχολαστικές λεπτομέρειες σχετικά με την υβριδική τεχνολογία που χρησιμοποιεί.



Εικόνα 54 Hybrid AR App

Κατάλογος IKEA (2013)

Η εταιρεία επίπλων IKEA κυκλοφόρησε το 2013 μια εφαρμογή, η οποία αποκτούσε νόημα σε συνδυασμό με τον έντυπο κατάλογο της. Η εφαρμογή περιείχε έναν ψηφιακό κατάλογο με το σύνολο των προϊόντων της με λειτουργίες ενισχυμένης πραγματικότητας και οι χρήστες προτάσσοντας την κάμερα του κινητού τους μπορούσαν να αποτυπώσουν στον οθόνη έπιπλα και στοιχεία του καταλόγου στο φυσικό χώρο τους.

Με αυτόν τον τρόπο, τελούταν μια οπτική αναπαράσταση του τρόπου με τον οποίο ένα προϊόν προβαλλόταν στην πραγματική ζωή, των πιθανών θέσεων καθώς

και των διαστάσεων του. Παράλληλα, δινόταν η ευκαιρία στους χρήστες να απαθανατίσουν τα στιγμιότυπα αλλά και να εμφανιστούν αυτοπροσώπως στο πλάνο πλάι στα εικονικά προϊόντα.



Εικόνα 55 Στιγμιότυπο IKEA catalogue

Rekorderlig – mixed reality experiential marketing

Η εταιρεία μηλίτη Rekorderlig, στα πλαίσια προώθησης και διαφήμισης των προϊόντων της, εμπνεύστηκε από την παράδοση της Σουηδίας, το Midsummer και δημιούργησε το «Rekorderland» στην Southbank του Λονδίνου το καλοκαίρι του 2019 για διάστημα έξι εβδομάδων.

Η διεξαγωγή του Rekorderland συντέλεσε στη γνωριμία του καταναλωτικού κοινού με τα προϊόντα Rekorderlig's Botanicals, συνθέτοντας και επαυξάνοντας τα φυσικά με ψηφιακά στοιχεία σε ένα χαλαρό και κοινωνικό περιβάλλον, για τη δημιουργία θετικής αντίληψης για το brand.

Οι επισκέπτες προμηθεύονταν με γυαλιά Magic Leap AR και φορώντας τα μπορούσαν να αλληλεπιδράσουν πολυαισθητικά με τα φρούτα και τις γεύσεις του Rekorderlig. Επίσης, με φίλτρα και δείκτες του Snapchat οι χρήστες είχαν τη δυνατότητα να επαυξήσουν τα ποτά τους.



Εικόνα 56 Στιγμιότυπο εκδήλωσης
Rekorderlig

Καμπάνια AR της Pepsi

Η Pepsi, κατά το λανσάρισμα της Pepsi Max το 2014, δημιούργησε μια πρωτότυπη διαφημιστική καμπάνια με τεχνολογία AR, την οποία τοποθέτησε σε στάσεις λεωφορείων στο Λονδίνο. Από το περιεχόμενο της ξεπηδούσαν ιπτάμενα μπαλόνια, ρομπότ, αστεροειδείς, τίγρεις με τα οποία οι αμέριμνοι πολίτες αλληλεπιδρούσαν.



Εικόνα 57 Καμπάνια Pepsi

Στο τελευταίο αυτό παράδειγμα διαφαίνεται ότι η AR στο μάρκετινγκ και τη διαφήμιση κυριάρχησε έναντι της προγενέστερης VR και αποδεικνύει ότι η ενισχυμένη πραγματικότητα δεν απαιτεί απαραίτητα τη χρήση υπολογιστή ή smartphone.

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας εφαρμόζεται επίσης στους τομείς της αρχιτεκτονικής, των κατασκευών και της πολεοδομίας σε ότι αφορά το σχεδιασμό εσωτερικών εγκαταστάσεων και προϊόντων, καθώς σύμφωνα με τους Caarls et al. (2009) παρέχεται οποιαδήποτε στιγμή η δυνατότητα τροποποιήσεων και παρεμβάσεων ανεξαρτήτως σταδίου εργασιών.

Επιπρόσθετα, η τεχνολογία AR συμβάλλει σημαντικά στην απεικόνιση κτιριακών υποδομών. Ενδεικτικά, αναφέρεται το CityViewAR, το οποίο αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο του Canterbury μετά το σεισμό του Christchurch το 2010.

Πρόκειται για μια εφαρμογή κινητής AR, η οποία παρείχε τη δυνατότητα στους μηχανικούς της πόλης να αναπαραστήσουν τα κατεστραμμένα κτίρια, ενώ παράλληλα, επέτρεψε στους ανθρώπους να αντικρύσουν την πόλη στην προηγούμενη της κατάσταση.

Με ένα κινητό τηλέφωνο και τα εργαλεία του GPS και της πυξίδας, εμφανίζονται στους ανθρώπους σε διάφορα σημεία της πόλης τα εικονικά μοντέλα των τότε κτιρίων καθώς και φωτογραφικό ή/και πληροφοριακό υλικό.



Εικόνα 58 City View AR

Επίσης, το Trimble SiteVision είναι ένα υψηλής ακρίβειας σύστημα AR για εξωτερικούς χώρους, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα απεικόνισης πολύπλοκων πληροφοριών και χωρικών δεδομένων σε απλές και ξεκάθαρες απεικονίσεις στο

πραγματικό περιβάλλον του χρήστη και βρίσκει εφαρμογή στους τομείς των κατασκευών και της αρχιτεκτονικής .

Αποτελεί χρήσιμο εργαλείο που προβάλλει οπτικά τρισδιάστατα μοντέλα σε πραγματική κλίμακα και συνδέει αποτελεσματικά τον φυσικό και ψηφιακό κόσμο, σημειώνοντας την πρόοδο στην τοποθεσία και με πλήρη διαχείριση της ποιότητας.



Εικόνα 59 Trimble SiteVision

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας έχει επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό το πλαίσιο εργασίας ενός αρχιτέκτονα καθώς οι σύγχρονες συνθήκες επιτάσσουν το σχεδιασμό επαυξημένων εφαρμογών με σκοπό να προκύπτουν τεχνητά περιβάλλοντα και να διαμορφώνονται υβριδικοί χώροι, που επαυξάνουν τα όρια του υλικού κόσμου και προσδίδουν στον χρήστη την ελευθερία να διαμορφώσει την προσωπική του πραγματικότητα.

Συνεπώς, πέραν των τρισδιάστατων κινούμενων απεικονίσεων σε 2D γραφικά, ο σύγχρονος αρχιτέκτονας πλάθει ένα δυναμικό περιβάλλον, με ισχυρή ταυτότητα, όπου ο χρήστης ενεργητικά βαίνει μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου.

2^ο Κεφάλαιο

2.1 Κινητή μάθηση- ΤΠΕ

Η επαυξημένη πραγματικότητα συγχωνεύει το φυσικό με τον εικονικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο και παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να αλληλεπιδρά με τον πραγματικό κόσμο, να αντιλαμβάνεται τα ψηφιακά αντικείμενα πάνω του και να ελίσσεται μεταξύ των δυο κόσμων.

Συνιστώντας μια από τις σύγχρονες δυνατότητες των ΤΠΕ, επιτρέπει στο χρήστη όχι μόνο να πληροφορείται για το περιβάλλον και να διαχειρίζεται τα εικονικά αντικείμενα κατά βούληση αλλά παράλληλα, μέσα από την υπέρθεση τους, παρέχει σε αυτόν εργαλεία σχολιασμού του χώρου (Wu et al., 2013).

Η ιδιότητα της ως πανταχού παρούσα της επιτρέπει να υφίσταται και να χρησιμοποιείται σε ποικίλες εκφάνσεις και εφαρμογές της καθημερινής ζωής. Με προδιαγραφές να αξιοποιείται την ίδια στιγμή από παραπάνω του ενός χρήστες ενισχύει την αλληλεπίδραση πέραν των εικονικών αντικείμενων και με άλλους ανθρώπους (Broll, Lindt, Herbst, Ohlenburg, Braun, &Wetzel, 2008).

Οι ολοένα και αυξανόμενες τεχνολογικές εξελίξεις και καινοτομίες βρίσκονται σε άμεση αλληλεπίδραση με το κομμάτι της εκπαίδευσης, καθώς την επηρεάζουν (Melhuish&Falloon, 2010) και τη διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό. Άλλωστε, η πρόοδος κάθε συστήματος εκπαίδευσης συνδέεται σημαντικά με τον εναγκαλισμό των νεότερων τεχνολογιών (Φωκίδης & Φωνιαδάκη, 2017). Συνεπώς, η εκπαίδευση ενσωματώνει τις τεχνολογικές αλλαγές στη μαθησιακή διαδικασία προκειμένου να επιτευχθεί και να κατακτηθεί η μάθηση με όλα τα διαθέσιμα εφόδια και εργαλεία.

Η ψηφιακή τεχνολογία AR εντάσσει τους χρήστες σε ένα περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας, με τα εικονικά αντικείμενα να πλαισιώνουν τον φυσικό κόσμο, συνδέοντας την πραγματικότητα με την εικονικότητα (Silva, 2009). Τα αντικείμενα αυτά μπορεί να αποτελούνται από κείμενο, εικόνα, βίντεο, 3D μοντέλα ή κάποιο συνδυασμό τους.

Διαχέεται επίσης μέσω των έξυπνων συσκευών και καθιστούν πράξη την «εδώ και τώρα κινητή μάθηση» (Martin&Ertzberger, 2013). Ο όρος συναντάται στη βιβλιογραφία ως "κινητή μάθηση, m-learning" και "πανταχού παρούσα μάθηση, ubiquitous learning".

Αποτελεί εξέλιξη των διαδικασιών ηλεκτρονικής (e-Learning) και εξ αποστάσεως μάθησης (d-Learning), με τη διαφορά ότι αξιοποιεί πλήρως τις φορητές συσκευές πληροφορικής και την ασύρματη τεχνολογία, μετασχηματίζοντας τις σε μια τεράστια εκπαιδευτική πλατφόρμα για την υποστήριξη της διδασκαλίας.

Ο όρος περιγράφει τη διαδικασία κατά την οποία αποκτώνται γνώσεις και δεξιότητες μέσω των φορητών συσκευών (Dye, 2006), με τις οποίες αλληλεπιδρά ο χρήστης και σχηματίζονται μαθησιακές εμπειρίες ανεξάρτητες από τοπικούς ή χρονικούς περιορισμούς (Quinn, 2000). Αυτός ο τύπος μάθησης προσφέρεται οπουδήποτε βρίσκεται ο χρήστης (Sailor, 2012), καθιστώντας τις εκπαιδευτικές δυνατότητες εύχρηστες, προσβάσιμες και προσιτές σε όλους.

Στο επίπεδο της τάξης, εμπλουτίζει το υφιστάμενο μοντέλο διδασκαλίας με πρόσθετο υλικό (Lohnari, 2016), ενώ έχει τη δυνατότητα να προσφέρει νέες προοπτικές και σημαντικές αλλαγές, με στόχο σύμφωνα με τον Clark Quinn τη βελτίωση της μάθησης/απόδοσης, η οποία αποτελεί την ουσία της κινητής μάθησης.

Αποδεικνύεται ότι στην εποχή μας με την κυριαρχία των κινητών συσκευών και της συνακόλουθης δυνατότητας τους να υποστηρίζουν εφαρμογές AR, το ενδιαφέρον έχει στραφεί προς την ενισχυμένη πραγματικότητα, η οποία έχει αποκτήσει πρωτοφανή εμπορική και εκπαιδευτική διάσταση.

2.2 Έρευνες σχετικά με την παιδαγωγική αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η ενισχυμένη πραγματικότητα προβλέπεται να αποτελέσει μια νέα, ανερχόμενη και πολλά υποσχόμενη τεχνολογία στο χώρο της εκπαίδευσης. Σε άρθρο που δημοσιεύτηκε στο NMC Horizon Report το 2016, αναφέρεται πως οι τεχνολογίες AR και VR είναι κατάλληλα προετοιμασμένες να επιδράσουν και να διαμορφώσουν τη μάθηση, μεταφέροντας το μαθητικό δυναμικό σε οποιοδήποτε μέρος με παράλληλο μετασχηματισμό της διδασκαλίας, ενισχύοντας τους εκπαιδευόμενους και εμπλέκοντας τους τελικά στην εις βάθος μάθηση.

Επίσης, το ίδιο άρθρο περιγράφει τη συμβολή της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση μέσα από τη μεταφορά του περιεχομένου του μαθήματος σε συνθήκες περιβάλλοντος που αποτυπώνουν καταστάσεις της καθημερινής ζωής, στις οποίες βρίσκει εφαρμογή.

Σύμφωνα με τους Johnson et al. (2010, p. 21, όπ. εμφ. στο Kangdon, 2012), «η ενισχυμένη πραγματικότητα μπορεί να προσφέρει πλαισιωμένες μαθησιακές εμπειρίες» και ουσιαστική πληροφορία στον πραγματικό κόσμο.

Κατά συνέπεια, ένα πλήθος ερευνών με εκθετική αύξηση άρχισε να διεξάγεται σχετικά με το πώς η AR μπορεί να ενσωματωθεί στο σχολικό πλαίσιο, με τα ενδεχόμενα αποτελέσματα και την προσφορά της στη μάθηση.

Τα αποτελέσματα των ερευνών, όπως αναλύονται παρακάτω, επικεντρώνονται κυρίως στη θετική συνεισφορά της και τις καλές πρακτικές, παρόλο που βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο και δεν έχει υιοθετηθεί ευρέως σε ακαδημαϊκά πλαίσια (Shelton, 2002). Ωστόσο, γίνεται αναφορά και στους περιορισμούς και τα εμπόδια που αναφέρονται, με στόχο την αντιμετώπιση τους και τη βελτίωση της εφαρμογής της.

Αδιαμφισβήτητα, οι έρευνες ευνοήθηκαν από τις ραγδαίες εξελίξεις των κινητών τεχνολογιών, την κοινωνική ελκυστικότητα και αποδοχή των τεχνολογιών ΤΠΕ από τη νέα γενιά και από τις νεότερες παιδαγωγικές στρατηγικές που προωθούν την εξατομικευμένη χρήση τους.

Αρχικά, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί προς ενίσχυση και διδασκαλία ποικίλων γνωστικών πεδίων, κυρίως σε ό,τι αφορά την επιστήμη (Chen, Liu, Cheng&Huang, 2011-2016), τόσο της σχολικής κοινότητας όσο και πέραν των στεγανών της ως πανταχού παρούσα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Έχει τη δυνατότητα να διατηρεί ενεργοποιημένους τους μαθητές (Κωσταράς, 2010), κάθε ηλικίας (Billinghamst&Duenser, 2012), αρκεί το προσφερόμενο υλικό να εμπίπτει στα ενδιαφέροντα τους (DiSerio, Ibañez, Kloos, 2013).

Οι Bacca et al. (2014) κατά την ανάλυση 32 ερευνών στο χρονικό διάστημα 2003-2013 συμπέραναν ότι η AR τις περισσότερες φορές λειτούργησε προς διασαφήνιση θεμάτων, ήτοι την ενίσχυση της μάθησης και την παροχή πρόσθετων ψηφιακών στοιχείων (με χρήση δεικτών) στους μαθητές. Σύμφωνα, επίσης, με τους ίδιους ερευνητές τα οφέλη της χρήση AR απαντώνται σε αρκετές υποκατηγορίες πλεονεκτημάτων και δεν μπορούν να περιοριστούν σε μια ευρεία κατηγορία.

Επίσης, πρόσφατα οι Fotaris et al. (2019) συγκέντρωσαν και μελέτησαν έρευνες σχετικά με την αποτελεσματικότητα της AR και διαπίστωσαν πολλαπλά οφέλη σε ό,τι αφορά τη μαθησιακή απόδοση σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που ενσωματώνουν την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας.

Ωστόσο, διαπίστωσαν ότι η πλειονότητα των εκπαιδευτικών εφαρμογών βασίζονται στη χρήση φυσικού δείκτη καθώς αποδεικνύονται πιο σταθεροί και εντοπίζονται πιο εύκολα. Συνεπώς, για μια ωφέλιμη και ποιοτική μαθησιακή εμπειρία είναι σημαντικό οι εφαρμογές χωρίς δείκτη και τοποθεσίας του χρήστη να αναπτυχθούν περαιτέρω.

Στην παρούσα εργασία, συντελείται απόπειρα συγκέντρωσης και κατηγοριοποίησης τους με βάση τη συνάφεια. Επομένως, οι έρευνες συγκλίνουν στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Κατανόηση χωρικών και χρονικών εννοιών:

Τα συστήματα AR προσφέρουν στο χρήστη μια ευκρινή αναπαράσταση των χωρικών και χρονικών εννοιών και ταυτόχρονα καθιστούν κατάδηλη τη σχέση μεταξύ ψηφιακού αντικειμένου και φυσικού περιβάλλοντος (Sin&Zaman, 2010).

Θετικά αποτελέσματα στην κατανόηση των χωρικών δομών και στο κομμάτι της αποστήθισης και των συσχετισμών της γλώσσας παρουσίασε ο Radu (2012 & 2014), στα πλαίσια ερευνητικής σύγκρισης της μάθησης σε περιβάλλοντα ή μη AR. Η ορθή αντίληψη της χωρικής αλληλοσυσχέτισης πολύπλοκων και αφηρημένων εννοιών σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας μελετήθηκε και από τους Cheng&Tsai (2013).

2. Αλληλεπίδραση με αντικείμενα και καταστάσεις πέραν της καθημερινής ζωής:

Μέσα από τις εφαρμογές AR, οι μαθητές βιώνουν και αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο με εικονικά αντικείμενα ή φαινόμενα που δεν θα μπορούσαν να συναντήσουν στο φυσικό κόσμο (Klopfer και Squire, 2008). Παράγοντες όπως η απόσταση, το μέγεθος των αντικειμένων, η ανάγκη εξοπλισμού, η επικινδυνότητα και η μη φυσική υπόσταση τους καθιστούν την επαυξημένη πραγματικότητα ιδιαίτερα ωφέλιμη ακόμη και όταν πρόκειται για την εκμάθηση αφηρημένων ή πολύπλοκων εννοιών.

Ακόμη, σύμφωνα με τους Jerry&Aaron (2010), μέσα από τις εφαρμογές AR, οι μαθητές καλλιεργούν και εξελίσσουν την δυνατότητα σύνδεσης και εφαρμογής των όσων προσλαμβάνουν στην καθημερινή τους ζωή.

3. Οπτικοποίηση εννοιών και βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων:

Οι Φωκίδης & Φωνιαδάκη (2017) διερεύνησαν κατά πόσο η ενσωμάτωση φορητών συσκευών σε συνδυασμό με εφαρμογές AR επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα στη εκπαιδευτική διαδικασία σε σχέση με τη συμβατική διδασκαλία. Το πόρισμα της έρευνας έδειξε ότι οι μαθητές που διδάχθηκαν με χρήση AR παρουσίασαν μεγαλύτερο βαθμό κατάκτησης και αφομοίωσης της προσφερόμενης γνώσης. Παράγοντες όπως η αμεσότητα των εφαρμογών, η αλληλεπίδραση και η οπτικοποίηση των εννοιών φαίνεται πως συνέθεσαν ένα πολύτιμο περιβάλλον μάθησης.

Ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο, το οποίο λειτουργεί με τη χρήση τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας, οπτικοποιεί άμεσα και σε πραγματικό περιβάλλον όχι μόνο το μαθησιακό υλικό αλλά πολύπλοκες χωρικές σχέσεις και αφηρημένες έννοιες (Arvanitis et al., 2007). Η οπτικοποίηση επιτυγχάνεται με την προσθήκη συνθετικών 2D ή 3D αντικειμένων προκειμένου αφενός οι μαθητές να αλληλεπιδρούν με αυτό (Kangdon, 2012· Wu et al., 2013) και αφετέρου προς επαύξηση της οπτικής αντίληψης του συστήματος (Arvanitis et al., 2007).

Συνεπώς, οι εκπαιδευόμενοι δύνανται να χειριστούν, να παρατηρήσουν και να μελετήσουν το υλικό από διαφορετικές οπτικές γωνίες (Chen, Chi, Hung, & Kang, 2011; Ko et al., 2011; Kerawalla et al., 2006; Wu et al., 2013). Εν κατακλείδι, διαφαίνεται με τα παραπάνω εργαλεία οι μαθητές ανακαλύπτουν τη γνώση πιο αποτελεσματικά συγκριτικά με άλλα περιβάλλοντα μάθησης (Wu et al., 2013) και οι έννοιες κατακτώνται βαθύτερα καθώς απλοποιούνται και γίνονται κατανοητές.

4. Αυτονομία και έλεγχος στη μαθησιακή διαδικασία:

Η αυτονομία των μαθητών προκύπτει από τη δυνατότητα να ρυθμίσουν την πρόσληψη γνώσης με τη δική τους ταχύτητα και πορεία (Hamilton&Olenewa, 2010), κάτι που σύμφωνα με τον Falloon (2013) δημιουργεί επίσης θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Οι μαθητές αλληλεπιδρούν και ασχολούνται με τις εφαρμογές AR ατομικά και χωρίς την παρουσία και συμβολή του εκπαιδευτικού. Έτσι, αποκτούν γνώσεις και αξιοποιούν τις ευκαιρίες μάθησης την κατάλληλη στιγμή, χωρίς πίεση και άγχος (Yuen et al., 2011), διατηρώντας τον έλεγχο.

5. Ενίσχυση ενδιαφέροντος και αυξημένα κίνητρα μάθησης:

Ποικιλία ερευνών έχουν υπογραμμίσει την θετική επίδραση της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας σε ότι αφορά το ενδιαφέρον, τα κίνητρα και την προσοχή των μαθητών. Σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, που πλαισιώνουν το υπό μελέτη γνωστικό αντικείμενο με AR, παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον των μαθητών (DiSerio et al., 2013) καθώς το περιεχόμενο είναι ενδεδυμένο και

παρουσιάζεται με ένα οπτικά και νοηματικά ελκυστικό τρόπο (Kucirkova et al., 2014). Αυτόματα, λοιπόν, πληθαίνουν τα κίνητρα και ο βαθμός εμπλοκής των μαθητών (Ατσικπάση & Φωκιάδης, 2016) και έτσι μεγιστοποιείται η προσοχή τους, συμμετέχοντας ενεργά στην μαθησιακή διαδικασία, όπου αποτυπώνονται τα αντίστοιχα θετικά αποτελέσματα (Lee, 2012; Wu et al., 2013).

Η μελέτη των Billinghamurst και Duenser (2012), αναφορικά με την ενεργή συμμετοχή των παιδιών, αποκαλύπτει και την αύξηση της συμμετοχής των μαθητών που προσλαμβάνουν τη μάθηση αποτελεσματικότερα με οπτικό και κιναισθητικό τρόπο. Έρευνες για τα αυξημένα κίνητρα απαντώνται επίσης στο έργο των Chang, Hou, Sung, Chao, & Lee (2014), ενώ την αύξηση του ενδιαφέροντος και της προσοχής έχουν μελετήσει οι Cai et al. (2013), Radu (2014) και Akcayir et al. (2016).

6. Ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας και θετικής στάσης:

Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα της εμπλοκής της τεχνολογίας AR στην εκπαίδευση είναι η καλλιέργεια δεξιοτήτων συνεργασίας (Perry, 2015) τόσο μεταξύ μαθητή-εκπαιδευτικού όσο και μεταξύ μαθητή με μαθητή (Billinghamurst, 2002).

Οι μαθητές μέσω της AR, μεταφέρονται σε επαυξημένο περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο, αλληλεπιδρούν με τα ψηφιακά αντικείμενα και μέσα από την επαφή με τους άλλους αποκτούν συναισθηματικές και συνεργατικές δεξιότητες (Wu et al., 2013).

Η παραδοσιακή διδασκαλία φαίνεται να ενσωματώνει νέα χαρακτηριστικά, προωθώντας την επίλυση προβλημάτων και την συνεργατική διερεύνηση της γνώσης (Billinghamurst&Duenser, 2012).

Ακόμη, κυριαρχεί ένα θετικό κλίμα και οι αποδέκτες είναι θετικά διακείμενοι προς το μάθημα και τη χρήση των τεχνολογιών ενισχυμένης πραγματικότητας (Chen et al. 2016) και απολαμβάνουν τη διαδικασία ανακάλυψης και εξερεύνησης (Cai, Wang&Chiang, 2014).

7. Αυθεντικότητα δραστηριοτήτων:

Η ενσωμάτωση της AR αναμένεται να αυξήσει και να επηρεάσει σημαντικά το εκπαιδευτικό και μαθησιακό περιβάλλον (Billinghamurst, 2002; Cooperstock, 2001). Ως τώρα, εμπλέκει τους μαθητές σε δραστηριότητες γνήσιας εξερεύνησης του φυσικού περιβάλλοντος, με τα ψηφιακά αντικείμενα να είναι επιφορτισμένα με συμπληρωματικό ρόλο για την εκπόνηση ερευνών που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον (Dede, 2009).

Σύμφωνα με τους Wu et al. (2013), η αυθεντικότητα των δραστηριοτήτων έχει ως αποτέλεσμα την πληρέστερη κατανόηση σύνθετων θεμάτων, ενώ ερευνητές, όπως οι Lee (2012) και DiSerio, Ibáñez, & Kloos (2013), υποστηρίζουν ότι καλλιεργείται παράλληλα η μνήμη, η φαντασία, η δημιουργικότητα και η περιέργεια.

8. Αίσθηση παρουσίας, αμεσότητας και εμπύθισης:

Σε ένα περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας, προσφέρονται δυνατότητες παρουσίας, αμεσότητας και εμπύθισης (Bronack, 2011). Με τη βοήθεια της τεχνολογίας AR και των κινητών συσκευών, αποκαλύπτεται στο χρήστη ένα περιβάλλον, το οποίο αφού επαυξηθεί με εικονικά στοιχεία, προσφέρει εμπύθιση και διάδραση (Klopfer&Sheldon, 2010) αλλά και, σύμφωνα με τον Dede (2009, σελ. 66), την εντύπωση ότι μετέχει σε μια πλήρη και ζωντανή εμπειρία που βασίζεται στην πραγματικότητα, η οποία μπορεί να επεκταθεί και σε ρεαλιστικά ζητήματα.

Επιπλέον, ένα σύστημα ενισχυμένης πραγματικότητας με την προσθήκη δυνατότητας άμεσης ανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο αλλά λεκτικών ή μη ενδείξεων μπορεί να ενδυναμώσει την αίσθηση αμεσότητας των εκπαιδευομένων (Kotranza, Lind, Pugh, & Lok, 2009).

9. Γεφύρωση κενού τυπικής και άτυπης μάθησης:

Με έρευνες τους, οι Wu et al. (2013) αναφέρονται στη θετική συμβολή της τεχνολογίας ενισχυμένης πραγματικότητας για την εξομάλυνση του χάσματος που συναντάται στη μάθηση μεταξύ επίσημων και ανεπίσημων μορφών και ρυθμίσεων.

Επίσης, χάρη στις καινοτομίες της τεχνολογίας AR, το πεδίο της εκπαίδευσης εφάπτεται με τη διασκέδαση, με αποτέλεσμα να προκύπτουν νέες ευκαιρίες για την ενίσχυση της τυπικής και άτυπης μάθησης (Balog et al. 2007).

10. Πανταχού παρούσα εκπαίδευση:

Οι φορητές συσκευές σε συνδυασμό με την ασύρματη τεχνολογία, τη δυνατότητα εντοπισμού θέσης και το κινητό σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργούν ένα κοινό περιβάλλον εκπαίδευσης, στο οποίο θα μπορούσε να τοποθετηθεί η πανταχού παρούσα, συνεργατική μάθηση. Σ' αυτό το περιβάλλον, ο χρήστης δύναται να αλληλεπιδράσει με εικονικά αντικείμενα του φυσικού κόσμου, παιχνίδια και προσομοιώσεις (Broll et al., 2008, Dunleavy et al., 2009).

Στο σημείο αυτό παραθέτονται ορισμένα επιπρόσθετα πλεονεκτήματα της AR στην εκπαίδευση. Αυτά αφορούν την καινοτομία της τεχνολογίας σε αντιδιαστολή με το χαμηλό κόστος, τη δυνατότητα παροχής εξατομικευμένης μάθησης στους μαθητές, αλλά και σύμφωνα με τον Wasko (2013) την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και του αναστοχασμού. Οι Larsen et al. (2012) αναφέρουν ακόμη την δυνατότητα των εφαρμογών AR να βρίσκονται σε άμεση και φυσική απόκριση στις κινήσεις του χρήστη, να υπόκεινται σε τροποποιήσεις και αλλαγές, να συνδυάζονται με άλλα τεχνολογικά μέσα και να κινούνται ανεξάρτητα από τους νόμους της φυσικής.

Από τα παραπάνω αποδεικνύεται ότι οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας αποτελούν αναμφισβήτητα ένα ανεκτίμητο εκπαιδευτικό εργαλείο (Martin et al, 2011).

2.3 Συμβολή βιβλίων και παιχνιδιών AR στη μαθησιακή διαδικασία

Μέσα από τις έρευνες αναδείχτηκε, επίσης, η σπουδαία σημασία και τα πλεονεκτήματα της χρήσης και ενσωμάτωσης βιβλίων και εκπαιδευτικών παιχνιδιών AR στη διδασκαλία.

Οι Karamanoli&Tsinakos (2015) προτείνουν τη χρήση βιβλίων επαυξημένης πραγματικότητας, ως ενδεδειγμένο και κατάλληλο τρόπο αξιοποίησης της τεχνολογίας AR στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, καθώς παρουσιάζουν με όμορφο τρόπο τη σύνδεση πραγματικού και εικονικού κόσμου.

Αποτελούν μέσα που έλκουν το ενδιαφέρον των παιδιών (Billingurst, 2002) και λειτουργούν προς ενίσχυση της διδασκαλίας ακολουθώντας μια διαδραστική προσέγγιση, με αποτέλεσμα να αξιοποιούνται αυξητικά (Cho et al., 2016; Feng et al., 2017).

Τα βιβλία AR συνιστούν ένα δυναμικό πεδίο γνώσης (Kesim&Ozarslan, 2012), που με τη δυνατότητα παράλληλης θέασης φυσικών και ψηφιακών πληροφοριών (Lim&Park, 2011) αλλά και της αλληλεπίδρασης με το εικονικό περιεχόμενο προσφέρουν σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των συμβατικών σχολικών βιβλίων. Αυτό αφορά, σύμφωνα με τους Dünser, Walker, Horner και Bentall (2012), μια ιδιαίτερη εμπειρία μάθησης που συμβάλλει στην πληρέστερη κατανόηση του εκάστοτε γνωστικού αντικειμένου.

Αναφορικά με την αξιοποίηση παιχνιδιών ενισχυμένης πραγματικότητας για εκπαιδευτικούς σκοπούς, οι έρευνες αποκαλύπτουν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα και την ενεργό συμμετοχή των μαθητών. Συγκεκριμένα, οι Kamarainen et al. (2013) επισήμαναν τον υψηλό βαθμό εμπλοκής και κατάκτησης των εννοιών, την οποία διέκριναν στη μελέτη τους και οι Echeverria et al. (2012).

Ακόμη, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και θετικών συναισθημάτων του μαθητή αναφέρθηκαν οι Bressler et al. (2013), Zarzuela et al. (2015), Ortega&Rodríguez

(2013), μιλώντας για συνεργασία και επικοινωνία των εκπαιδευομένων μέσα και έξω από το σχολικό πλαίσιο, ενίσχυση της αυτοπεποίθησης και αίσθημα ικανοποίησης.

Ο Schrier (2005), μετά την πρακτική εφαρμογή ενός παιχνιδιού AR ιστορικού περιεχομένου σε μαθητές, διαπίστωσε ότι λειτουργούν θετικά στην εκμάθηση καίριων ιστορικών γεγονότων. Με την κατάλληλη επιλογή μέσων, εγείρεται το ενδιαφέρον των παιδιών, αναπτύσσεται η φαντασία και η μεταξύ τους επικοινωνία και παρουσιάζονται αυξημένες δυνατότητες επίλυσης προβλημάτων.

Ξεχωριστές εμπειρίες μάθησης φαίνεται, επίσης, να προσφέρουν τα εκπαιδευτικά παιχνίδια AR. Σύμφωνα με τους Squire και Klopfer (2007), προσομοιώσεις όπως το «Environmental Detectives» κινούνται προς αυτήν την κατεύθυνση. Η συγκεκριμένη προσομοίωση λειτουργεί ως ένα κυνήγι κρυμμένου θησαυρού, όπου οι συμμετέχοντες εμπλέκονται σε μια διαδικασία διερευνητικής μάθησης (Klopfer, Squire&Jenkins, 2002), μέσα από τη σύνδεση φυσικών και ψηφιακών στοιχείων, προς επίλυση του προβλήματος.

Ένα πρόσθετο παράδειγμα αποτελεί το- βασισμένο στην τοποθεσία του χρήστη- «Mad City Mystery», που εφάπτεται σε θέματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Στα συμπεράσματα τους, οι Squire και Jan (2007) κατέληξαν ότι ενισχύονται οι ικανότητες επιχειρηματολογίας των μαθητών.

Καταληκτικά, γίνεται αναφορά στο παιχνίδι AR «Alien Contact», το οποίο αποτυπώθηκε από τους Dunleavy, Dede και Mitchell (2009) και παρουσίασε θετικά αποτελέσματα στην επικέντρωση στο σκοπό, στα κίνητρα συμμετοχής καθώς και στην ανάπτυξη των πεδίων συνεργασίας και επικοινωνίας (Dunleavy, Dede&Mitchell, 2009; Mitchell&DeBay, 2012).

2.4 Εφαρμογές AR στην εκπαίδευση

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί ένα δυναμικό και διαδραστικό πεδίο γνώσης. Έτσι, κατά καιρούς έχουν δημιουργηθεί ποικίλες εφαρμογές AR για την υποστήριξη και διδασκαλία τόσο σχολικών μαθημάτων όσο και ευρύτερων γνωστικών περιεχομένων εντός και εκτός του σχολικού περιβάλλοντος.

Στη συνέχεια, ακολουθούν κάποια ενδεικτικά παραδείγματα εφαρμογών AR, τα οποία κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη συνάφεια περιεχομένου:

► Μαθηματικά-Γεωμετρία:

Construct3D: Εργαλείο επαυξημένης πραγματικότητας που απευθύνεται κατά κύριο λόγο σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και χρησιμοποιείται για τη διδασκαλία και την κατανόηση της γεωμετρίας.

Καθιστά δυνατή την ψηφιακή κατασκευή και αποτύπωση γεωμετρικών σχημάτων, ενώ, παράλληλα, το περιβάλλον της εφαρμογής επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών. Επίσης, προβλέπεται η δυνατότητα πειραματισμού με τη βοήθεια 3D σχημάτων ή/και αντικειμένων (Kaufmann, 2003).

Εύκολο στην εκμάθηση και το χειρισμό εργαλείο, που επιφέρει θετικά γνωστικά αποτελέσματα.

MeasureKit: Εφαρμογή, που βασίζεται στην τεχνολογία ARKit της Apple, διατίθεται για λογισμικά iOS και Android και μέσα από την επιλογή εννιά διαφορετικών εργαλείων, επιτρέπει στο χρήστη να μετρά με απόλυτη ακρίβεια τις διαστάσεις φυσικών αντικειμένων με τη βοήθεια της κάμερας της κινητής συσκευής.

GeoGebra Augmented Reality: Περιλαμβάνει γεωμετρικά στερεά σε τρισδιάστατη μορφή καθώς και ιδέες για τους εκπαιδευτικούς, προκειμένου να τις ενσωματώσουν στη διδασκαλία και να δημιουργήσουν ένα δυναμικό περιβάλλον γνώσης με επίκεντρο το μαθητή.

Fetch Lunch Rush: Παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας που απευθύνεται στην ύλη της Α' και Β' δημοτικού. Προϋποθέτει ένα επίπεδο προπαρασκευής πριν την τελική χρήση, καθώς απαιτείται η εκτύπωση και κοπή των καρτών. Οι κάρτες τοποθετούνται σε επίπεδη επιφάνεια και με τη βοήθεια της κάμερας της φορητής συσκευής απεικονίζονται 3D αντικείμενα με ερωτήσεις μαθηματικής φύσεως. Για την περάτωση του σεναρίου, οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν τις μαθηματικές ασκήσεις.

Cyber Chase Shape: Παιχνίδι AR για παιδιά 6-9 ετών, που συνδυάζει εκπαίδευση και ψυχαγωγία και συνδράμει στην εξοικείωση και εκμάθηση γεωμετρικών σχημάτων, χωρικής λογικής και επίλυσης προβλημάτων.

▶ Φυσική-Χημεία

Augmented Reality Physics Lab: Εφαρμογή για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών μέσα από την οποία οι χρήστες μπορούν να φτιάξουν ένα εικονικό ηλεκτρικό κύκλωμα, να το μελετήσουν και να πειραματιστούν με διαφορετικές διατάξεις και συνθήκες σε πραγματικό χρόνο.

AR Danik Circuit Engineering: Παρέχει δυνατότητες 3D προσομοίωσης και σχεδιασμού ηλεκτρικών κυκλωμάτων με χρήση AR. Λειτουργεί με εκτυπωμένες κάρτες των εξαρτημάτων του κυκλώματος και την κάμερα της συσκευής.

Chromville Science: Εφαρμογή εκπαιδευτικού παιχνιδιού με 3d ζωγραφίες σε ποικίλες θεματικές όπως το ανθρώπινο σώμα, περιβάλλον, εργαστήριο χημείας κλπ.

Popar Periodic Table: Πρόκειται για μια διαδραστική εφαρμογή που μελετά τα χημικά στοιχεία, τις ενώσεις και τους τύπους μέσα από την αναπαράσταση 3D μοντέλων.

▶ Μελέτη Περιβάλλοντος-Βιολογία

Animal 4D+: 3D αναπαράσταση και παροχή χρήσιμων πληροφοριών για τα ζώα της φύσης. Με τη σάρωση των καρτών εμφανίζονται τα τρισδιάστατα

ολογράμματα των ζώων και οι χρήστες μπορούν να τα παρατηρούν από διάφορες οπτικές γωνίες και να τροποποιούν το αρχικό μέγεθος τους.

The Brain AR App: Εφαρμογή που μελετά το ανθρώπινο κεφάλι, ξεκινώντας από το εξωτερικό δέρμα, περνώντας στην ανατομία του κρανίου και φτάνοντας μέχρι τους ιστούς του εγκεφάλου. Παρέχεται μεμονωμένα και σε λειτουργία VR.

Wildlife Wow by NatGeo: Περιλαμβάνει τεχνολογία εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, η οποία προσφέρει πολλές δυνατότητες στο χρήστη. Ο ίδιος μπορεί να αλληλεπιδράσει, να μελετήσει, ακόμη και να τραβήξει φωτογραφίες με τα αγαπημένα του ζώα. Παράλληλα, έχει πρόσβαση σε πληροφοριακό υλικό και με ακτίνες X μπορεί να παρατηρήσει τα οστά και τους σκελετούς τους.

► Γεωγραφία-Αστρονομία

Space 4D+: Κάρτες με τυπωμένες όψεις του διαστήματος σαρώνονται και ζωντανεύουν μπροστά στα μάτια του χρήστη. Με την τεχνολογία AR, δίνονται χρήσιμες πληροφορίες και ενημερωτικό υλικό για το ηλιακό σύστημα, τους πλανήτες, τους δορυφόρους κοκ.

Spacecraft 3D: Εφαρμογή εκπαιδευτικού περιεχομένου, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να γνωρίσουν και να αλληλεπιδράσουν με τα διαστημικά σκάφη. Ακόμη, μέσω αυτών, δύνανται να εξερευνήσουν το διάστημα και να παρατηρήσουν το ηλιακό σύστημα. Το σύστημα λειτουργεί βάσει στόχου AR και της κάμερας της συσκευής.

SkyView: Δωρεάν εφαρμογή που λειτουργεί με εντοπισμό θέσης και την κινητή συσκευή του χρήστη. Το σύστημα σαρώνει και αναγνωρίζει τους αστερισμούς του ουράνιου στερεώματος και επιτρέπει στο χρήστη να παρατηρήσει αστερία, πλανήτες κα είτε είναι μέρα είτε νύχτα.

SchoolAR: Αποτελεί παράδειγμα εφαρμογής του ελληνικού χώρου. Εφαρμόστηκε πρώτη φορά για την ενίσχυση του μαθήματος της Πληροφορικής του Γυμνασίου και έπειτα επεκτάθηκε και στη Γεωγραφία της ΣΤ' δημοτικού.

Στην τελευταία οι σελίδες του σχολικού βιβλίου επικαλύπτονται με εικονικά αντικείμενα και οι έτσι οι μαθητές με τη χρήση κινητών συσκευών παρατηρούν το ηλιακό σύστημα με τους πλανήτες, αλληλεπιδρούν με εκπαιδευτικά βίντεο και συμμετέχουν σε εκπαιδευτικά κουίζ.

► Ξένες Γλώσσες

Mondly AR: Βραβευμένη εφαρμογή που λειτουργεί ως βοηθός εκμάθησης ξένων γλωσσών. Με τη συμβολή της τεχνολογίας AR, ο χρήστης ανακαλύπτει και αλληλεπιδρά πραγματικά με έναν νέο κόσμο που του παρέχει ευκαιρίες μάθησης. Κατά συνέπεια, εξασκεί τις νέες γνώσεις με δυνατότητα online «συνομιλίας».

Google translate: Η δημοφιλής εφαρμογή της Google με την προσθήκη της λειτουργίας του WordLens και την κάμερα της συσκευής παρέχει άμεση μετάφραση.

2.5 Εμπόδια και Περιορισμοί Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση

Για να αποκτήσουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με τις δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση είναι να σημαντικό, πέρα από τα σπουδαία οφέλη τους, να εξεταστούν τα τυχόν εμπόδια και οι περιορισμοί που ανακύπτουν. Στο σημείο αυτό, ακολουθεί η απαρίθμηση τους ανά κατηγορίες, με την ίδια λογική που παρουσιάστηκαν και τα πλεονεκτήματα.

1. Έλλειψη τεχνικής εκπαίδευσης, δυσκολία χειρισμού εξοπλισμού:

Μια πρώτη αντιξοότητα, που συναντάται κατά την αξιοποίηση εκπαιδευτικού υλικού AR, είναι η δυσκολία των μαθητών κατά τη χρήση και το χειρισμό των συσκευών (Radu, 2012 & 2014). Η σύνθετη τεχνική εκπαίδευση, που πολλές φορές απαιτείται για την ορθή λειτουργία των εφαρμογών, αποτρέπει την ευρεία ενσωμάτωση τους από τις σχολικές μονάδες, ενώ παράλληλα η έλλειψη εξοικείωσης μερίδας των μαθητών με τις νέες τεχνολογίες ενδέχεται να δημιουργήσει δυσκολίες κατά την πρακτική εφαρμογή των δραστηριοτήτων (Radu, 2012).

Στα παραπάνω προστίθεται η απουσία κατάρτισης ή/και εμπειρίας των εκπαιδευτικών, με αποτέλεσμα να υπάρχει διστακτικότητα, καθώς δεν κατέχουν τις κατάλληλες ικανότητες προγραμματισμού, σχεδιασμού υλικού και δημιουργίας περιεχομένου, που είναι βασικές για την παιδαγωγική αξιοποίηση των εφαρμογών (Billinghurst&Duenser, 2012). Στο ίδιο συμπέρασμα για την απουσία επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών προέβη και ο Fernandez (2017).

Επιπρόσθετα, τεχνικές δυσκολίες και προβλήματα τεχνολογικής φύσης μπορούν συχνά να ανακύψουν προερχόμενες είτε από τις ίδιες της συσκευές είτε από το περιβάλλον (Larsen et al. 2012).

2. Απόσπαση προσοχής, μειωμένη ελευθερία κινήσεων:

Ανάμεσα στα αρνητικά στοιχεία συγκαταλέγεται, επίσης, η απόσπαση της προσοχής των μαθητών κατά την πρακτική εφαρμογή τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας. Ως κομμάτι των ΤΠΕ, η AR δημιουργεί μια ελκυστική εικόνα με

το ενδιαφέρον των παιδιών να εγείρεται από το καινούργιο και διαφορετικό. Έτσι, έχει παρατηρηθεί και η αντίθετη επίδραση των εφαρμογών, που πυροδοτείται από παράγοντες όπως τον διαφορετικό τρόπο οπτικοποίησης του υλικού και τη μετατόπιση του ενδιαφέροντος των μαθητών από το περιεχόμενο στο τεχνολογικό μέσο (Radu, 2012).

Επιπλέον, οι φορητές συσκευές περιορίζουν τον χρήστη, ο οποίος καλείται να τις μεταφέρει ανά χείρας καθόλη τη διάρκεια διεξαγωγής των δραστηριοτήτων, ελαχιστοποιώντας την ελευθερία κινήσεων του.

3. Σύγχυση μαθητών από σύζευξη πραγματικότητας-εικονικότητας:

Η σύζευξη των πραγματικών και εικονικών στοιχείων, που συντελείται κατά την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας, ενδέχεται να δημιουργήσει σύγχυση στους μαθητές, κάτι που μαρτυρά και την αυθεντικότητα του συστήματος. Η τεχνολογία AR χρήζει στοχοθεσίας, καθώς οι εκπαιδευόμενοι στην προσπάθεια τους να εκτελέσουν τις απαραίτητες δραστηριότητες βρίσκονται αντιμέτωποι με μια πιθανή απώλεια αίσθησης του φυσικού περιβάλλοντος (Wu et al., 2013).

4. Αδυναμία διαχείρισης όγκου πληροφοριών:

Οι δυνατότητες των εφαρμογών AR, που ενισχύονται συνεχώς με την άνοδο της τεχνολογίας, μπορούν να αποθηκεύσουν πλήθος πληροφοριών και να τις μεταφέρουν στον αποδέκτη, προκαλώντας το φαινόμενο της γνωστικής υπερφόρτωσης (cognitive overload).

Συνεπώς, ένα πρόσθετο εμπόδιο αποτελεί η αδυναμία διαχείρισης της συνεχούς ροής πληροφοριών (Παπαχρήστου, 2011). Σε παρόμοια διαπίστωση κατέληξαν και οι Wu et al. (2013) με το ενδεχόμενο οι μαθητές να μην μπορούν να ανταπεξέλθουν και να συνδυάσουν το πλήθος δεδομένων με τις πολύπλοκες εκπαιδευτικές δραστηριότητες κατά την ταυτόχρονη χρήση φορητών συσκευών.

5. Στενά περιθώρια ευελιξίας:

Πολλές φορές, ο εκπαιδευτικός στερείται του ελέγχου του σχολικού προγραμματισμού με αποτέλεσμα να περιορίζεται κατά το σχεδιασμό διερευνητικών δραστηριοτήτων με επίκεντρο το μαθητή (Παπαχρήστου, 2011). Κατά συνέπεια, το περιεχόμενο που προσφέρεται μέσω των εφαρμογών AR διατηρείται σταθερά άκαμπτο, με την έλλειψη ευελιξίας να εμποδίζει αισθητά την κάλυψη των αναγκών των εκπαιδευομένων Wu et al. (2013).

6. Δαπανηρός εξοπλισμός (ή ολική απουσία) και σύνθετες απαιτήσεις υλοποίησης:

Αρκετοί ερευνητές, όπως οι Furio et al. (2013) και Echeverria et al. (2012), κατά την εφαρμογή εκπαιδευτικών παιχνιδιών AR, διαπίστωσαν το υψηλό κόστος απόκτησης του απαραίτητου εξοπλισμού, ενώ την ίδια στιγμή απαιτείται μια σειρά συνθηκών για την κατάλληλη προετοιμασία της αίθουσας, όπως η διάταξη του χώρου, η εύρεση σωστού φωτισμού κα.

Μια ακόμη σημαντική συνθήκη αποτελεί η ύπαρξη ισχυρού σήματος ασύρματου δικτύου, η οποία συχνά είναι δύσκολο να εξασφαλιστεί τόσο στις σχολικές αίθουσες (Delello, 2014), όσο και στο περιβάλλον εκτός του σχολικού πλαισίου.

Την ανάγκη διάθεσης περισσότερου χρόνου για τη σωστή προετοιμασία και εφαρμογή των τεχνολογιών AR υπογράμμισαν και οι Ertmer et al. (1999), ενώ στο κόστος πρέπει να υπολογιστεί και η συντήρηση του εξοπλισμού (Lee, 2012).

Σε έρευνα τους οι Dunleavy et al. (2009) και Dunleavy&Simmons (2011) αναφέρθηκαν στο επίπεδο δυσκολίας, που συνοδεύει την ταυτόχρονη χρήση φορητών συσκευών από το σύνολο των μαθητών της τάξης, κατάσταση που ενδεχομένως να απαιτούσε την παρουσία παραπάνω εκπαιδευτικών για την επιτυχή εφαρμογή των δραστηριοτήτων.

Ακόμη, υπάρχουν περιπτώσεις που η ύπαρξη του κατάλληλου εξοπλισμού είτε απουσιάζει διότι δεν διατίθεται από τα σχολεία είτε δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών του συνόλου των παιδιών (Furió et al., 2013).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι για την εξάλειψη και αντιμετώπιση των δυσχερειών, την αναγνώριση των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας ως ωφέλιμου εκπαιδευτικού εργαλείου και τη συνακόλουθη ενσωμάτωσή τους από το σχολικό σύστημα είναι απαραίτητη μια σειράς πρακτικών που αποβλέπουν προς αυτήν την κατεύθυνση.

Αναφορικά με το ρόλο του εκπαιδευτικού, καθίσταται αναγκαία τόσο η επιμόρφωσή τους σε θέματα τεχνολογίας όσο και η ευελιξία στη διαμόρφωση του προσφερόμενου εκπαιδευτικού υλικού. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να αποτελεί μέρος της νέας τεχνολογίας και να μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της (Pemberton&Winter, 2009). Αυτό καθίσταται εφικτό με την εκπαίδευσή τους στην επαυξημένη πραγματικότητα σε συνδυασμό με την εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων διδασκαλίας για την ανάδειξη της (Durall et al., 2012).

Επιπλέον, είναι σημαντικό τα συστήματα AR να διαπνέονται από προσαρμοστικότητα και να μην είναι αυστηρά προκαθορισμένα (Kirkley&Kirkley, 2005). Με στόχο την αναβάθμιση της διδασκαλίας και την ενίσχυση των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να έχουν πρόσβαση σε ποικιλία εργαλείων, να προσεγγίζουν κριτικά το υπάρχον υλικό και να είναι οι ίδιοι υπεύθυνοι για το σχεδιασμό και την επεξήγηση των δραστηριοτήτων (Wu et al., 2013; Akçayir et al., 2016).

Για το σκοπό αυτό, χρειάζεται να συνυπολογίσουν παράγοντες όπως το προφίλ και την ψυχολογία των μαθητών, τις ικανότητες και τις ανάγκες τους, το διαθέσιμο εξοπλισμό και το τεχνολογικό πλαίσιο.

Ακόμη, σύμφωνα με τον Owen et al. (2011), η συνεργασία ερευνητή και εκπαιδευτικού θα μπορούσε να μετατοπίσει το ενδιαφέρον στην «οπτικοποίηση του αόρατου», ως ένα νέο πεδίο μελέτης και εφαρμογής για φαινόμενα που δεν έχουν ακόμη προσεγγιστεί από την τεχνολογία AR.

Σχετικά με τα υφιστάμενα τεχνολογικά εμπόδια, αυτά αναμένεται σύντομα να υπερκεραστούν χάρη στην αλματώδη ανάπτυξη της τεχνολογίας και την αναβάθμιση των φορητών συσκευών. Η άμεση επίλυση των τυχόν τεχνικών θεμάτων μπορεί να

επιτευχθεί με την συνεργασία εκπαιδευτικού και προγραμματιστή, ο οποίος θα αναλάμβανε την υποστήριξη των εφαρμογών AR (Fernandez, 2017).

Τέλος, άξια αναφοράς είναι η συμβολή μιας ολοκληρωμένης έρευνας για ζητήματα που δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς και η οποία θα μπορούσε να αποκαλύψει τον αποδοτικότερο τρόπο ένταξης της νέας τεχνολογίας (Kirkley&Kirkley, 2005) με στόχο να προσφέρει στους εκπαιδευόμενους πραγματικές και αποτελεσματικές εμπειρίες μάθησης (Sheng, Xia, Li, &Shen, 2015).

Ενδεικτικά θέματα όπως η ποιότητα, η διαφοροποίηση στη μάθηση και η εξατομικευμένη εφαρμογή της AR, τα αποτελέσματα της πλήρους ενσωμάτωσης της στο αναλυτικό πρόγραμμα, ο προσδιορισμός και η επαρκής κάλυψη των αναγκών των μαθητών και η επιτυχής διαπλοκή της AR με τις μεθόδους διδασκαλίας είναι σαφές ότι χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

3^ο Κεφάλαιο

3.1 Θεωρητικά Πεδία - Θεωρίες Μάθησης

Για το σχεδιασμό μιας δομημένης και αποτελεσματικής πιλοτικής εφαρμογής, θεμελιώδες στοιχείο αποτελεί η σύνδεση της με τις θεωρίες μάθησης και τα θεωρητικά πεδία που εμπλέκονται. Συνεπώς, στην παρούσα διπλωματική εργασία το υλικό για την εκπόνηση της εφαρμογής στηρίχθηκε στις ακόλουθες θεωρίες:

1. Θεωρία πολυμεσικής μάθησης (Mayer & Estrella, 2014)/ Γνωστική θεωρία πολυμέσων
2. Κονστрукτιβισμός

3.1.1 Θεωρία πολυμεσικής μάθησης

Η θεωρία της πολυμεσικής μάθησης του Mayer ανήκει στις γνωσιακές θεωρίες και συνδέεται στενά με την έννοια των πολυμέσων.

Οι γνωσιακές θεωρίες συμβάλλουν στην πληρέστερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του γνωστικού συστήματος του ανθρώπου καθώς παρουσιάζουν τη νοητική διαδικασία μέσα από την οποία το άτομο προσλαμβάνει τη γνώση.

Ο όρος πολυμέσα (multimedia) προέρχεται ετυμολογικά από τις λέξεις multi που σημαίνει πολλαπλός και media που είναι τα μέσα και ερμηνεύεται ως πολλαπλά μέσα ή συνδυασμός μέσων πληροφορίας.

Στον κλάδο της πληροφορικής, ο όρος αναφέρεται στη συσχέτιση ψηφιακών δεδομένων, τα οποία μπορεί να είναι κείμενο, στατική ή κινούμενη εικόνα (animation), γραφικά, βίντεο, ήχος για την αποτύπωση, παρουσίαση, διατήρηση, μετάδοση και επεξεργασία πληροφοριών (Γεωργίου Θ, Κάππος Ι, Λαδίας Α. και Μικροπουλος Α, 1999).

Επομένως, ψηφιακά πολυμέσα (digital media) προκύπτουν από το συνδυασμό ψηφιακών πληροφοριών, ενώ σε οποιαδήποτε άλλη μορφή πληροφορίας τα απλά πολυμέσα. Να σημειωθεί ότι δεν αποτελεί απαραίτητη συνθήκη η ταυτόχρονη ύπαρξη των παραπάνω μέσων, αλλά η ελάχιστη ύπαρξη τουλάχιστον δυο εξ αυτών. Εντούτοις, η σύγχρονη εποχή, όντας άμεσα συνυφασμένη με τη νέα τεχνολογία, αξιοποιεί ήδη σε μεγάλο βαθμό πολλαπλούς συνδυασμούς μέσων για τις εφαρμογές στην καθημερινή ζωή.

Η θεωρία της πολυμεσικής μάθησης, η οποία εφάπτεται της εκπαίδευσης και έχει γνωρίσει ευρεία διάδοση, αναπτύχθηκε από τον Richard Mayer και τους συνεργάτες του και μελετά τον τρόπο με τον οποίο τα ερεθίσματα που προσλαμβάνει ο άνθρωπος από το εξωτερικό περιβάλλον μετασχηματίζονται σε εσωτερικές νοητικές απεικονίσεις (Sorden, 2016).

Περαιτέρω, στοχεύει στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο το άτομο οδηγείται στην κατασκευή της γνώσης, την μεταφορά και παγίωση της στη μακροπρόθεσμη μνήμη, διατηρώντας τη δυνατότητα να την επαναχρησιμοποιήσει. Επίσης, πρεσβεύει ότι η ουσιαστική μάθηση επιτυγχάνεται μέσα από το συνδυασμό λεκτικών (κείμενο-ομιλία) και οπτικών (εικόνες) αναπαραστάσεων (Mayer, 2005a).

Παρακάτω, αποτυπώνεται ο τρόπος λειτουργίας της μνήμης, σύμφωνα με το μοντέλο της πολυμεσικής μάθησης (Mayer, 2010a):



Εικόνα 60 Γνωστικό μοντέλο για την πολυμεσική μάθηση

Η αισθητηριακή μνήμη υποδέχεται και επεξεργάζεται πληροφορίες μέσω δυο ξεχωριστών καναλιών: ένα ακουστικό (αυτιά) και ένα οπτικό (μάτια). Οι λέξεις εισέρχονται στο γνωστικό σύστημα και οπτικά (λχ ανάγνωση κειμένου) και ακουστικά (λχ μέσω αφήγησης), ενώ οι εικόνες μόνο οπτικά. Μια εικόνα μπορεί να λάβει τη μορφή φωτογραφίας, σχεδίου υπολογιστή, βίντεο, κινουμένων σχεδίων κλπ.

Σύμφωνα με τον Mayer (2010a), η αισθητηριακή μνήμη λειτουργεί βραχυπρόθεσμα με μειωμένη δυνατότητα ανάκλησης πληροφορίας (λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο), ενώ η εργαζόμενη μνήμη, στην οποία μεταφέρονται οι κυριότερες εισερχόμενες πληροφορίες, τις διατηρεί για περίπου 30 δευτερόλεπτα. Κάθε μικρότερο κομμάτι του συστήματος της εργαζόμενης μνήμης έχει μειωμένη χωρητικότητα και συνακόλουθα περιορισμένη δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας πληροφοριών.

Οι μεγαλύτερης βαρύτητας πληροφορίες οργανώνονται μέσω της μνήμης εργασίας στο λεκτικό και εικονικό μοντέλο. Η οργάνωση αυτή είναι απόρροια του μοντέλου περί μνήμης εργασίας του Baddeley (1986) και της θεωρίας διπλής κωδικοποίησης του Ραίνιο. Κατά συνέπεια, ο εκπαιδευόμενος φιλτράρει την πληροφορία, την οποία επεξεργάζεται το μεν λεκτικό κανάλι με λεκτικές πληροφορίες (προφορικός ή γραπτός λόγος) το δε οπτικό με εικονογραφικές (φωτογραφίες, γραφήματα κλπ), με αποτέλεσμα να οδηγηθεί στην ολοκλήρωση.

Στη συνέχεια, προβαίνει σε νοερές αναπαραστάσεις των στοιχείων των δύο μοντέλων (πχ σύνδεση σημαίνον-σημαινόμενου από το χώρο της σημειωτικής), ενώ ταυτόχρονα ανακαλούνται από την μακροπρόθεσμη μνήμη τυχόν σχετικές προϋπάρχουσες γνώσεις και συνδέονται όλα μαζί στην εργαζόμενη μνήμη. Ως εκ τούτου, προκύπτει η νέα γνώση, η οποία αποθηκεύεται στη μακροπρόθεσμη μνήμη (Sorden, 2016).

Οι παραπάνω γνωστικές διαδικασίες υπογραμμίζουν τη σημασία της ταυτόχρονης ενεργοποίησης του οπτικού και λεκτικού καναλιού των μαθητών για τη

δημιουργία σύνθετων νοητικών μοντέλων, τα οποία οδηγούν σε πιο άμεση ανάκληση της γνώσης και σε ποιοτικότερη εμπειρία μάθησης.

Σύγχρονες έρευνες στρέφουν το ενδιαφέρον στα οφέλη της ενσωμάτωσης της προγενέστερης γνώσης στο πολυμεσικό υλικό, επιδεικνύοντας θετικά αποτελέσματα στην ικανότητα σκέψης, αντίληψης και κατάκτησης της γνώσης. Οι εκπαιδευόμενοι επεξεργάζονται ευκολότερα τις εισερχόμενες πληροφορίες και είναι περισσότερο συγκεντρωμένοι στην διαλογή και οργάνωση των στοιχείων. Επιπλέον, στα οφέλη συμπεριλαμβάνεται η εκθετική μείωση της διαδικασίας ανάκλησης προϋπάρχουσας γνώσης από τη μακροχρόνια μνήμη (Chiu, 2016; Chiu&Churchill, 2015c).

Σχεδιαστικές αρχές πολυμεσικών εφαρμογών

Έπειτα από εκτεταμένες μελέτες, ο Mayer και οι συνεργάτες του (2002), αξιοποιώντας και συνθέτοντας επιμέρους στοιχεία των ερευνών τους σχετικά με τον τρόπο πρόσληψης και επεξεργασίας των πληροφοριών, κατέληξαν στις ακόλουθες αρχές σχεδιασμού:

1. Αρχή της συνεκτικότητας ή συνάφειας

Οι μαθητές αποκτούν πρόσβαση στην μάθηση όταν το εξωγενές υλικό μένει εκτός της διδασκαλίας. Η παρουσία ασύνδετων οπτικών και λεκτικών στοιχείων αποπροσανατολίζουν τους εκπαιδευόμενους, διασπούν την προσοχή τους και τους απομακρύνουν από την γνωστική διαδικασία κατάκτησης της νέας γνώσης (Mandernach, 2009). Διαφαίνεται, λοιπόν, ότι οι περιττές με το θέμα λέξεις, εικόνες και ήχοι πρέπει να αποκλείονται.

2. Αρχή των ατομικών διαφορών ή της σηματοδότησης

Μαθητές με μικρότερη προϋπάρχουσα γνώση σε κάποιο διδακτικό αντικείμενο έχουν μεγαλύτερη ανάγκη από καθοδήγηση, σε σχέση με έμπειρους μαθητές. Συνεπώς, η εφαρμογή των αρχών σχεδίασης θα ευνοήσει περισσότερο τους λιγότερο έμπειρους χρήστες στον αποτελεσματικότερο μετασχηματισμό της πληροφορίας σε νοητικές δομές και αναμένεται να παρουσιάσουν υψηλότερα μαθησιακά αποτελέσματα (Δημητριάδης, 2015). Αντίστοιχα, οι έμπειροι χρήστες με μικρότερη

ανάγκη καθοδήγησης, επωφελούνται σύμφωνα με τον Κορακάκη (2009) από οδηγίες επιμελώς σχεδιασμένες.

3. Αρχή πλεονασμού

Η αρχή του πλεονασμού ορίζει ότι οι εκπαιδευόμενοι μαθαίνουν καλύτερα από το συνδυασμό οπτικών στοιχείων και αφήγησης στην οθόνη παρά και από την προσθήκη κειμένου στον ίδιο συνδυασμό. Τα οπτικά στοιχεία, η αφήγηση και το κείμενο δημιουργούν γνωστική υπερφόρτωση στους χρήστες λόγω του όγκου των πληροφοριών, η οποία δυσχεραίνει τη μάθηση (Nelson et al., 2013). Η ύπαρξη και των τριών στοιχείων στην οθόνη μπορεί να λειτουργήσει χωρίς αρνητικά αποτελέσματα, μόνο όταν το κείμενο εμφανίζεται στην οθόνη από επιλογή του μαθητή (πχ με το πάτημα ενός πλήκτρου) (Δημητριάδης, 2015).

4. Αρχή της χωρικής γειννίαςσης

Οι εκπαιδευόμενοι οδηγούνται σε ουσιαστικότερη μάθηση όταν τα αντίστοιχα οπτικά και λεκτικά στοιχεία τοποθετούνται σε κοντινή μεταξύ τους απόσταση. Έτσι, οι πληροφορίες εντοπίζονται και συσχετίζονται ευκολότερα και πιο άμεσα. Είναι σαφές ότι σε μια εφαρμογή οι εικόνες και τα λεκτικά μηνύματα πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με κάποια χαρακτηριστική σήμανση είτε με την συγκέντρωση τους σε κοντινό σημείο αναφοράς.

5. Αρχή της χρονικής γειννίαςσης

Η εν λόγω αρχή ορίζει ότι η εις βάθος μάθηση εξασφαλίζεται όταν η αντιστοιχία οπτικών και λεκτικών στοιχείων παρουσιάζονται συγχρόνως και όχι διαδοχικά. Σύμφωνα με τον Cook (2006), η ανεξάρτητη παράθεση τους μπορεί να επιφέρει διάσπαση προσοχής λόγω της παράλληλη λειτουργίας της μνήμης να συνδέσει τις εισερχόμενες πληροφορίες. Άρα, κατά την παρουσίαση τους στην οθόνη, οι πληροφορίες πρέπει να σχετίζονται ταυτόχρονα μεταξύ τους.

6. Αρχή της προπαρασκευαστική κατάρτισης ή προεκπαίδευσης

Ένα πολυμεσικό μάθημα ευνοεί την σε βάθος μάθηση όταν οι εκπαιδευόμενοι λαμβάνουν μια συνοπτική εικόνα και εξασκούνται στις προς μελέτη έννοιες του διδακτικού υλικού πριν την επίσημη ανάλυση και επεξήγηση του μαθήματος.

7. Αρχή της μορφής-μορφοποίησης ή τροπικότητας

Ευνοϊκότερες συνθήκες μάθησης εξασφαλίζονται όταν τα οπτικά στοιχεία συνδυάζονται με λεκτικά μηνύματα υπό μορφή αφήγησης και όχι κειμένου. Οι εικόνες είναι ωφέλιμο να πλαισιώνονται και να επεξηγούνται με αφήγηση σε μια οθόνη καθώς έχει παρατηρηθεί ότι τα αντίθετα αποτελέσματα προκύπτουν με τη συνοδεία έντυπου κειμένου.

8. Αρχή των πολυμέσων

Οι μαθητεύομενοι μαθαίνουν κάτι εις βάθος μέσα από τον συνδυασμό λέξεων και εικόνων. Κατ' επέκταση, δημιουργούνται λεκτικά και οπτικά μοντέλα, τα οποία αλληλοσυσχετίζονται. Συνεπώς, μια πολυμεσική εφαρμογή πρέπει να περιλαμβάνει οπτικές και λεκτικές αναπαραστάσεις.

9. Αρχή της εξατομίκευσης

Η αρχή της εξατομίκευσης αναφέρεται στην υιοθέτηση πολυμεσικών περιεχομένων για την επίτευξη της εις βάθους μάθησης, τα οποία επικεντρώνονται στον εκάστοτε μαθητή και στη σύναψη προσωπικής σχέσης συνεργασίας. Αυτό καθίσταται εφικτό με μηνύματα δομημένα σε απλό λόγο και ύφος (Moreno, 2004), τα οποία οι χρήστες επεξεργάζονται καλύτερα (Reimann, 2003), ενώ παράλληλα η δημιουργία ενός avatar αναμένεται να προσδώσει την ζητούμενη αίσθηση της προσωπικής επαφής.

Οι παραπάνω σχεδιαστικές αρχές, αναφερόμενες στην ανάπτυξη πολυμεσικών εφαρμογών, προτείνονται ως βοηθητικά μέσα και εργαλεία για την ενίσχυση της διαδικασίας μάθησης, με τα οποία πρέπει να εξοικειωθούν εκπαιδευτικοί και σχεδιαστές, και ισχύουν για οποιοδήποτε μέσο, είτε πρόκειται για χαρτί είτε για υπολογιστή.

Μάλιστα, όπως αποδείχθηκε σε πρόσφατη έρευνα του Εθνικού Πανεπιστημίου της Ιρλανδίας (Galway) το 2015, παρουσιάζουν θετικά αποτελέσματα στη βέλτιστη συγκράτηση και ανάκληση των δεδομένων καθώς και στην ικανότητα εφαρμογής της νέας γνώσης για την επίλυση προβλημάτων.

Αναφορικά με τη σχέση πολυμεσικών στοιχείων και επαυξημένης πραγματικότητας, οι παραπάνω σχεδιαστικές αρχές (συνδυαστικά ή μεμονωμένα) μπορούν να αναδείξουν και να ενισχύσουν σε σημαντικό βαθμό την τεχνολογία AR.

Ένα περιεχόμενο με στοιχεία (οπτικά και λεκτικά) που παρουσιάζουν σύνδεση και συνάφεια, προσεκτικά/σχολαστικά δοσμένες οδηγίες με σεβασμό στις ατομικές διαφορές για την επίτευξη προσωπικής σχέσης και επαφής αλλά και η σημασία στον τύπο (οπτικά στοιχεία και αφήγηση έναντι κειμένου) και τρόπο (σύγχρονη παρουσίαση - κοντινή απόσταση) συνδυασμού των πολυτροπικών στοιχείων εμπλουτίζει τις εφαρμογές AR καθώς διευκολύνει τον χρήστη να επεξεργάζεται τις πληροφορίες και να τις μετασχηματίζει επιτυχώς σε νοητικές δομές.

3.1.2 Επικοινωνισμός/ Κονστρουκτιβισμός

Ο κονστρουκτιβισμός αποτελεί μια από τις νεότερες παιδαγωγικές θεωρίες μάθησης, η οποία γνώρισε ευρεία αποδοχή και συνακόλουθη κριτική. Συνιστά κράμα των θεωριών της διερευνητικής και της γνωστικής μάθησης, από τις οποίες έχει επηρεαστεί.

Κατά τη διερευνητική θεωρία, οι εκπαιδευόμενοι ερμηνεύουν και κατασκευάζουν δικές τους παραστάσεις και κατανοούν το εξωτερικό περιβάλλον με τη σύνδεση της νέας εμπειρίας με την προγενέστερη γνώση. Η γνώση προέρχεται μέσα από την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση με τους άλλους και αφορά τον ανασχηματισμό των νοημάτων της πραγματικότητας. Η γνωστική ψυχολογική θεωρία πρεσβεύει ότι τα άτομα επεξεργάζονται με ενεργητικό τρόπο τις εισερχόμενες πληροφορίες και επικεντρώνεται στις νοητικές λειτουργίες και την οικοδόμηση της νέας γνώσης.

Στη βιβλιογραφία απαντάται πλήθος ερμηνειών, οι οποίες εξαρτώνται από τον ερευνητή ή την προσέγγιση που ακολουθείται. Ετυμολογικά, ο όρος προέρχεται από τη λατινική λέξη *construere* που σημαίνει οικοδομώ, κατασκευάζω και σύμφωνα με τον Matthews (2002, σ. 121) θεωρείται «...*θεωρία διδασκαλίας, θεωρία εκπαίδευσης, θεωρία της γέννησης των ιδεών και θεωρία της προσωπικής και επιστημονικής γνώσης*».

Ως θεωρία, λοιπόν, η μάθηση είναι μια κοινωνικό-γνωστική διαδικασία ενεργούς και προσωπικής κατασκευής (και όχι απόκτησης) της γνώσης και το άτομο αντιμετωπίζεται ως οικοδόμος νοημάτων και νοητικών μοντέλων (Lee, 2012; Wasko, 2013). Τα νοήματα παράγονται από πραγματικές καταστάσεις και συνδέουν τις νέες γνώσεις με την προϋπάρχουσα εμπειρία του (Hein, 1991; Weegar&Pacis, 2012), η οποία είναι κοινωνικά καθορισμένη (έστω και αν η κοινωνική αλληλεπίδραση ενέχει αποκλειστικά τον εαυτό του).

Συνεπώς, η μάθηση είναι το αποτέλεσμα της δόμησης πληροφοριών στις πάγιες αντιλήψεις των ατόμων και στις προϋπάρχουσες γνωστικές δομές, οι οποίες προσδιορίζουν την πραγματικότητα.

Σύμφωνα με το κατασκευαστικό μοντέλο, η πραγματικότητα δεν έχει αντικειμενική ή απόλυτη αξία, εντούτοις αποδέχεται ως αλήθεια την υποκειμενική ερμηνεία, «*βάσει των προσωπικών δραστηριοτήτων και ιδίως των στόχων*» (Savery&Duff, 1996, σελ. 136). Ο κόσμος γίνεται αντιληπτός ως προϊόν της ερμηνείας του ατόμου (Guba, 1990), η οποία σχετίζεται τόσο με τα νέα ερεθίσματα (Perkins, 1991a) όσο και τις προϋπάρχουσες εμπειρίες, ενώ πραγματικές συνθήκες διαμορφώνονται μέσα από τις ενδότερες ιδέες και κανόνες.

Ο κονστρουκτιβισμός έχει βρει οπαδούς, οι οποίοι έχουν διαμορφώσει και τα αντίστοιχα θεωρητικά ρεύματα. Έτσι, τα πιο διαδεδομένα είναι ο γνωστικός κονστρουκτιβισμός, που υποστηρίχθηκε από τον Ελβετό ψυχολόγο Jean Piaget, και ο κοινωνικός, που ανάγεται στο έργο του Ρώσου ψυχολόγου Lev Vygotsky.

Ο Piaget διατείνεται πως η γνώση σχηματίζεται στο μυαλό του ατόμου και διαμορφώνεται μέσα από την αλληλεπίδραση του με το περιβάλλον (Piaget, 1926),

ενώ η επερχόμενη μάθηση, ως ενεργητική διαδικασία, πραγματώνεται μέσα από την αφομοίωση και τη συμμόρφωση. Η μεν αφομοίωση αναφέρεται στην ενσωμάτωση των ερεθισμάτων στα υπάρχοντα γνωστικά σχήματα (εμπειρία) του ατόμου, η δε συμμόρφωση στην τροποποίηση των γνωστικών σχημάτων για να επιτευχθεί η επίλυση προβλημάτων.

Επιπλέον, αντιμετωπίζει τη μάθηση ως μια αυθεντική, πνευματική και παράλληλα εξατομικευμένη διαδικασία.

Η σχολή σκέψης του Vygotsky υπογραμμίζει την κοινωνική διάσταση της γνώσης και τη βαρύτητα των κοινωνικών και πολιτιστικών παραγόντων στη διαδικασία της μάθησης και στη διαμόρφωση της σκέψης και της εξέλιξης του ατόμου.

Η μάθηση βρίσκεται σε άμεση σχέση με την κοινωνική αλληλεπίδραση και συνεπώς αποδίδεται ως μια κοινωνική και συνεργατική δραστηριότητα, με χαρακτηριστικό της τη «ζώνη επικείμενης ανάπτυξης». Η τελευταία αφορά την ανάμειξη του εκπαιδευόμενου σε γνωστικές διαδικασίες, οι οποίες έχουν νόημα για τους ίδιους και κατάλληλη πολυπλοκότητα (βάσει ικανοτήτων) για να μεταβούν από την προϋπάρχουσα στη νέα γνώση (Zellermayer et al., 1991). Σημαντική καθίσταται η συμβολή της καθοδήγησης των μαθητών από τους εκπαιδευτικούς καθώς και η μεταξύ τους αλληλοσυνεργασία.

Από τα παραπάνω, αποδεικνύεται η καταλυτική συμβολή της παιδαγωγικής θεωρίας του κονστρουκτιβισμού, η οποία εισήγαγε έναν διαφορετικό τρόπο προσέγγισης και αντιμετώπισης της μάθησης. Εν συνεχεία, θα γίνει αναφορά στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό, που αποτυπώνει τις παραπάνω θεμέλιες αρχές, σε συνδυασμό με την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών.

Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός & Κονστρουκτιβισμός

Η μάθηση είναι μια διαδικασία κατασκευής νοήματος με προσωπικό και κοινωνικό τρόπο, συνεπώς ένας κατάλληλος εκπαιδευτικός σχεδιασμός προϋποθέτει περιβάλλοντα που να υποστηρίζουν και εξυπηρετούν τη δόμηση της γνώσης. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον:

- Προωθείται η αυθεντική μάθηση, με τη γνώση να δημιουργείται μέσω αντίστοιχων καταστάσεων της καθημερινής ζωής (Cey, 2001), πραγματικών εμπειριών ή δραστηριοτήτων. Η αυθεντικότητα ορίζει την αποφυγή οποιαδήποτε απόπειρας απλούστευσης διότι ελλοχεύει ο κίνδυνος αναστολής της ανάπτυξης μεταγνωστικών διαδικασιών αναστοχασμού.
- Η γνώση προέρχεται αποκλειστικά από τους μαθητές, στους οποίους παρέχονται οι κατάλληλες συνθήκες όχι όμως οι ακριβείς ενέργειες προς επίλυση του προβλήματος (Modritscher 2006). Οι εκπαιδευόμενοι πρέπει μόνοι τους να ανακαλύψουν τη γνώση και για το σκοπό αυτό μπορούν να κάνουν χρήση των ΤΠΕ.
- Προσφέρονται πολλαπλά πλαίσια και προοπτικές, που προτρέπουν τη μεταφορά και αναπαράσταση της γνώσης, αποκτώντας έναν πλούσιο μαθησιακά χαρακτήρα (Kafai & Resnik, 1996) και τη δυνατότητα ευελιξίας.
- Υιοθετείται και ενθαρρύνεται η συνεργατική μάθηση. Πιο συγκεκριμένα, για την οικοδόμηση της γνώσης καθίσταται επιτακτική η συνεργασία των μαθητών, η διεξαγωγή ομαδικών ερευνών και εργασιών με χρήση των ΤΠΕ και η συμμετοχή τους σε καταστάσεις που προϋποθέτουν κριτική στάση και επιχειρηματολογία (Bednar et al., 1992).
- Η ενεργητική μάθηση θέτει στον πυρήνα της εκπαιδευτικής διαδικασίας τον μαθητή (Perkins, 1991b; Bagley & Hunter, 1992). Ο ίδιος είναι επιφορτισμένος με έναν ενεργό ρόλο καθώς είναι αποκλειστικά υπεύθυνος για την προσωπική του μάθηση. Η μάθηση αυτής της μορφής ενισχύεται σε σημαντικό βαθμό από τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα.
- Οι εκπαιδευτικοί είναι υπεύθυνοι για την οργάνωση της διδασκαλίας, τον προγραμματισμό των εργασιών και την κατάλληλη επιλογή διδακτικών εργαλείων και λογισμικού με τρόπο που θα διευκολύνουν τους μαθητές να προσεγγίσουν και να δομήσουν τη γνώση. Ταυτόχρονα, ο ρόλος τους είναι υποστηρικτικός για να κινητοποιήσουν τους εκπαιδευόμενους να εκφράσουν τις σκέψεις και τα συμπεράσματά τους (Weegar & Pacis, 2012), να αποκτήσουν περισσότερη προσωπική αυτονομία και τέλος με τη χρήση των ΤΠΕ για να τους

βοηθήσει να αναπτύξουν «γνωστικές στρατηγικές» (Crawford, 1999; Jonassen, 1994; Mayer, 1999).

Το παρόν κεφάλαιο, λοιπόν, αποτελεί το πλαίσιο, το οποίο καθορίζει τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό της πιλοτικής εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Άλλωστε, ως εκπαιδευτικός σχεδιασμός αναγνωρίζεται η επιστημονικά τεκμηριωμένη και συστηματική διαδικασία αξιοποίησης των αρχών μάθησης για την επιλογή και σχεδίαση κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού, μεθόδων, εργαλείων και μέσων καθώς και για την επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων ή αποτελέσματος.

Συνεπώς, καθώς η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας αξιοποιεί κατά βάση τα γραφικά, την εικόνα (στατική ή κινούμενη), τον ήχο και το κείμενο στην παρούσα διπλωματική εργασία επιλέχθηκε να γίνει σύνδεση με τα πολυμεσικά στοιχεία και κατ' επέκταση με τη γνωστική θεωρία πολυμεσικής μάθησης του Mayer.

Παράλληλα, τόσο η δομή του φύλλου εργασίας όσο και οι δραστηριότητες (επαυξημένης ή μη πραγματικότητας) που περιλαμβάνονται σε αυτό διαπνέονται από τις αρχές του κονστрукτιβισμού και ακολουθούν το προτεινόμενο μοντέλο εποικοδομητικής προσέγγισης των Φυσικών Επιστημών των Driver και Oldham, για το οποίο γίνεται εκτενής αναφορά στο επόμενο κεφάλαιο.

Η συμβολή της AR οδηγεί σε καλύτερη κατανόηση του υπό μελέτη αντικειμένου και αυξάνει την κατασκευή γνώσεων καθώς οι μαθητές γίνονται αποδέκτες περισσότερων πληροφοριών από την προσφορά ποικιλίας πηγών και απόψεων σε αντιδιαστολή με τις περιορισμένες πληροφορίες από τα σχολικά εγχειρίδια.

Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας παρέχει ουσιαστικά το πλαίσιο κατασκευής καίριων νοητικών αναπαραστάσεων και συμβάλλει δραστικά στην εξάλειψη των παρανοήσεων ή λανθασμένων αντιλήψεων. Προτάσσοντας τη δυνατότητα της διαδραστικής οπτικοποίησης και των προσομοιώσεων αλλά και τη σύνδεση τους με το πραγματικό περιβάλλον, μέσα από τις εφαρμογές AR προκύπτει μια ενεργητική και δυναμική μέθοδος οικοδόμησης της νέας γνώσης.

4^ο Κεφάλαιο

4.1 Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Η βιβλιογραφία μαρτυρά ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών ακολούθησε μια δυναμική, εξελικτική πορεία μέχρι να φτάσει στη σημερινή της μορφή. Μάλιστα, η σταδιακή ενσωμάτωση της στο υποχρεωτικό εκπαιδευτικό σύστημα των χωρών του κόσμου ορίζεται ήδη από τον 19^ο αιώνα, ενώ μόλις στα μέσα περίπου του 20^{ου} αναγνωρίζεται αυτόνομα ως διδακτική.

Τρία κύρια ρεύματα, που διαδέχθηκαν το ένα το άλλο, επηρέασαν και διαμόρφωσαν σε μεγάλο βαθμό τη σύγχρονη διδασκαλία, η οποία αποτελεί σύνθεση τους. Πρόκειται για το παραδοσιακό, το ανακαλυπτικό και το εποικοδομητικό ρεύμα.

Στο σημείο αυτό, προκρίνεται αναγκαία μια σύντομη επισκόπηση των διδακτικών προσεγγίσεων των τριών θεωριών μάθησης για την πληρέστερη κατανόηση του περιεχομένου, των βασικών αρχών και των στόχων διδασκαλίας τους.

► Το παραδοσιακό ρεύμα

Αναφέρεται στην κυρίαρχη θεωρία μάθησης του συμπεριφορισμού, η οποία εφαρμόζεται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Κυρίαρχες έννοιες αποτελούν το ερέθισμα και η αντίδραση, των οποίων η αλληλεπίδραση μεταφέρεται κατ' αναλογία της σύνδεσης διδασκαλίας-μάθησης. Συνεπώς, ο συμπεριφορισμός πρεσβεύει ότι οι κατάλληλες διδακτικές μέθοδοι (ερέθισμα) οδηγούν στα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα (αντίδραση).

Η μάθηση ερμηνεύεται ως αλλαγή της συμπεριφοράς, που οφείλεται στις εμπειρίες του υποκειμένου και η αξία της μαθησιακής εμπειρίας υπογραμμίστηκε και ενισχύθηκε ιδιαίτερα από τα πειράματα που διενέργησαν οι επιστήμονες Pavlov και Thorndike.

Χαρακτηριστικό του παραδοσιακού ρεύματος συνιστά το διδακτικό τρίγωνο (Trumper, 1993), όπου στην κορυφή δεσπόζει ο εκπαιδευτικός ως αυθεντία, ενώ στα

δυο άκρα βρίσκονται η γνώση και τέλος ο μαθητής, ο οποίος είναι επιφορτισμένος με έναν παθητικό και αναπαραγωγικό ρόλο.

Ταυτόχρονα, ο μαθητής αντιμετωπίζεται ως άγραφος πίνακας (*tabula rasa*), στον οποίο ο δάσκαλος, ως αποκλειστικός κάτοχος της επιστημονικής γνώσης, καλείται να τη μεταδώσει ή ακριβέστερα να την «εγγράψει». Η γνώση θεωρείται η μόνη βέβαιη αλήθεια (Ματσαγούρας, 1996), την οποία οφείλουν να αναπαράγουν, να αποστηθίζουν και να ανακαλούν (Barnes, 1976; Bloom, Englehart et al., 1956), ενώ οποιεσδήποτε εγκαθιδρυμένες ή προϋπάρχουσες ιδέες απορρίπτονται και αντικαθίστανται από το σωστό πρότυπο (Κόκκοτας 2005).

Η διδασκαλία στηρίζεται κατά κύριο λόγο στο σχολικό εγχειρίδιο και στα φύλλα εργασίας, ενώ σύμφωνα με τους Ashiq, Azeem, Shakoor (2011) μπορεί να αξιοποιήσει τη μέθοδο της διάλεξης, των ερωτήσεων και του πειράματος επίδειξης. Ενσωματώνει την αρχή της ενίσχυσης για την επιβράβευση της θετικής συμπεριφοράς, ενώ η επιτυχία ορίζεται με γνώμονα την ποσότητα και το εύρος της γνώσης αλλά και το βαθμό αφομοίωσης επιστημονικών ορολογιών και τύπων, αποστρέφοντας το ενδιαφέρον σε οποιαδήποτε προσπάθεια κριτικής προσέγγισης ή ανάπτυξης δεξιοτήτων.

Συνεπώς, στο παραδοσιακό ρεύμα κυριαρχεί το δασκαλοκεντρικό μοντέλο διδασκαλίας με την κυριαρχία της επιστημονικής γνώσης, μια γνώσης που αποδεικνύεται στατική.



Εικόνα 61 Φάσεις Παραδοσιακού Μοντέλου Διδασκαλίας

► Ανακαλυπτικό ρεύμα

Ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις και επιστημονικές καινοτομίες, που σημειώθηκαν τη δεκαετία του 1960, σηματοδότησαν τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, με αποτέλεσμα να καταστεί επιτακτική η ανάγκη παραγωγής καταρτισμένων επιστημόνων.

Την εποχή εκείνη, μετά τις επιτυχίες της Σοβιετικής Ένωσης να θέσει το Sputnik I σε τροχιά (1957) γύρω από τη Γη και την επερχόμενη Επιστημονική και Τεχνολογική Επανάσταση, η Αμερική επένδυσε στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, παρέχοντας πρωτοφανή οικονομικά κονδύλια, υποδομές και κατάλληλο εξοπλισμό. Το έργο αυτό ήταν ευθύνη του εκπαιδευτικού συστήματος και έτσι εμφανίστηκε το ανακαλυπτικό μοντέλο διδασκαλίας, αναδιαμορφώνοντας τον πρότερο τρόπο διδασκαλίας των επιστημών.

Η μάθηση παύει πλέον να είναι παθητική και ερμηνεύεται ως ανακάλυψη νέων γνώσεων από τον μαθητή. Συνεπώς, η γνώση ανακαλύπτεται και οι εκπαιδευόμενοι μπορούν με τα κατάλληλα μέσα και την επίβλεψη του διδάσκοντα να προσεγγίσουν

και να κατακτήσουν τη γνώση των Φυσικών Επιστημών σχετικά με την ερμηνεία φαινομένων και την εμπέδωση εννοιών και νομοτελειών.

Η μάθηση θέτει στο επίκεντρο τον μαθητή και αποδίδεται ιδιαίτερη έμφαση στην αλληλεπίδραση του με αντικείμενα ή πρόσωπα και στο πλαίσιο διεξαγωγής της. Η γνώση αποκτά μια δυναμική διάσταση και βασίζεται στην υιοθέτηση διδακτικών στρατηγικών (πείραμα, διερεύνηση, ανταλλαγή απόψεων), στη συμμετοχή σε επιστημονικές και συνεργατικές δραστηριότητες και στην επίλυση προβλημάτων.

Στόχος της μάθησης είναι η ποιότητα της γνώσης, σε αντιδιαστολή με την μέχρι τότε επιδιωκόμενη ποσότητα πληροφοριών, καθώς και η δράση του υποκειμένου για την κατάκτηση του αφηρημένου και την ανακάλυψη της γνώσης. Με την ενεργητική ιδιότητα της μάθησης, ο εκπαιδευόμενος λειτουργεί στα πλαίσια ομάδας, ακολουθεί στοιχεία επιστημονικής μεθόδου και δύναται να εξηγήσει τα πορίσματα του και να καταλήξει σε συμπεράσματα.

Διδακτικά εργαλεία προς αυτήν την κατεύθυνση αποτελούν το σχολικό εγχειρίδιο, τα φύλλα εργασίας καθώς και η πρόσβαση σε υλικά και εργαστηριακό εξοπλισμό. Σε όλη αυτήν τη διαδικασία, ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί, συμβουλεύει, συντονίζει και παροτρύνει τις ομάδες των μαθητών. Φροντίζει με τις κατάλληλες διδακτικές τεχνικές να προσφέρει ερεθίσματα και ένα διερευνητικό περιβάλλον που εξασφαλίζει ευκαιρίες ενεργής εμπλοκής των υποκειμένων και διατηρεί τις ισορροπίες μεταξύ τους.

Αναφορικά με τη διαδικασία της αξιολόγησης, το ενδιαφέρον μετατοπίζεται στην εκτίμηση της ποιότητας των γνώσεων και των δεξιοτήτων που καλλιέργησε ο μαθητής. Συνεπώς, στο μαθητοκεντρικό μοντέλο διδασκαλίας πέραν των επιστημονικών γνώσεων, η στοχοθεσία του αναλυτικού προγράμματος περιλαμβάνει και την ανάπτυξη στάσεων και ικανοτήτων.

Με τις διαδοχικές άρδην αλλαγές άρχισε σταδιακά να διαφαίνεται και η γέννηση της διδακτικής των φυσικών επιστημών.



Εικόνα 62 Φάσεις Ανακαλυπτικού Μοντέλου Διδασκαλίας

► Εποικοδομητικό ρεύμα

Περί τα τέλη του 1970, ολοένα και περισσότερες έρευνες υπογραμμίζουν την παρουσία και την επίδραση των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Ακολούθως, στις αρχές του 1980 αναπτύχθηκε το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας με την ειδοποιό διαφορά ότι υπολογίζει και δίνει σημασία στις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών και στον τρόπο αντίληψης και ερμηνείας των φυσικών εννοιών. Κοινό σημείο με το προηγούμενο μοντέλο αποτελεί η ενεργός συμμετοχή τους.

Κατά τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό, το περιεχόμενο του εποικοδομητικού αναλυτικού προγράμματος ακολουθεί διαθεματική προσέγγιση, ενώ η γνώση και οι στρατηγικές που περικλείονται είναι ανάλογες των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών. Οι ίδιοι εξίσου ενεργητικά οικοδομούν την προσωπική τους γνώση και ερμηνεύουν την πραγματικότητα με βάση τις ιδέες, τις εγκαθιδρυμένες νοητικές δομές και τις εμπειρίες τους.

Εν συνεχεία, παρουσιάζεται συνοπτικά το προτεινόμενο μοντέλο εποικοδομητικής προσέγγισης των Φυσικών Επιστημών από τους Driver και Oldham (1986), το οποίο περιλαμβάνει τις ακόλουθες φάσεις:

- Η φάση του προσανατολισμού (ή πρόκλησης ενδιαφέροντος)

Αποτελεί την αφετηρία της διδασκαλίας, όπου ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι κατάλληλα προετοιμασμένος και να έχει ένα καλά δομημένο πλάνο διδασκαλίας, το οποίο παρουσιάζει και διευκρινίζει στους μαθητές του για να κατανοήσουν το σκοπό των δραστηριοτήτων που έπονται. Απαραίτητος στόχος στη φάση αυτή η προσέλκυση της προσοχής και η έξαψη της περιέργειας τους. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί πχ με την παρατήρηση ή/και παρουσίαση ενός φαινομένου κλπ.

- Η φάση της ανάδειξης των ιδεών

Στο στάδιο αυτό, οι μαθητές εκδηλώνουν τις ιδέες τους (προφορικά ή γραπτά) και ο δάσκαλος προσπαθεί να κατανοήσει τον τρόπο θεώρησης και ερμηνείας τους. Η εξωτερίκευση των ιδεών μπορεί να τελεστεί με διάφορες τεχνικές όπως ενεργητική ακρόαση, διάλογος, εφαρμόσιμες δραστηριότητες, υποθετικά πειράματα κλπ.

- Η φάση της αναδόμησης των ιδεών

Οι μαθητές, ανάλογα με την περίπτωση τους, παροτρύνονται να τοποθετηθούν, να ελέγξουν τις ιδέες τους ή/και να τις αναδιαρθρώσουν. Αυτό που επιδιώκεται είναι η πρόσληψη των ιδεών που πλαισιώνουν εγγύτερα το επιστημονικό πρότυπο. Ο εκπαιδευτικός είναι σημαντικό να επιλέγει δραστηριότητες που δημιουργούν νόημα στους μαθητές.

Μερικές φορές, οι μαθητές τυγχάνουν να επαληθεύουν τις προηγούμενες γνώσεις τους, ενώ σε άλλες παρατηρείται αδυναμία ένταξης ενός φαινομένου στο κατάλληλο ερμηνευτικό περιβάλλον, το οποίο άγει σε γνωστική σύγκρουση. Αυτή συχνά επιφέρει τον ανασχηματισμό των εννοιών.

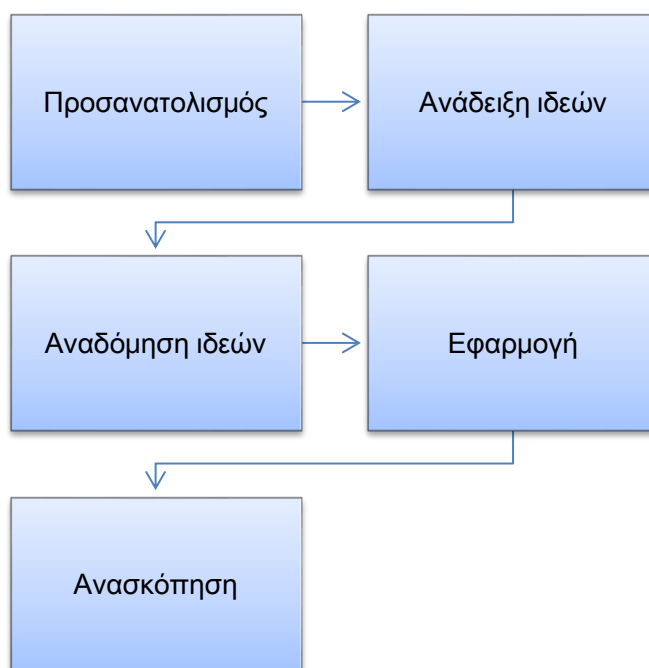
- Η φάση της εφαρμογής (ή ελέγχου)

Κατά την εφαρμογή, οι μαθητές επιχειρούν να συνδέσουν τις νέες γνώσεις με τις εμπειρίες τους από την καθημερινή ζωή και ταυτόχρονα να τις επεκτείνουν για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Με αυτόν τον τρόπο και μέσα από την επιτυχή

ερμηνεία των φαινομένων, οι νέες ιδέες αποκτούν αληθινή αξία και γίνονται πλήρως αποδεκτές από τους εκπαιδευομένους.

- Η φάση της ανασκόπησης

Η τελευταία φάση σχετίζεται με τη μεταγνωστική διαδικασία, όπου οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη βαρύτητα των νέων γνώσεων γενικά και ειδικά καθώς και την πορεία που διάνυσαν προς την απόκτηση τους. Η συνειδητοποίηση της εξέλιξης και της αλλαγής τους καλείται μεταγνώση. Μέθοδοι που συμβάλλουν προς αυτήν κατεύθυνση αποτελούν η αυτοαξιολόγηση, σχεδιασμός προσωπικής πορείας στη γνώση, αυτορρύθμιση γνώσης κλπ.



Εικόνα 63 Μοντέλο Driver & Oldham (1986)

4.2 Η «σύγχρονη» Διδακτική των Φυσικών Επιστημών

Τα τρία ρεύματα αναντίρρητα επηρέασαν το καθένα ξεχωριστά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και καθώς η εξελικτική διαδρομή πλησίαζε χρονικά τον 21^ο αιώνα εμφανίστηκε το ρεύμα του επιστημονικού αλφαριθμητισμού (Science for All,

Science for Citizenship, Scientific Literacy), προσδίδοντας ένα σύγχρονο χαρακτήρα στον κλάδο τους.

▪ Το ρεύμα του επιστημονικού αλφαριθμητισμού

Από τα τέλη του 20^{ου} επέρχεται μια εκ βάθρων αλλαγή στα εκπαιδευτικά τεκταινόμενα αναφορικά με τη διδασκαλία των Φ.Ε, η οποία οφείλεται κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες. Συγκεκριμένα, η ευρεία διάδοση της παγκοσμιοποίησης έφερε στο προσκήνιο την ανάγκη για περαιτέρω εκπαίδευση και ειδίκευση και συνακόλουθα επηρέασε τις Φ.Ε.

Στο προσκήνιο υπεισέρχονται ζητήματα σύγκρισης και υπεροχής σε παγκόσμιο επίπεδο αναφορικά με αποτελέσματα απόδοσης και αξιολόγησης των χωρών στις Φ.Ε. Παράλληλα, ο επιστημονικός λόγος αναγνωρίζεται ως μια παγκόσμια γλώσσα επικοινωνίας που συνδέει διαφορετικές κουλτούρες και πολιτισμούς και απευθύνεται σε όλους, ενοποιώντας τον αναπτυσσόμενο κόσμο.

Συνεπώς, η σύγχρονη διδακτική τους παρέχει εργαλεία που μπορούν να αξιοποιηθούν σε τοπικό επίπεδο και να προσαρμοστούν ανά περίπτωση, ενώ ταυτόχρονα η διδασκαλία τους αποκτά μια διαθεματικότητα μέσα από την προσέγγιση των ΦΕ με παραδοσιακά ασύνδετα πεδία γνώσης όπως πχ η τέχνη, η πολιτική, η τεχνολογία και η επιστήμη.

Ο καταναλωτισμός που απορρέει από τις παγκοσμιοποιημένες κοινωνίες επιδρά με τη σειρά του στις ΦΕ, με αποτέλεσμα η διδασκαλία τους να στρέφεται στη δημιουργία μελλοντικών πολιτών και όχι απαραίτητα επιστημόνων που είναι γνώστες της τεχνολογίας. Η προσδοκώμενη αποτελεσματική διαχείριση της τεχνολογίας την αναβιβάζει στο ευρύτερο πλαίσιο της εκπαίδευσης του πολίτη μέσα από την ένταξη της στα αναλυτικά προγράμματα πολλών χωρών ανά τον κόσμο.

Το ρεύμα αυτό γίνεται γνωστό και ως «επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός», το οποίο αποβλέπει στην προετοιμασία «εγγράμματων» πολιτών.

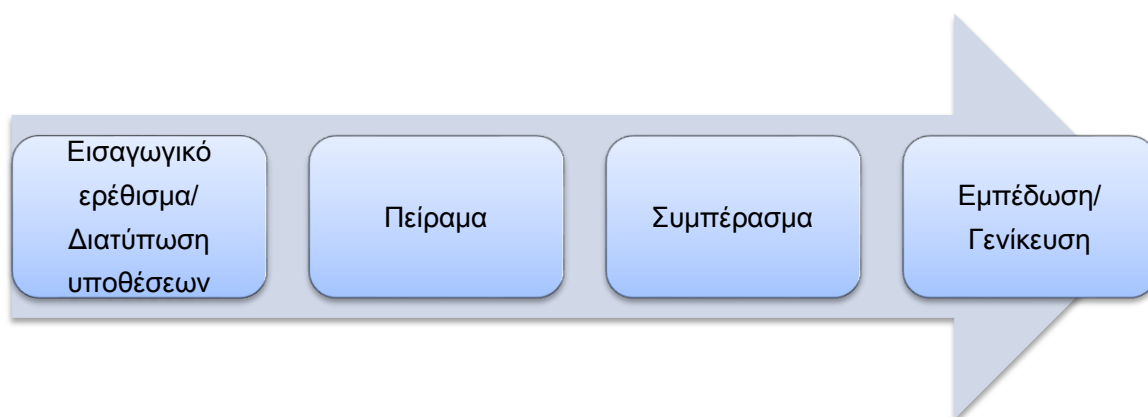
Επιδίωξη της διδασκαλίας των Φ.Ε καθίσταται η καλλιέργεια των δεξιοτήτων και στάσεων με τις οποίες οι μαθητές ως αυριανοί πολίτες θα λειτουργούν ενεργητικά

και θα αναγνωρίσουν τη συμβολή της επιστήμης στη διαχείριση της πληροφορίας, στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής τους. Συγχρόνως, προτεραιότητα δεν αποτελεί η κατεξοχήν κατάκτηση της γνώσης αλλά η καλλιέργεια της σκέψης και της συμπεριφοράς των πολιτών (Τσελφές, 2001).

4.3 Το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο

Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο των Schmidkunz και Lindeman (1992) προτείνεται από το Πρόγραμμα Σπουδών για τη μεθόδευση της διδασκαλίας των ΦΕ και πάνω σε αυτό δομείται τόσο το σχολικό εγχειρίδιο όσο και το τετράδιο εργασιών του μαθητή.

Το μοντέλο αυτό αποτελεί σύνθεση του ανακαλυπτικού και κονστрукτιβιστικού μοντέλου και εξετάζοντας την ονομασία του ο όρος «ερευνητικό» αναφέρεται στην αυτόνομη πειραματική έρευνα στην οποία ενθαρρύνονται οι μαθητές, με βάση τις προηγούμενες γνώσεις και τα διαθέσιμα εργαλεία, να κατακτήσουν τα νέα στοιχεία και να ανακαλύψουν το φυσικό κόσμο. Αντίστοιχα, ο όρος «εξελισσόμενο» περιγράφει τη διαρθρωμένη ερευνητική μαθησιακή διαδικασία, η οποία αναπτύσσεται σε στάδια, που συνδέονται χρονικά μεταξύ τους:



Εικόνα 64 Φάσεις ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου

Χαρακτηριστικά του ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου αποτελούν η δυνατότητα συμμετοχικής ανακάλυψης των μαθητών, η παροχή ευκαιριών για

αυθεντικές εμπειρίες που σχετίζονται με την καθημερινότητα (Duffy 1992; Roth 1995) και ο συσχετισμός της παραγωγικής σκέψης (γενικό → ειδικό) με την αυτενέργεια, η οποία πραγματώνεται μέσα από το πείραμα.

Η δομή του εξελισσόμενου διδακτικού μοντέλου καθιστά δυνατή τη σχεδίαση, τη διεξαγωγή και την αξιολόγηση της μάθησης και ταυτόχρονα την αξιοποίηση του πειράματος για τον προσδιορισμό του υπό εξέταση προβλήματος, την επίλυση του, την πρόσκτηση νέων δεδομένων και την παγίωση των νοητικών δεξιοτήτων (Schmidkunz, 1992).

Ακολουθείται η μέθοδος της αναγωγής των υπό διερεύνηση φαινομένων σε προβλήματα, τα οποία οι μαθητές προσεγγίζουν πειραματικά και σύμφωνα με τον Saxler (1992) αυτό ακριβώς διακρίνει το εξελισσόμενο μοντέλο από τα υπόλοιπα ανακαλυπτικά.

Συνεπώς, κατά τη διδακτική πορεία, ακολουθείται αρχικά η προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών (με το εισαγωγικό ερέθισμα) και η διατύπωση υποθέσεων για το φαινόμενο που θα διερευνηθεί. Παράλληλα, ορίζεται το πρόβλημα και καταγράφονται οι αρχικές αντιλήψεις των παιδιών.

Στη συνέχεια, οργανώνουν μια πειραματική πρόταση, εκτελούν τα προβλεπόμενα πειράματα (ακόμη και επίδειξης, στα οποία μετέχουν ενεργά) και σημειώνουν τις παρατηρήσεις τους. Οι παρατηρήσεις διαμορφώνουν ένα τελικό συμπέρασμα, το οποίο, κατόπιν συζήτησης στην τάξη, γενικεύεται και καθίσταται πιο αφηρημένο.

Η εμπέδωση επέρχεται μέσα από εργασίες που περιλαμβάνουν εφαρμογές από την καθημερινή ζωή, οι οποίες προκαλούν σταδιακά την αυτόματα ανάκληση του τελικού συμπεράσματος. Τοιουτοτρόπως, το νέο γνωστικό υλικό εδραιώνεται, με τον εκπαιδευτικό να συντονίζει και να ελέγχει την άνωθεν διαδικασία.

Συνοψίζοντας, τα γνωρίσματα του εν λόγω διδακτικού μοντέλου είναι τα ακόλουθα:

- Η προσδοκώμενη ενίσχυση του ενδιαφέροντος για το μάθημα

- Η μεγιστοποίηση της αυτόνομης συμμετοχής του εκπαιδευόμενου
- Η μετάδοση της αίσθησης επιτυχίας
- Η παράλληλη σύνδεση και επίτευξη των στόχων (γνωστικών, συναισθηματικών, ψυχοκινητικών)
- Η αντιμετώπιση των φαινομένων ως προς επίλυση προβλήματα
- Η ανακάλυψη μέσα από το μάθημα
- Η συμβολή και ο ρόλος του εκπαιδευτικού
- Η μεταφορά των υπό μελέτη φαινομένων σε καθημερινά ζητήματα
- Η επέκταση της διδακτικής πορείας εκτός σχολικού πλαισίου

4.4. Το νέο πρόγραμμα σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία στην υποχρεωτική εκπαίδευση

Το νέο πρόγραμμα σπουδών για το «νέο σχολείο» του 21^{ου} αιώνα, που αφορά τις Φυσικές Επιστήμες της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, στοχεύει στη σύνδεση της επιστήμης με την κοινωνία, το περιβάλλον και τον πολιτισμό και σε μια διαδοχική αλληλουχία της μάθησης σε όλη την πορεία της υποχρεωτικής εκπαίδευσης.

Λειτουργεί προς την κατεύθυνση της διάπλασης του πλέον σύγχρονου πολίτη, εμφυσώντας του τις αρχές του σεβασμού, της δημοκρατίας, της ισότητας, της συμμετοχής στα κοινά, του διαλόγου και της επιστημονικής επιχειρηματολογίας. Για το σκοπό αυτό, επιδιώκει την παροχή αυθεντικών πλαισίων μάθησης, την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Φ.Ε και τη μεταλαμπάδευση των κατάλληλων εφοδίων και δεξιοτήτων προς ενίσχυση της νέας του ιδιότητας.

Μέσα από τις επιλεγμένες δραστηριότητες, οι οποίες απαιτούν έρευνα, λήψη αποφάσεων και δραστηριοποίηση, οι μαθητές παρουσιάζουν ισχυρά κίνητρα μάθησης, ενώ με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών μετέχουν από κοινού σε ανταλλαγή απόψεων και πληροφοριών με κριτική προσέγγιση και αλληλεπιδρούν τόσο μεταξύ τους μέσα από κανόνες και ρόλους (κοινότητα μάθησης) όσο και με τα διδακτικά εργαλεία (νοητά, πραγματικά-απτά), αναπτύσσοντας συνεργατική διάθεση.

Μεγίστης σημασίας, επίσης, αποτελεί ο εφοδιασμός του εκπαιδευτικού με κατάλληλες τεχνικές επικοινωνίας προς ενίσχυση της έρευνας και της αλληλεπίδρασης. Έτσι, οι μαθητές λαμβάνουν τα αναγκαία παιδαγωγικά μέσα και είναι σε θέση να αξιολογούν με επιτυχία την προσωπική τους πορεία, να κατακτούν τη γνώση μέσα από την ανάπτυξη λογικών τεκμηρίων και να κάνουν υποθέσεις και εκτιμήσεις των φυσικών μεταβολών και φαινομένων.

Το προτεινόμενο διδακτικό μοντέλο του νέου προγράμματος σπουδών είναι η μαθητοκεντρική και ομαδοσυνεργατική μάθηση και διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, ενώ παράλληλη επιδίωξη του αποτελεί η υποστήριξη των εκπαιδευτικών για την δημιουργία αποτελεσματικού περιβάλλοντος μάθησης.

Η έρευνα και τα Προγράμματα Σπουδών

Παρά την έκδηλη σημαντικότητα της εκπαίδευσης του πολίτη στις Φυσικές Επιστήμες και σε τεχνολογικά ζητήματα διαπιστώνονται μέσα από διεθνείς έρευνες και ερευνητικά προγράμματα όπως το PISA (Programme for International Student Assessment, 2006), το ROSE (Relevance of Science Education) και από την έρευνα ανάλυσης των «λαθών» των μαθητών του Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας (2004-07) ανεπάρκειες στην κατάκτηση του επιστημονικού εγγραμματισμού καθώς και περιορισμένο ενδιαφέρον των μαθητών για το αντικείμενο του μαθήματος ή/και για την επίτευξη επαγγελματικής σταδιοδρομίας στους αναφερόμενους τομείς. Τα παραπάνω ευρήματα αφορούν πολλές από τις αναπτυγμένες χώρες του κόσμου, με την Ελλάδα να συμπεριλαμβάνεται σε αυτές, προβάλλοντας την ανάγκη αναδιοργάνωσης της εκπαιδευτικής πολιτικής και ανανέωσης του προγράμματος σπουδών. Στο επίκεντρο του νέου προγράμματος τοποθετούνται τα ενδιαφέροντα και οι καθημερινές εμπειρίες των μαθητών, ώστε παράλληλα με την ανάπτυξη επιστημονικών πρακτικών και γνώσεων να επιτυγχάνεται συνάφεια με τις Φ.Ε.

Το προτεινόμενο από το Υπουργείο Πρόγραμμα Σπουδών είναι βασισμένο στα πορίσματα της διεθνούς με την ελληνική μελέτη και έρευνα (Spyrrou et al, 2008, Κασσέτας, 2009, Plakitsi, 2010) και θέτει σε πρώτο πλάνο το μαθητή.

Ασπάζεται τη συμβολή των διαθεματικών εργασιών, οι οποίες βασίζονται κατά κύριο λόγο στην πρόκληση (challenge-based learning) και επιπλέον στη μάθηση μέσω σχεδίων εργασίας (project-based learning) και της πλαίσιακής διδασκαλίας και μάθησης (contextual teaching and learning). Υπό αυτό το πρίσμα, οι εργασίες προτείνουν:

- Τη συμμετοχή των παιδιών σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων αληθινής υπόστασης και με προσωπικό νόημα (think globally, act locally)
- Τη συνεργασία, το σχεδιασμό (planning), την επιχειρηματολογία (arguing)
- Την ανάπτυξη των απαραίτητων δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα (Partnership for 21st Century Skills)
- Την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων των ΤΠΕ στις Φυσικές Επιστήμες και των δεδομένων της Ιστορίας και της Φιλοσοφίας των Φ.Ε.

Συνεπώς, μια δραστηριότητα μπορεί να διέρχεται από τα ακόλουθα στάδια, των οποίων η σειρά και το πλήθος είναι μεταβλητά:

1^ο στάδιο: Προβολή της κεντρικής ιδέας ή/και του ερωτήματος καθώς και της πρόκλησης, τα οποία εντάσσονται σε ένα πραγματικό πλαίσιο ή πρόβλημα. Η πρόκληση είναι πολύ σημαντικό να εγείρει το ενδιαφέρον των παιδιών και να προκαλέσει πραγματικά τους μαθητές. Έτσι, ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιονδήποτε τρόπο ή μέσο εξυπηρετεί αυτόν τον σκοπό (οπτικοακουστικά μέσα, επιστημονικά άρθρα, εισαγωγικό πείραμα, τεχνολογικές εφαρμογές επίσκεψη σε χώρους πολιτισμού ή σε επαγγελματικές εγκαταστάσεις κλπ).

2^ο στάδιο: Διατύπωση πρόσθετων ή συμπληρωματικών ερωτήσεων από το δάσκαλο και εφαρμογή της μεθόδου της ιδεοθύελλας για να αντιληφθούν οι εκπαιδευόμενοι την ιδέα. Συμπληρωματικά, μπορούν να διαμοιραστούν φύλλα εργασίας και υλικό.

3^ο στάδιο: Τα παιδιά διαχωρίζονται σε ομάδες των 4-5 ατόμων, στις οποίες αναλαμβάνουν ρόλους με συγκεκριμένη λειτουργία.

4^ο στάδιο: Οι μαθητές με την καίρια παρέμβαση του εκπαιδευτικού οργανώνουν το σχέδιο δράσης τους για την επίλυση του προβλήματος. Στη διάρκεια της διαδικασίας αυτής, οι μαθητές προτρέπονται να ανταλλάσουν απόψεις, να επιχειρηματολογούν, να

προγραμματίζουν την επόμενη φάση του σχεδίου, όπως ορίζει η επιστημονική διαδικασία. Στο τέλος, παρουσιάζεται το τελικό πλάνο δράσης.

5^ο στάδιο: Ανάλογα με το ρόλο που έχει επωμιστεί, κάθε μαθητής φέρει την ευθύνη για το αποτέλεσμα που θα παραδώσει.

6^ο στάδιο: Η ομάδα μετέχει σε συζήτηση σχετικά με τις δυσκολίες που συνάντησαν, για τυχόν ερωτήματα και για το υλικό που συνέλεξαν. Τα όσα ειπώθηκαν (συλλογισμοί, επιχειρήματα, κοινά σημεία, διαφορές) αποτυπώνονται γραπτώς.

7^ο στάδιο: Συλλέγουν και παρουσιάζουν το συνολικό υλικό, που περιλαμβάνει την περιγραφή καθώς και πρόσθετα εργαλεία που αξιοποίησαν (πχ εικόνες, σημειώσεις, κατασκευές κλπ).

8^ο στάδιο: Εξαγωγή συμπερασμάτων, ανάπτυξη προτάσεων, διατύπωση προοπτικών, καταγραφή τελικής έκθεσης και επίσημη παρουσίαση της στην τάξη.

9^ο στάδιο: Παραγωγή βίντεο, συγκέντρωση οπτικών στοιχείων, ενημέρωση ιστοσελίδας του σχολείου.

Γενικότερη αποστολή του Νέου Σχολείου συνίσταται η κατάλληλη προπαρασκευή των μαθητών για την κοινωνική τους ένταξη ως υπεύθυνοι, δημοκρατικοί, ενεργοί και κριτικά σκεπτόμενοι πολίτες. Ως εκ τούτου, δίνεται έμφαση στην αλληλεπίδραση, στην αυτενέργεια και στη δημιουργική πρόσληψη και επεξεργασία των πληροφοριών από τον μαθητή και τον εκπαιδευτικό. Ο τελευταίος έχει την ευθύνη της διασφάλισης των κατάλληλων συνθηκών τόσο σε επίπεδο τάξης (επικράτηση θετικού κλίματος) όσο και ομάδας (ενίσχυση δυναμικής).

4.5 Η θέση των Φυσικών Επιστημών στο σχολικό πρόγραμμα

Τις τελευταίες δεκαετίες, το αντικείμενο των ΦΕ άρχισε να γίνεται ευρέως αποδεκτό και να αναγνωρίζεται η αναγκαιότητα του μαθήματος στην ελληνική σχολική πραγματικότητα, κάτι που φανερώνεται από την σταθερή αύξηση των διδακτικών ωρών του συγκεκριμένου μαθήματος στο αναλυτικό πρόγραμμα (Κόκκοτας 1989, σ. 209).

Παράλληλα, οι πρόσφατες καθολικές επανεξετάσεις της εκπαιδευτικής πολιτικής και των προγραμμάτων σπουδών, αναφορικά με την προσέγγιση και διδασκαλία των ΦΕ, έχουν αναδείξει την αναγκαιότητα βελτίωσης και αναβάθμισης της ποιότητας μάθησης.

Πέραν της ενσωμάτωσης πρακτικά εφαρμόσιμης γνώσης, της διάπλασης πολιτών που αντιλαμβάνονται τις ΦΕ (Wagenschein, 1988) και της σύνδεσης τους με την καθημερινή ζωή, στη σύγχρονη εποχή αναπτύσσονται νέες μαθησιακές προσδοκίες. Αυτές απευθύνονται στον πολίτη του 21^{ου} αιώνα και προτάσσουν τη σύζευξη γνώσης και επιστημονικής πρακτικής (NGSS, 2013) καθώς και την συμπερίληψη της επιχειρηματολογίας ως θεμελιώδες γνώρισμα των ΦΕ και σημαντικό εργαλείο μάθησης (NRC, 2012).

- Το αντικείμενο του μαθήματος

Όπως παρατίθεται και στο βιβλίο του δασκάλου της Φυσικής για την Ε'-ΣΤ' τάξη, σύμφωνα με τον W.Heisenberg *«Οι φυσικές επιστήμες δεν περιορίζονται στο να περιγράφουν και να εξηγούν τη φύση, αποτελούν μέρος της αλληλεπίδρασης της φύσης με εμάς, περιγράφουν τη φύση, όπως αυτή αποκαλύπτεται στη δική μας μέθοδο ερωτήσεων»*.

Πολύ σημαντική καθίσταται η συναίσθηση του δυναμικού και εξελικτικού χαρακτήρα της επιστήμης, η οποία μελετά τους νόμους και τις έννοιες του περιβάλλοντος κόσμου, υπογραμμίζει την κοινωνική της όψη και προάγει το συνταίριασμα του περιεχομένου των ΦΕ με αυτό της Τεχνολογίας (Layton, 2004).

Οι φυσικές επιστήμες είναι, επίσης, αναγκαίο να ακολουθούν μια ροή και να εντάσσονται σε ένα ενιαίο πλαίσιο διδακτικής προσέγγισης για όλες τις σχολικές βαθμίδες. Την ανάγκη αυτή ανίχνευσε το νέο πρόγραμμα σπουδών του «Νέου Σχολείου» και έτσι προτείνει τη δόμηση θεματικών ενοτήτων, που αναπτύσσονται ταυτόχρονα και κατοχυρώνουν τη συνέχεια από το Νηπιαγωγείο έως το Λύκειο.

Η πρώτη σχολική βαθμίδα, η οποία θα μας απασχολήσει στα πλαίσια της πιλοτικής εφαρμογής, για την παροχή της νέας γνώσης προβλέπει τη σύνδεση της με την προϋπάρχουσα που έχει κατακτηθεί και στοχεύει να εκπαιδεύσει τους μαθητές στη συστηματική παρατήρηση, στην επίγνωση της εξελικτικής διάστασης των φαινομένων και στην καλλιέργεια της επιστημονικής μεθοδολογίας.

Στη διάρκεια της, ο μαθητής εισάγεται στο «οργανωμένο» μάθημα των ΦΕ, στην συστηματική παρατήρηση και καταγραφή των φαινομένων με μεθοδικό και επιστημονικό τρόπο καθώς και στην πειραματική αντιμετώπιση τους. Ωστόσο, ο εκπαιδευόμενος δεν αντιμετωπίζει τα φυσικά φαινόμενα για πρώτη φορά, αλλά πλέον προστίθεται ένα επίσημο πλαίσιο.

▪ *Πρώιμες αντιλήψεις μαθητών*

Η αξιοποίηση επιστημονικών διαδικασιών κατά τη μεθόδευση της διδασκαλίας των ΦΕ εξυπηρετεί την επιτυχή σύνδεση των αρχικών αντιλήψεων με τη νέα εμπειρία και την παράλληλη επαλήθευση των νέων αποδεικτικών στοιχείων. Οι μαθητές δεν αποτελούν σύμφωνα με τον Nachtigall (1992) «άγραφους πίνακες» ή «κενά δοχεία», αλλά φορείς ιδεών και πρώιμων αντιλήψεων, τις οποίες έχουν σχηματίσει για την ερμηνεία του φυσικού κόσμου και τις οποίες χρησιμοποιούν για την πρόβλεψη ή/και κατανόηση των νέων φαινομένων.

Τα παιδιά, πριν την έναρξη της σχολικής ζωής, έχουν ήδη διαμορφώσει την προσωπική τους ερμηνεία και άποψη για τα φυσικά φαινόμενα (Sutton, 2007), η οποία διαπνέεται από διαχρονική ισχύ και καθολικότητα, συγκροτώντας ερμηνευτικά πρότυπα. Παράγοντες όπως η αλληλοσυσχέτιση με άλλους ανθρώπους, το άτυπο περιβάλλον μάθησης, η κοινωνική επαφή, η πληροφόρηση από τα μέσα, οι εμπειρίες της καθημερινής ζωής και η γλώσσα αποτελούν ταυτόχρονα τους μηχανισμούς

αντίληψης τους, με τη βοήθεια των οποίων συνθέτουν βιωματικές νοητικές κατασκευές.

Επιπλέον, μερικές από τις αρχικές αντιλήψεις επιβιώνουν και στην ενήλικη ζωή, όσες δεν έχουν ήδη υποστεί εννοιολογική αλλαγή, και μάλιστα επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τη μάθηση, προάγουν την κατάρτιση μιας μαθητοκεντρικής διδασκαλίας (Κόκκοτας, 2002) και στην πλειονότητα τους διαφέρουν από την επιστημονική αντίληψη και την αλήθεια (Κουλαϊδής, 1994).

Στη βιβλιογραφία απαντώνται και ως «εναλλακτικές αντιλήψεις», «αυθόρμητες» ή «αισθητικές» αντιλήψεις, «παρανοήσεις», «προηγούμενες ιδέες» κλπ (Driver, 1985).

Οι εναλλακτικές ιδέες των εκπαιδευομένων, ως προσωπικές κατασκευές γνώσης για την κατανόηση και απόδοση των εννοιών και των μεταβολών του κόσμου (Mastrogiorgaki & Skoumios, 2018), υπόκεινται σε αλλαγές ανάλογα με το φαινόμενο ή με το πλαίσιο μελέτης του (Driver, 1985).

Ωστόσο, παρατηρούνται κοινά χαρακτηριστικά στις αντιλήψεις των μαθητών αναφορικά με την ερμηνεία των ΦΕ, τα οποία είναι ανεξάρτητα από την ηλικία, το φύλο, το περιβάλλον (κοινωνικό, πολιτισμικό), τη χώρα καταγωγής ή προέλευσης (Κόκκοτας, 2008; Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001; Driver et al., 1994, 2000; Dekkers&Thijs, 1998) και συνεπώς μπορούν να ομαδοποιηθούν.

1. Κυριάρχηση της σκέψης από την αισθητηριακή αντίληψη

Για την επίλυση προβλημάτων, την ερμηνεία φαινομένων ή την απάντηση σε κάποιο ερώτημα, οι μαθητές ενεργοποιούν και στηρίζονται στις αισθήσεις τους (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001) και στα βιώματά τους (NRC, 1997). Άλλωστε, αποδέχονται ως υπαρκτό μόνο ό,τι μπορεί να προσληφθεί μέσω των αισθήσεων τους και είναι άμεσα ορατό.

2. Περιορισμένη προσοχή και εστίαση

Οι μαθητές φαίνεται να εστιάζουν την προσοχή τους σε συγκεκριμένες όψεις ενός φαινομένου ή μιας κατάστασης που εξετάζουν, ενώ δεν υπολογίζουν τις

υπόλοιπες (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001). Το επίκεντρο του ενδιαφέροντος τους μετατοπίζεται αφενός στα σταθερά, κυρίαρχα και πιο διακριτά χαρακτηριστικά τους, ερμηνεύοντας τις ιδιότητες των φαινομένων με απολυτότητα, αφετέρου σε δυναμικές και μεταβαλλόμενες καταστάσεις (Κόκκοτας, 2008).

3. Αντιλήψεις κατ' αναλογία του πλαισίου χρήσης

Παρά το ότι οι μαθητές αξιοποιούν τις εννοιολογικές αλλαγές με επιτυχία στο σχολικό περιβάλλον, οι αρχικές αντιλήψεις τους επανέρχονται σε προβλήματα ή φαινόμενα εκτός του καθημερινού πλαισίου, σε καταστάσεις όπου οι εκπαιδευόμενοι εμφανίζουν αντικρουόμενες ιδέες και απόψεις (Taber, 2015) και πέραν του πλαισίου χρήσης εξαρτώνται από το περιεχόμενο του προβλήματος (Viennot, 1979; Hammer, 1996; Steinberg et al., 1997; Rowlands et al., 1999).

4. Αδυναμία στον διαχωρισμό εννοιών και γενικεύσεις

Έχει παρατηρηθεί ότι οι μαθητές κατά τη μελέτη και ερμηνεία ενός φαινομένου συνδέουν έννοιες και εκφράζονται με λέξεις που φέρουν νόημα για τους ίδιους, αλλά δεν ταιριάζουν με το φαινόμενο αυτό καθαυτό, γεγονός που αποδίδεται στις εναλλακτικές ιδέες τους (Driver, 1985). Επίσης, συχνά προβαίνουν σε γενικεύσεις και προβάλλουν σφαιρικά τις ιδέες τους καθώς δυσκολεύονται να διακρίνουν βασικές έννοιες, περνώντας ασυναίσθητα από τη μια στην άλλη.

5. Γραμμικός αιτιακός χρονικός συλλογισμός

Για την επεξήγηση των φαινομένων, οι εκπαιδευόμενοι συσχετίζουν και συνδέουν αίτιο και αποτέλεσμα τόσο μεταξύ τους όσο και σε συνάρτηση με τον χρόνο. Εντούτοις, διαπιστώνεται δυσκολία στον τρόπο αντίληψης της αλληλεπίδρασης μεταξύ των σωμάτων.

6. Αντίσταση στην αλλαγή

Οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών διαπνέονται από ανθεκτικότητα και σταθερότητα και αντιστέκονται στο χρόνο και την αλλαγή (Driver, 1985; McDermott, 1999; Taber, 2015). Είναι τόσο ισχυρά παγιωμένες, που και έπειτα από μια ισχυρή

διδασκτική παρέμβαση επιστρέφουν σε αυτές επειδή δεν έχουν πεισθεί ότι υπάρχουν αδιάσειστες αποδείξεις που να υπαγορεύουν και να νοηματοδοτούν την αλλαγή.

Επομένως, χρειάζονται περισσότερα από μια σύντομης διάρκειας παρέμβαση για τη διάσπαση του ισχυρού πυρήνα των εναλλακτικών αντιλήψεων τους (Taber, 2015) και για την υπέρβαση των εμποδίων στην προσπάθεια μετάδοσης και αποδοχής των νέων πληροφοριών (Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994).

Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις η νέα γνώση και οι επιστημονικές ιδέες αξιοποιούνται για τη διενέργεια των εξετάσεων του σχολείου, ενώ δεν υιοθετούνται για την επεξήγηση των φυσικών φαινομένων της καθημερινής ζωής (Driver et al., 1994).

7. Ανθρωποκεντρική θεώρηση

Τα παιδιά μέχρι το 10^ο έτος ενστερνίζονται μια εγωκεντρική αντίληψη για την ερμηνεία των φαινομένων. Έπειτα, επίκεντρο δεν συνιστά πλέον ο εαυτός τους αλλά η ανθρώπινη εμπειρία. Κατά συνέπεια, υιοθετούν μια ανθρωποκεντρική αντίληψη και θεώρηση του κόσμου. Σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό οι πρώιμες αντιλήψεις των μαθητών να μην κρίνονται ως ακατάλληλες ή απορριπτέες αλλά να αναγνωρίζονται ως η απαρχή της εννοιολογικής αλλαγής με τις προσφερόμενες ευκαιρίες και τον κατάλληλο τρόπο (Harlen, 2005; Wandersee et al., 1994).

8. Ανθρωπομορφισμός και ανιμισμός στις έννοιες των ΦΕ

Στη διδασκαλία των ΦΕ, για την απόδοση των αντικειμένων συχνά χρησιμοποιείται ο ανθρωπομορφισμός και ο ανιμισμός, τους οποίους εισήγαγε ο Piaget το 1929. Ο μεν ανθρωπισμός συνδέει τα αντικείμενα με ανθρώπινα χαρακτηριστικά (επιθυμίες, συναισθήματα), ο δε ανιμισμός αντιμετωπίζει τα άβια στοιχεία ως έμβια όντα. Επομένως, το σχήμα της μεταφοράς είναι κυρίαρχο στη διδασκαλία προκειμένου οι νέες έννοιες να κατακτηθούν από τους μαθητές. Ωστόσο, σε μερικές περιπτώσεις προκαλείται σύγχυση και εμφάνιση των εναλλακτικών αντιλήψεων τους. Οι τάσεις, που σύστησε ο Piaget, μπορούν πράγματι να αποτελέσουν πολύτιμα παιδαγωγικά εργαλεία για τη βέλτιστη προσέγγιση της επιστήμης και για να καταστεί ο τομέας των ΦΕ πιο προσιτός και θελκτικός.

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι ο δάσκαλος ενδέχεται να έρθει αντιμέτωπος, κατά την επεξήγηση και ερμηνεία ενός φαινομένου, με πολλές και αντικρουόμενες απόψεις και αντιλήψεις των μαθητών.

Κατά συνέπεια, καθίσταται υψίστης σημασίας η ακριβής γνώση και συνειδητοποίηση των πρώιμων ιδεών των μαθητών (Rhöneck 1992, Monk&Osborne 2000). Αυτή αποτρέπει το μετασχηματισμό των αρχικών αντιλήψεων σε εσφαλμένες και εξασφαλίζει την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής τους.

Οι εκπαιδευτικοί είναι ωφέλιμο να στηρίζουν τη διδασκαλία τους πάνω στις εγκαθιδρυμένες νοητικές δομές των μαθητών και μέσα από αυτές αφενός να συντείνουν στην ανάπτυξη των εννοιών που φέρουν νόημα και αφετέρου να τους υποδείξουν τον τρόπο να συνταιριάζουν, να διευρύνουν ή/και να απορρίπτουν τις πρώιμες αντιλήψεις τους.

Προϋποθέσεις επιτυχίας σε κάθε περίπτωση αποτελούν ο σεβασμός και η αναγνώριση της συναισθηματικής διάστασης των αρχικών αντιλήψεων, η αύξηση της ενεργητικής συμμετοχής του μαθητή, η δοκιμή και ο έλεγχος των υπαρχουσών ιδεών και η ικανοποίηση της γνωστικής τους ανησυχίας.

4.6 AR και Φυσικές Επιστήμες

Μέσα από την επισκόπηση των ερευνών σχετικά με την παιδαγωγική αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας, διαπιστώθηκε μεγάλο ενδιαφέρον για το πεδίο των Φυσικών Επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωλογία) και τον τρόπο με τον οποίο οι εφαρμογές AR συμβάλλουν θετικά, λειτουργώντας υπέρ της μαθησιακής διαδικασίας.

Μάλιστα, στις εμπειρικές τους έρευνες, οι Bacca et al. (2014) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ενισχυμένη πραγματικότητα εφαρμόζεται σε μεγαλύτερο βαθμό στις Φυσικές Επιστήμες, ενώ παράλληλα το ίδιο θέμα πραγματεύτηκαν και πλήθος άλλων ερευνητών (Bujak et al., 2013; Chiang et al., 2014; Kerawalla et al., 2006; Klopfer&Squire, 2008; Yoon&Wang, 2014), υπογραμμίζοντας την ανάγκη ανάπτυξης εκπαιδευτικών εφαρμογών AR για την προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών.

Κοινά σημεία των ερευνών αποτελούν η χρησιμότητα της οπτικοποίησης, ως η ανάγκη αναπαράστασης εννοιών ή αντικειμένων που δεν μπορούν να προσεγγιστούν στον πραγματικό κόσμο άνευ τεχνολογικών μέσων, και της προσομοίωσης πειραμάτων, που παραδοσιακά διεξάγονται σε εργαστήρια.

Η ενίσχυση της οπτικοποίησης και της προσομοίωσης με την τεχνολογία της AR δύναται να επιτρέψει μια δυναμική και διαδραστική αλληλεπίδραση του εκπαιδευόμενου με τις κατά βάση αόριστες έννοιες που πραγματεύονταν κατά το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας, το οποίο, όμως, επέφερε σε σημαντικό βαθμό παρανοήσεις και παρατηρούμενες δυσκολίες στην κατασκευή νοητικών δομών. Επίσης, η τεχνολογία AR διαφαίνεται να συντελεί αποτελεσματικά στη σύζευξη προσομοίωσης και πραγματικού περιβάλλοντος.

Αναφορικά με τη διεξαγωγή πειραμάτων, η AR αποδεικνύεται ιδιαίτερα ωφέλιμη σε συνθήκες έλλειψης εργαστηριακού εξοπλισμού των σχολικών μονάδων καθώς η εκτέλεση εικονικών πειραμάτων προσφέρει ευελιξία και αίσθηση ρεαλισμού, αντισταθμίζοντας με τις κατάλληλες πρακτικές και εφαρμογές την απουσία της απτής αίσθησης, που χαρακτηρίζει ένα εργαστηριακό μάθημα (Potkonjak et al., 2016; Akcayir et al., 2016).

Απόρροια των διαδικασιών οπτικοποίησης και προσομοίωσης με τη συμβολή της επαυξημένης πραγματικότητας αποτελεί η καλύτερη κατανόηση και η πλαισίωση της γνώσης. Η εν λόγω τεχνολογία συντείνει στην κατάκτηση σύνθετων και αφηρημένων επιστημονικών ιδεών και φαινομένων καθώς στο εξής μπορούν να γίνουν αντιληπτά με τις αισθήσεις τους και όχι αποκλειστικά με τη φαντασία τους (Furió et al., 2013). Ειδικότερα για το μάθημα της Φυσικής, και οι ερευνητές Jerry&Aaron (2010) υποστήριζαν την καλύτερη κατανόηση των μαθητών, η οποία αποδίδεται στη δυνατότητα προβολής τους σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής, ενώ, παράλληλα, οι ίδιοι επισήμαναν τη θετική στάση, την κινητοποίηση και τη συνακόλουθη αύξηση του ενδιαφέροντος τους. Το τελευταίο μπορεί να επιφέρει γενικότερη μετατόπιση του ενδιαφέροντος του μαθητικού πληθυσμού προς το αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών.

Συνοψίζοντας, λοιπόν, καθίσταται πρόδηλη η ανάγκη χρήσης και ενσωμάτωσης των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία, προσφέροντας το κατάλληλο χρονικό περιθώριο τόσο στους εμπλεκόμενους για να εξοικειωθούν με την τεχνολογία (Dünser&Hornecker, 2007) όσο και για να της επιτρέψουν να ενεργήσει.

4.7 Η Φυσική στο πρόγραμμα σπουδών

Στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος η μελέτη των Φυσικών Επιστημών εμφορείται σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Ήδη, από το νηπιαγωγείο, αν και σημειώνεται ευελιξία στη διδασκαλία εννοιών και φαινομένων, τα μικρά παιδιά έρχονται σε επαφή με τις ΦΕ.

Ωστόσο, από το δημοτικό η θεματολογία τους (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωλογία και Γεωγραφία) εντάσσεται σε ένα επίσημο πλαίσιο και διαφέρει σε μορφή ανάλογα με την ηλικία και τις εκπαιδευτικές ανάγκες των μαθητών. Συνεπώς, βασικός τομέας μάθησης για τις τέσσερις πρώτες τάξεις (Α'-Δ') αποτελεί το μάθημα της «Μελέτης του Περιβάλλοντος», ενώ για τις δύο μεγαλύτερες (Ε'-ΣΤ') τα

«Φυσικά Ερευνώ και Ανακαλύπτω». Το μάθημα της «Γεωγραφίας» συνιστά χωριστό διδακτικό αντικείμενο της Ε' και ΣΤ' τάξης.

Αναφορικά με το περιεχόμενο των ΦΕ, αυτό διαρθρώνεται σε θέματα που αφορούν τη σύγχρονη ζωή και την τεχνολογία, υποστηρίζοντας την αυθεντική και βιωματική μάθηση. Η διδασκαλία τους αναπτύσσεται σε 9 θεματικές ενότητες, οι οποίες παρουσιάζονται εν συνεχεία και εμπεριέχονται στο αναλυτικό πρόγραμμα:

1. Η ζωή γύρω μας
2. Ενέργεια
3. Ηλεκτρικά και μαγνητικά φαινόμενα
4. Ιδιότητες των υλικών
5. Ηχητικά φαινόμενα
6. Μηχανές και Δυναμικές Αλληλεπιδράσεις
7. Θερμικά φαινόμενα
8. Φωτεινά φαινόμενα
9. Χημικά φαινόμενα

Το νούμερο 1 απαντάται σε όλες τις τάξεις, τα 2,3, 5 σε πέντε τάξεις, τα 4,6 σε τέσσερις, το 7 σε τρεις, το 8 σε δυο, ενώ το 9 στις τρεις τελευταίες.

Το Βιβλίο Δασκάλου για την εκπλήρωση των στόχων που έχουν οριστεί προτείνει το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας. Καταληκτικά, το μάθημα της «Φυσικής», στο οποίο θα στηριχθεί και η προτεινόμενη εφαρμογή, διδάσκεται στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού σταθερά 3 φορές την εβδομάδα.

4.8 Επιλογή διδακτικής ενότητας για την πιλοτική εφαρμογή AR

Η γενική ιδέα που εμφορείται κατά τον σχεδιασμό της πιλοτικής εφαρμογής είναι να επαυξηθεί με πολυμεσικά στοιχεία το γνωστικό υλικό συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας, έτσι όπως παρουσιάζεται στο σχολικό εγχειρίδιο.

Η διδακτική ενότητα που επιλέχθηκε και οι στόχοι που τέθηκαν συμβαδίζουν άρτια με το ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η ενότητα «Πεπτικό σύστημα» του βιβλίου «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ Δημοτικού και συγκεκριμένα η υποενότητα «Το ταξίδι της τροφής συνεχίζεται».

Η επιλογή της συγκεκριμένης υποενότητας έγκειται στην παρατηρούμενη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι μαθητές σχετικά με τις βιολογικές λειτουργίες, τον συσχετισμό των εσωτερικών οργάνων και τον τρόπο λειτουργίας των συστημάτων του ανθρώπινου σώματος.

Πολλοί ερευνητές διενεργώντας μελέτες σχετικά με τις αντιλήψεις των παιδιών αναφορικά με το πεπτικό σύστημα διαπίστωσαν τις συγκεκριμένες ή και αντισυμβατικές ιδέες τους τόσο στο κομμάτι της ανατομίας όσο και στις λειτουργίες που επιτελούν τα ίδια τα όργανα. Πορίσματα σχετικά με εσφαλμένες αντιλήψεις της σύνθεσης του πεπτικού συστήματος, του μεγέθους και της θέσης των οργάνων απαντώνται στις μελέτες των Fraiberg (1959), Mintzes (1984), Brinkman & Boschhuizen (1989).

Παιδιά μικρής ηλικίας προκύπτει να συσχετίζουν το στομάχι με γενικότερες λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος, εκείνα άνω των 7 ετών γνωρίζουν σε μεγάλο ποσοστό τη λειτουργία του στομάχου μεμονωμένα, ενώ μαθητές άνω των 9 ετών αγνοούν την πορεία της τροφής μετά την έξοδο της από το στομάχι.

Σύμφωνα με τον Gellert, γύρω στα 11 έτη τα παιδιά αποκτούν μια πιο σφαιρική εικόνα της λειτουργίας της πέψης, ενώ, βάσει ερευνών, περίπου στην ηλικία των 13 ετών αρχίζουν να αντιλαμβάνονται τη λειτουργία και σύνθεση του πεπτικού συστήματος.

Τα παραπάνω στοιχεία καθιστούν επιτακτική την άρση τυχόν εσφαλμένων αντιλήψεων, την εξάλειψη των παρανοήσεων και την αντικατάστασή τους από ορθές μέσα από την υιοθέτηση και εφαρμογή μιας διαφοροποιημένης διδασκαλίας.

Συνεπώς, προκρίνεται η επιλογή ένταξης και χρήσης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας ως ένα εργαλείο που λειτουργεί αποτελεσματικά ως προς την βέλτιστη πλαισίωση της γνώσης.

Με όχημα τη διαδραστική οπτικοποίηση, τη σύνδεση με το φυσικό κόσμο και τη δυνατότητα χειρισμού ψηφιακών πληροφοριών, οι μαθητές επεξεργάζονται και κατανοούν εις βάθος έννοιες και πολύπλοκες διεργασίες, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν και αλληλεπιδρούν μέσα σε ένα αυθεντικό περιβάλλον μάθησης.

Αναφορικά με τους διδακτικούς στόχους, αυτοί αντλούνται και παρατίθενται ατόφιοι από το αναλυτικό πρόγραμμα και το σχολικό εγχειρίδιο. Στόχος αποτελεί οι μαθητές:

- ✓ *Να αναφέρουν τα όργανα του πεπτικού συστήματος και τα συσχετίζουν με τις λειτουργίες που επιτελούν.*
- ✓ *Να αναφέρουν συνήθειες που συμβάλλουν στην καλή λειτουργία του πεπτικού συστήματος.*
- ✓ *Να εντοπίσουν σε τομή του ανθρώπινου σώματος τη θέση των οργάνων του πεπτικού συστήματος.*
- ✓ *Να διαπιστώσουν πειραματικά τη χρησιμότητα του σάλιου για τη διάσπαση του αμύλου των τροφών και της χολής για τη λειτουργία της πέψης.*

Ωστόσο, πέρα την οικοδόμηση της νέας γνώσης, στο στάδιο της πρακτικής εφαρμογής και σύνθεσης του φύλλου εργασίας, το οποίο λειτουργεί ως οδηγός για τη διδακτική ενότητα, οι στόχοι εμπλουτίζονται και περιλαμβάνουν την καλλιέργεια περαιτέρω δεξιοτήτων των μαθητών.

Έτσι, λοιπόν, πρόσθετοι στόχοι αποτελούν η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και της διερευνητικής ικανότητας, η σφυρηλάτηση των σχέσεων και η καλλιέργεια της ομαδικότητας και συνεργασίας. Παράλληλα, με την εισαγωγή της τεχνολογίας, επιδιώκεται η επαφή και εξοικείωση των παιδιών με την επαυξημένη πραγματικότητα, η άνεση κατά τη χρήση κινητών συσκευών και η αναγνώριση τους ως ένα πολύτιμο εργαλείο μάθησης καθώς και η ενεργός εμπλοκή και συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία. Διεξοδική αναφορά των στόχων ανά δραστηριότητα που περιλαμβάνεται στο φύλλο εργασίας θα περιληφθεί σε επόμενο κεφάλαιο.

5. Μεθοδολογία

5.1 Σκοπός εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία, όπως προμηνύει και ο τίτλος της, πραγματεύεται τη δημιουργία πιλοτικής εφαρμογής με χρήση τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας για την ενίσχυση των μαθημάτων του δημοτικού. Συγκεκριμένα, παρατίθεται ο σχεδιασμός ενός φύλλου εργασίας, στο οποίο γίνεται εμπλουτισμός της διδακτικής ενότητας του σχολικού εγχειριδίου «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ Δημοτικού, που μελετά το «Πεπτικό Σύστημα» με ψηφιακό υλικό, ενσωματώνοντας πολυμεσικά στοιχεία και τρισδιάστατες απεικονίσεις.

Στις τρέχουσες ενότητες θα αποτυπωθεί η διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης μιας εφαρμογής AR, παράλληλα με την προσθήκη επιπλέον ψηφιακού υλικού και δραστηριοτήτων, τα οποία ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες ανάγκες των μαθητών ως ένα εγχείρημα με διττό σκοπό.

Συνεπώς, στόχος αποτελεί αφενός οι μαθητές να οικοδομήσουν τη νέα γνώση σε ένα αυθεντικό περιβάλλον μάθησης με την προσθήκη της τεχνολογίας να διατηρεί ενεργό το ενδιαφέρον τους και να καλλιεργεί αυξημένα κίνητρα για μάθηση, αφετέρου να ενισχύσει τους εκπαιδευτικούς και κατ' επέκταση τη διδακτική πράξη παρουσιάζοντας μια σειρά μέσων και εργαλείων, τα οποία μπορούν να διαχειρίζονται αποτελεσματικά και να είναι οι ίδιοι υπεύθυνοι για το σχεδιασμό τους, χωρίς να απαιτείται υψηλό κόστος ή/και εξειδικευμένες γνώσεις.

5.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Τη δήλωση σκοπού της διπλωματικής εργασίας διαδέχεται η παρουσίαση και καταγραφή των ερευνητικών ερωτημάτων, τα οποία, πέραν της κεντρικής ιδέας ή/και του θέματος, καθίσταται απαραίτητο να λαμβάνουν υπόψη και τις θεμέλιες κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή της πιλοτικής εφαρμογής.

Στο πρακτικό μέρος της, λοιπόν, η εργασία συνδυάζει την εισαγωγή της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας με την παράλληλη προσθήκη

πολυμεσικών στοιχείων για τη διαμόρφωση ενός φύλλου εργασίας ως δείγμα-οδηγό για κάθε εκπαιδευτικό.

Ως εκ τούτου, προκύπτουν κάποιοι συνδυασμοί διερεύνησης, οι οποίοι θα μας απασχολήσουν εφεξής προκειμένου να καταλήξουμε σε κάποιες διαπιστώσεις και αποτελέσματα (ενότητα 6.1). Τα ερωτήματα που τέθηκαν είναι τα ακόλουθα:

- *Ποιος είναι ο κατάλληλος συνδυασμός πολυμεσικών στοιχείων και επαυξημένης πραγματικότητας για την εξασφάλιση ενός δυναμικού και ωφέλιμου περιβάλλοντος μάθησης;*
- *Ποια είναι τα οφέλη του εκπαιδευτικού σχεδιασμού μιας διδακτικής ενότητας που βασίζεται στην επαυξημένη πραγματικότητα με τη χρήση πολυμεσικών στοιχείων;*
- *Οι σχεδιαστικές αρχές της πολυμεσικής μάθησης μπορούν να διαμορφώσουν την αποτελεσματικότητα της επαυξημένης πραγματικότητας στο εκπαιδευτικό περιβάλλον;*

5.3 Σχεδιασμός εφαρμογής

5.3.1 Περιγραφή εφαρμογής

Η ανάπτυξη της πιλοτικής εφαρμογής περικλείεται σε ένα φύλλο εργασίας με ενσωματωμένη την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας και τη βοήθεια πολυμεσικών στοιχείων για τη διδασκαλία της ενότητας «Πεπτικό Σύστημα» των Φυσικών Επιστημών για τα παιδιά της Έ δημοτικού.

Το σενάριο της εφαρμογής υποστηρίζει τους στόχους της ενότητας του σχολικού εγχειριδίου και θεμέλιος μαθησιακός σκοπός αποτελεί η εξοικείωση των μαθητών με τα όργανα του πεπτικού συστήματος καθώς και η κατανόηση της λειτουργίας που επιτελεί το καθένα ξεχωριστά. Ταυτόχρονα, τα στοιχεία του ήχου, του κειμένου, της εικόνας (στατικής και κινούμενης) και των διαδραστικών γραφικών και μοντέλων εξυπηρετούν την ενεργοποίηση και διάδραση των μαθητών, την ανάπτυξη θετικής στάσης και την ενίσχυση του ενδιαφέροντος τους.

Η εφαρμογή, λόγω της φύσης των δραστηριοτήτων της, εντάσσεται σε δυο δίωρα διδασκαλίας της Φυσικής. Οι εκπαιδευόμενοι εργάζονται βάσει του φύλλου

εργασίας, το οποίο καθοδηγεί και συντονίζει άρτια τη μαθησιακή πορεία, και της κινητής συσκευής (tablets ή κινητά τηλέφωνα), λειτουργώντας σχεδόν αποκλειστικά σε ομάδες.

Επιπρόσθετα, η δομή του φύλλου εργασίας ακολουθεί το διδακτικό μοντέλο της εποικοδομητικής προσέγγισης της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, όπως παρουσιάστηκε από τους Oldham & Driver το 1985. Κατά συνέπεια, κάθε μια από τις προτεινόμενες φάσεις ακολουθείται από τις αντίστοιχες δραστηριότητες:

Φάση προσανατολισμού	Δραστηριότητα 1: προβολή εισαγωγικού βίντεο
Φάση ανάδειξης ιδεών	Δραστηριότητα 2: ανάσυρση προηγούμενης γνώσης μέσω ιδεοθύελλας
Φάση αναδόμησης ιδεών	Δραστηριότητα 3: εφαρμογή οπτικοποίησης πεπτικού συστήματος Δραστηριότητα 4: διαμοιρασμός καρτών 2D-3D
Φάση εφαρμογής	Δραστηριότητα 5: συμπλήρωση ονομασίας οργάνων Δραστηριότητα 6: διαδραστικά βίντεο, εκτέλεση πειράματος, διαδραστική εξάσκηση
Φάση ανασκόπησης	Δραστηριότητα 7: επίλυση ασκήσεων Δραστηριότητα 8: ομαδική κατασκευή για το κλείσιμο της διδακτικής ενότητας

5.3.2 Ανάπτυξη εφαρμογής

5.3.2.1 Επιλογή λογισμικού και εφαρμογών

Για τη σχεδίαση και εκτέλεση των δραστηριοτήτων χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες εφαρμογές και λογισμικά:

Blippar

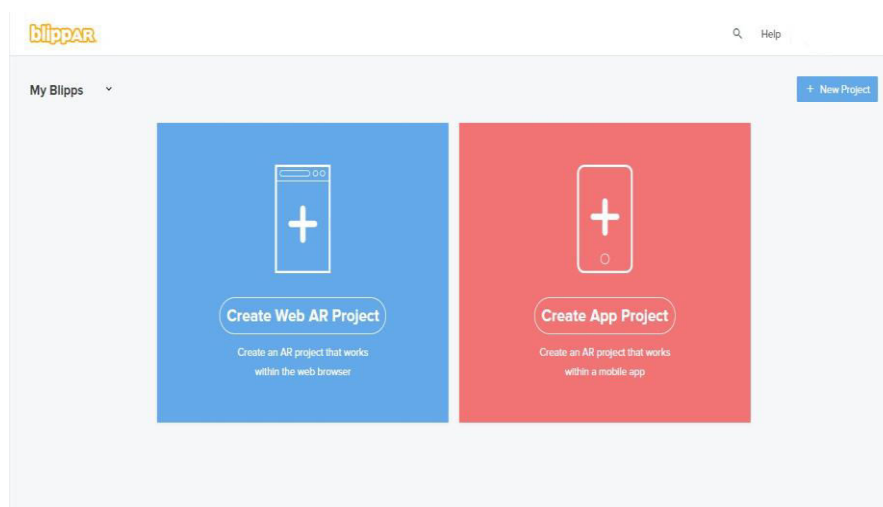
Το Blippar αποτελεί ένα δωρεάν διαδικτυακό λογισμικό δημιουργίας AR περιεχομένου, το οποίο λειτουργεί με οπτική σάρωση και αναγνώριση δεικτών, είναι εύκολο στη χρήση χωρίς να απαιτούνται δεξιότητες κωδικοποίησης. Επίσης, υποστηρίζεται εξίσου από τα λογισμικά Android και iOS.



Εικόνα 65
Λογότυπο Blippar

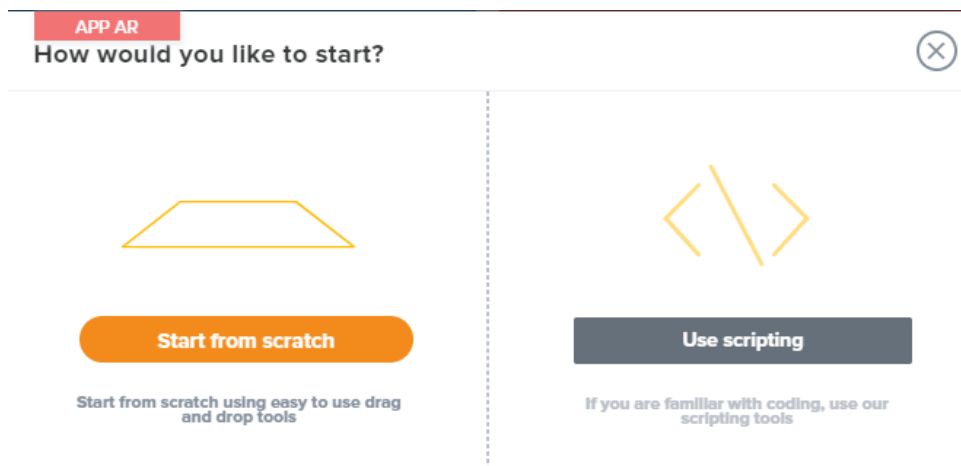
Ο χρήστης εισέρχεται στην επίσημη ιστοσελίδα <https://www.blippar.com/> και κατόπιν καλείται να κάνει εγγραφή δηλώνοντας τα στοιχεία του και το σκοπό χρήσης της εφαρμογής (στην προκειμένη περίπτωση επιλέγουμε Εκπαίδευση/Education). Στη συνέχεια, στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ο νέος χρήστης λαμβάνει ένα email επιβεβαίωσης και έπειτα, αφού συνδεθεί στο λογαριασμό του, μεταβαίνει στο περιβάλλον εργασίας του Blippar.

Για να προσθέσουμε το πρώτο Blip, που λειτουργεί ως εικόνα αναφοράς, επιλέγουμε τη δεξιά επιλογή προκειμένου να συνθέσουμε ένα project, το οποίο θα εκτελείται στην κινητή συσκευή.



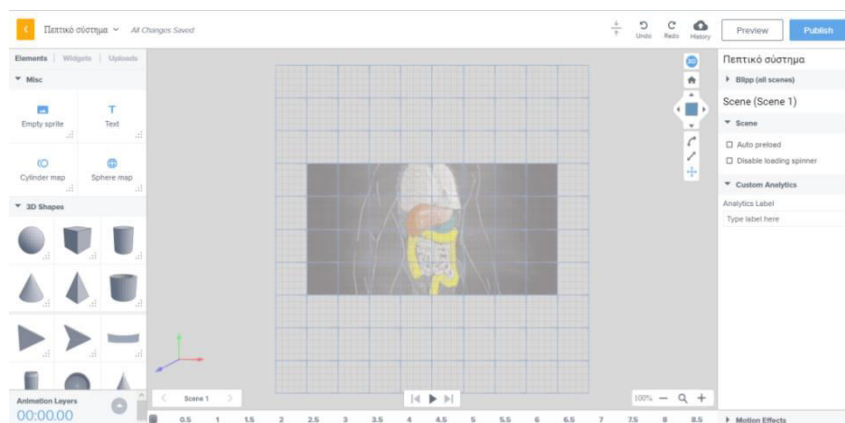
Εικόνα 66 Στιγμιότυπο BlippAR1

Εν συνεχεία, χρησιμοποιούμε τη διεπαφή μεταφοράς και απόθεσης (drag and drop) για την εκκίνηση της δημιουργίας:



Εικόνα 67 Drag & Drop

Επόμενο βήμα συνιστά η μεταφόρτωση μιας εικόνας-δείκτη για τη δημιουργία του Blipp. Ως δείκτης ορίζεται οποιαδήποτε πραγματική εικόνα ή αντικείμενο, το οποίο, όμως, χρειάζεται να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις για ένα ποιοτικό αποτέλεσμα. Αυτές αφορούν το μέγεθος, τον τύπο αρχείου, τις διαστάσεις και το φόντο της εικόνας. Μόλις ολοκληρωθεί το ανέβασμα της εικόνας, το περιβάλλον εργασίας προσφέρεται για τη δημιουργία επιπέδων με επαυξημένο περιεχόμενο.

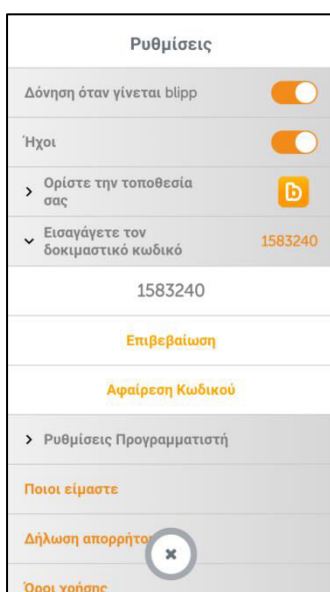


Εικόνα 68 Περιβάλλον BlippAR

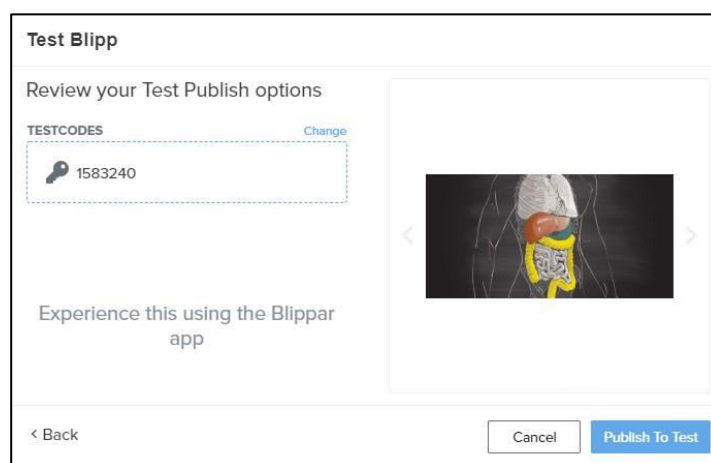
Στο κέντρο βρίσκεται η εικόνα αναφοράς (Blipp), ενώ στο αριστερό τμήμα υπάρχουν τρεις καρτέλες που προσφέρουν διαφορετικές δυνατότητες. Η καρτέλα Elements επιτρέπει την προσθήκη στοιχείων, προτύπων και γραφικών, η καρτέλα

Widgets παρέχει μια σειρά εργαλείων που λειτουργούν ως υπερσύνδεσμοι (YouTube, pdf αρχεία, ιστοσελίδες κλπ) και τέλος με το Uploads παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να ανεβάσει και να αξιοποιήσει δικά του αρχεία. Κάθε στοιχείο από την αριστερή στήλη δύναται να προστεθεί στην εικόνα αναφοράς με τη διεπαφή μεταφοράς και απόθεσης, ενώ στα δεξιό τμήμα βρίσκονται οι ρυθμίσεις μορφοποίησης του υλικού.

Στο τελικό ή σε οποιοδήποτε στάδιο της διαδικασίας, ο χρήστης μπορεί να κάνει δοκιμές και να ελέγξει το AR περιεχόμενο που δημιούργησε επιλέγοντας πάνω δεξιά στη γραμμή εργαλείων το κουμπί Preview. Έπειτα, ανοίγει νέο παράθυρο που φέρει έναν μοναδικό κωδικό για την οπτική αναγνώριση και επαύξηση του Blipp από την κινητή συσκευή.



Εικόνα 69 Κωδικός BlippAR



Εικόνα 70 Τεστ Blipp

Τελευταίο βήμα αποτελεί να κατεβάσει ο χρήστης την αντίστοιχη εφαρμογή του BlippAR στην κινητή συσκευή, να συμπληρώσει τον ανάλογο κωδικό και τρέξει το λογισμικό για να «ζωντανέψει» την εικόνα-δείκτη με τον ακόλουθο τρόπο:



Εικόνα 71 Τρόπος λειτουργίας BlippAR

Canvas

Το Canvas είναι ένα online πρόγραμμα δημιουργίας και επεξεργασίας γραφιστικών σχεδίων, το οποίο παρέχει μια πληθώρα εργαλείων και προτύπων, που ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί ελεύθερα και με μεγάλη ευκολία. Το πρόγραμμα απαιτεί την εγγραφή του χρήστη και δηλώνοντας το πλαίσιο χρήσης της εφαρμογής (εκπαίδευση, επιχείρηση, προσωπική χρήση κλπ) προτείνει σχετικά σχέδια και πρότυπα για μια πιο προσωποποιημένη κατεύθυνση.

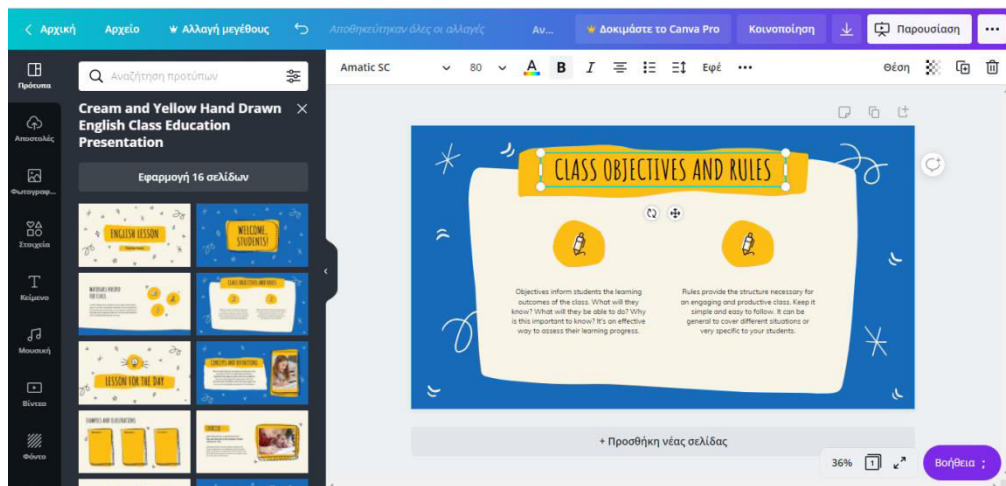
Στην αρχική του σελίδα προσφέρει μια σειρά από επιλογές, προτάσεις και κατηγορίες, ενώ εναλλακτικά υπάρχει η μηχανή αναζήτησης προκειμένου ο χρήστης να συμπληρώσει μόνος του την κατηγορία σχεδίου που επιθυμεί.

Ακολούθως, ανοίγει το πρόγραμμα και στο αριστερό τμήμα υπάρχουν διαθέσιμα πρότυπα προς επεξεργασία, τα οποία ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει με τις επιλογές που παρέχει η γραμμή εργαλείων (αλλαγή στυλ, μεγέθους, χρώματος γραμματοσειράς, προσθήκη εφέ, εισαγωγή νέου φόντου κλπ).



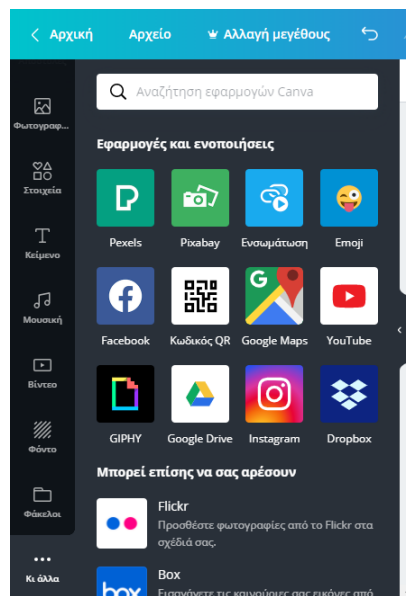
Εικόνα 72

Λογότυπο Canvas



Εικόνα 73 Περιβάλλον Canvas

Πέρα από την επιλογή των προτύπων, το πρόγραμμα Canvas αναδεικνύεται σε ένα πολύ-εργαλείο καθώς είναι γρήγορο, απλό στη χρήση και ενσωματώνει αμέτρητες δυνατότητες, ανεβάζοντας δικές σου εικόνες και εισάγοντας ένα ευρύ σύνολο πολυμεσικών στοιχείων.



Εικόνα 74 Στιγμιότυπο

Canvas

Pixlr

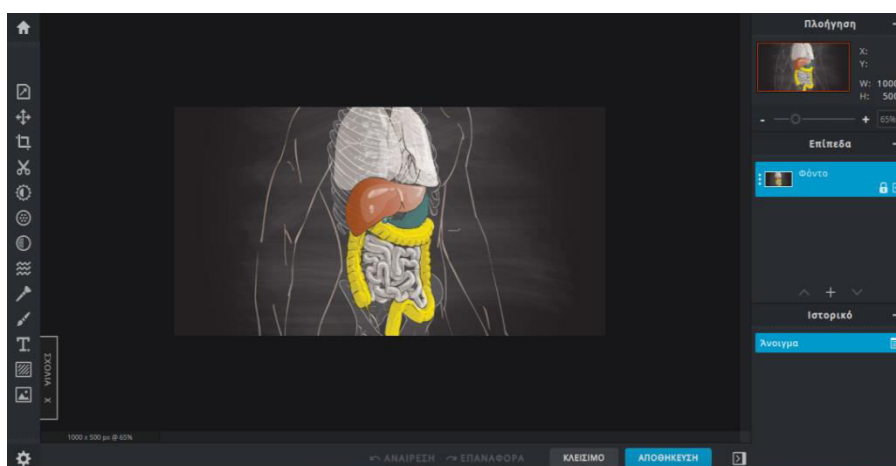
Το Pixlr είναι ένα εύχρηστο, online λογισμικό επεξεργασίας εικόνας, το οποίο παρέχει στον χρήστη αρκετές δυνατότητες και μοιράζεται κοινά χαρακτηριστικά με το Photoshop. Ο χρήστης εισέρχεται στον ιστότοπο <https://pixlr.com/gr/> και μπορεί να επιλέξει ανάμεσα στο Pixlr X και Pixlr E ανάλογα με το αν επιθυμεί να επεξεργαστεί κάποια εικόνα ή να δημιουργήσει μια νέα με τα προσφερόμενα εργαλεία.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, επιλέχθηκε η εκδοχή του Pixlr X, τα οποία σε γενικές γραμμές μοιράζονται το ίδιο περιβάλλον εργασίας. Αρχικά, υπάρχει η δυνατότητα να ανεβάσουμε κάποια εικόνα από την επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή ή ακόμη να φορτώσουμε μια εικόνα βάσει του url της.

Κατόπιν, στο αριστερό μέρος βρίσκεται η εργαλειοθήκη του προγράμματος με ποικιλία διαθέσιμων επιλογών όπως αλλαγή μεγέθους, ρετουσάρισμα, σχεδίαση, αποκοπή αντικειμένων κ.α. ενώ το δεξιό τμήμα καταλαμβάνουν τα επίπεδα της εικόνας και το ιστορικό των εντολών επεξεργασίας της. Στο τέλος, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει το νέο αρχείο, επιλέγοντας τον τύπο που τον εξυπηρετεί (jpg, png κλπ).



Εικόνα 75 Λογότυπο Pixlr



Εικόνα 76 Περιβάλλον Pixlr

Crossword lab

Διαδικτυακό εργαλείο που επιτρέπει τη δημιουργία σταυρολέξων με μεγάλη ευκολία.

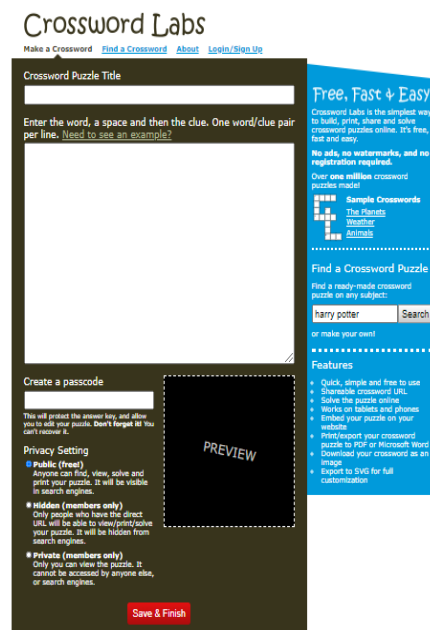
Μεταβαίνοντας στον ιστότοπο <https://crosswordlabs.com/> και επιλέγοντας το Make a Crossword, στο πρώτο πλαίσιο προσθέτουμε τον τίτλο του σταυρολέξου. Στο επόμενο, κύριο πλαίσιο συμπληρώνουμε τη σωστή απάντηση (λύση) και αφού αφήσουμε ένα κενό παραθέτουμε την αντίστοιχη ερώτηση.

Κατά την καταγραφή των λύσεων-ερωτήσεων, στο κάτω μέρος γίνεται προεπισκόπηση της τελικής μορφής του σταυρολέξου. Ταυτόχρονα, προσφέρεται η δυνατότητα να εισάγουμε έναν κωδικό πρόσβασης αλλά και να επιλέξουμε την επιθυμητή ρύθμιση απορρήτου. Μόλις ολοκληρωθούν οι παραπάνω ενέργειες, με το κουμπί Save & Finish το σταυρόλεξο είναι έτοιμο. Στην καρτέλα που ακολουθεί, στη γραμμή εργαλείων πάνω δεξιά υπάρχουν οι ακόλουθες δυνατότητες: με το edit γίνεται εκ νέου επεξεργασία, το share επιτρέπει να μοιραστούμε τον υπερσύνδεσμο με τους μαθητές μας ή ακόμη να ενσωματώσουμε τον κώδικα σε μια ιστοσελίδα, ενώ με το print να το εκτυπώσουμε σε μία από τις προσφερόμενες μορφές αρχείων.



Εικόνα 77

Crossword
λογότυπο



Εικόνα 78 Περιβάλλον Crossword Labs

Jigsaw planet

Το ψηφιακό εργαλείο Jigsaw planet είναι διαθέσιμο και δωρεάν προς χρήση για τη δημιουργία ηλεκτρονικών πάζλ, τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν ως εκπαιδευτική δραστηριότητα σε οποιοδήποτε διδακτικό σενάριο ή συνθήκη.

Στην αρχική σελίδα του ιστότοπου (<https://www.jigsawplanet.com>) μπορεί να βρει κανείς μια σειρά από έτοιμα πάζλ, με διαφορετικό βαθμό δυσκολίας το καθένα, τα οποία έχουν σχεδιάσει άλλοι χρήστες και είναι ελεύθερα προς αξιοποίηση.



Εικόνα 79
Λογότυπο Jigsaw
planet

Ωστόσο, για να δημιουργήσει ένας χρήστης το δικό του πάζλ, απαιτείται η εγγραφή του στο διαδικτυακό τόπο. Έπειτα, από τη γραμμή εργαλείων κάνοντας κλικ στο Create, εκκινεί η διαδικασία σύνθεσης του πάζλ με τα ακόλουθα βήματα:

- ✓ Επιλέγουμε το αρχείο (εικόνα) που θα ανέβει για την online μετατροπή.
- ✓ Συμπληρώνουμε τον τίτλο του πάζλ.
- ✓ Ρυθμίζουμε τον βαθμό δυσκολίας ανάλογα με τον αριθμό και το σχήμα των κομματιών του πάζλ.
- ✓ Ορίζουμε το άλμπουμ στο οποίο θα αποθηκευτεί το έργο μας και προαιρετικά προσθέτουμε κάποιες ετικέτες (tags).
- ✓ Τέλος, πατάμε το Create και έχουμε ολοκληρώσει τις ενέργειες μας.

Στη συνέχεια, μεταφερόμαστε στο περιβάλλον του πάζλ, όπου με την επιλογή Share και κατόπιν Embed μπορούμε να αντιγράψουμε τον κώδικα ή το url της ηλεκτρονικής διεύθυνσης για να το επικολλήσουμε σε σελίδα web ή αντίστοιχα να το μοιραστούμε με τους μαθητές μας. Ταυτόχρονα, παρέχονται και άλλες βοηθητικές επιλογές όπως η προεπισκόπηση, η αχνή εμφάνιση του ειδώλου, η διάταξη ή μη των κομματιών, η ρύθμιση του φόντου, το κουμπί της επανεκκίνησης κοκ.

Vecteezy & Free vectors

Για την αναζήτηση και αποθήκευση εικόνων και διανυσματικών γραφικών, τα οποία στην πλειονότητα τους ανάλογα με την άδεια χρήσης είναι δωρεάν για λήψη και χρήση, επιλέχθηκαν το Vecteezy (<https://www.vecteezy.com/>) και το Free Vectors (<https://all-free-download.com/free-vectors/>).

Καθένα από αυτά τα εργαλεία λειτουργεί ως πάροχος ψηφιακών εικόνων και γραφικών, με τις βασικές υπηρεσίες να διατίθενται δωρεάν, ενώ με τις αντίστοιχες εξειδικευμένες να προσφέρονται επί πληρωμή. Αναφορικά με το περιβάλλον χρήσης,

συμπληρώνουμε στη μηχανή αναζήτησης το θέμα που μας ενδιαφέρει και κατόπιν ρυθμίζοντας τα φίλτρα επιλέγουμε τα αρχεία με δωρεάν άδεια χρήσης.

Πρόκειται, συνεπώς, για δυο ιδιαίτερα εύχρηστα εργαλεία που εξυπηρετούν στην εύρεση αρχείων που φέρουν άδεια χρήσης και δεν καταστρατηγούν τα πνευματικά δικαιώματα του δημιουργού.

LunaPic

Το LunaPic (<https://www11.lunapic.com/editor/>) είναι γνωστό ως ένα online πρόγραμμα επεξεργασίας φωτογραφιών και γραφικών, στο οποίο δεν απαιτείται εγγραφή. Ο χρήστης ανεβάζει ένα ή περισσότερα αρχεία από τον υπολογιστή ή μέσω url, η μεταφόρτωση των οποίων οδηγεί σε ένα πλούσιο περιβάλλον εργασίας, όπου ο ίδιος έχει στη διάθεση του μια σειρά εργαλείων επεξεργασίας και μορφοποίησης τόσο στο αριστερό όσο και στο πάνω μέρος της σελίδας.



Εικόνα 80
Λογότυπο LunaPic

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα επιλέχθηκε κυρίως για το εργαλείο Transparent Background από την κατηγορία Edit, το οποίο μετασχηματίζει το φόντο ενός αρχείου σε διάφανο (από jpg σε png) προκειμένου να μπορούμε να τοποθετήσουμε την νέα εικόνα πάνω σε ένα γραφιστικό, εξυπηρετώντας τις εκάστοτε ανάγκες δημιουργίας υλικού.

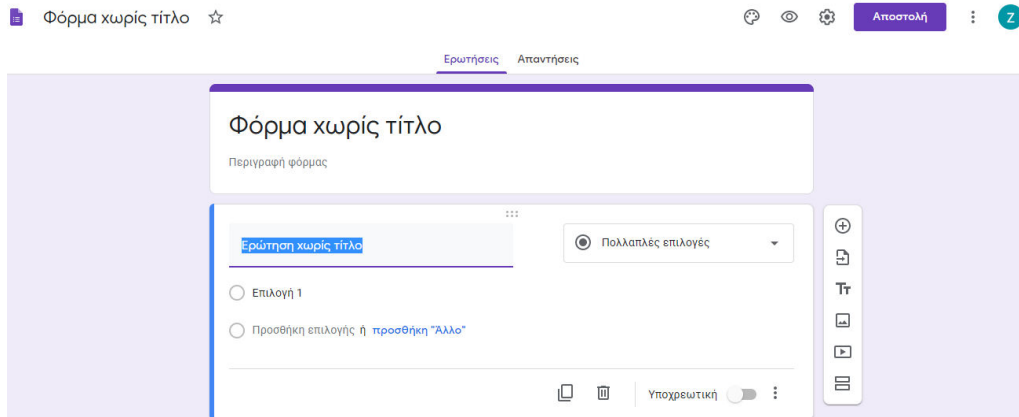
Google form

Οι φόρμες Google αποτελούν ένα εύχρηστο εργαλείο δημιουργίας online ερωτηματολογίων για τη συλλογή και καταγραφή δεδομένων. Σε κάθε περίπτωση απαιτείται λογαριασμός Google για να συνδεθούμε στην ιστοσελίδα <https://docs.google.com/forms/u/0/>.



Εικόνα 81
Λογότυπο google form

Στο κάτω δεξιό μέρος της σελίδας, βρίσκεται το κουμπί δημιουργίας νέας φόρμας, που σημαίνεται με έναν πολύχρωμο σταυρό. Ύστερα, ο χρήστης μεταβαίνει στο περιβάλλον εργασίας για να μορφοποιήσει το ερωτηματολόγιο.



Εικόνα 82 Περιβάλλον εργασίας εφαρμογής

Το περιβάλλον διαχείρισης προσφέρει πολλές δυνατότητες στο κομμάτι τόσο της μορφοποίησης όσο και της εισαγωγής των ερωτήσεων. Πάνω και δεξιά υπάρχουν εργαλεία που σχετίζονται με την επιλογή χρωμάτων, την αλλαγή του θέματος, τη δυνατότητα προεπισκόπησης, τις ρυθμίσεις του ερωτηματολογίου και τις δυνατότητες διαμοιρασμού και κοινής χρήσης του.

Στη δεξιά κάθετη κορδέλα, ο χρήστης μπορεί να προσθέσει και να εισάγει νέα ερώτηση, να συμπληρώσει τίτλο ή/και περιγραφή, να ενσωματώσει εικόνα ή/και βίντεο και να μεταβεί σε νέα ενότητα. Παράλληλα, στο κεντρικό πλαίσιο ο ίδιος ρυθμίζει τους τίτλους (ερωτηματολογίου, ερωτήσεων) και τον τύπο των επιθυμητών ερωτήσεων από τα διάφορα στυλ που παρέχει το περιβάλλον διαχείρισης.

Τέλος, οι κάτω δεξιά επιλογές αφορούν τη δυνατότητα αντιγραφής και διαγραφής μιας ερώτησης ή ακόμη της δήλωσης της ως υποχρεωτική για την τελική υποβολή του ερωτηματολογίου.

Sketchfab

Για την εύρεση και ενσωμάτωση 3D μοντέλων, επιλέχθηκε η πλατφόρμα Sketchfab, η οποία επιτρέπει τη δημοσίευση, κοινή χρήση, ανακάλυψη, αγορά και πώληση περιεχομένου 3D, VR και AR.

Ο χρήστης εισέρχεται στον ιστότοπο (<https://sketchfab.com/>) χωρίς να απαιτείται εγγραφή και



Εικόνα 83
Λογότυπο Sketchfab

πληκτρολογεί στη μηχανή αναζήτησης το περιεχόμενο που τον ενδιαφέρει. Το πρόγραμμα διαθέτει πληθώρα 3D σχεδίων, ορισμένα από τα οποία αναγράφουν τιμή, ενώ άλλα διατίθενται δωρεάν. Επιλέγοντας ένα από τα διαθέσιμα μοντέλα, ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί και μετατοπίσει τα 3D αντικείμενα, ενώ σε μερικά περιλαμβάνουν δυνατότητα επιπλέον κίνησης.

Envato

Η Envato είναι μια παγκοσμίως κορυφαία διαδικτυακή κοινότητα για την εκτέλεση δημιουργικών project, η οποία περιλαμβάνει πλήθος επαγγελματικών ψηφιακών στοιχείων και υπηρεσιών, τα οποία οι σχεδιαστές και προγραμματιστές πωλούν και οι χρήστες μπορούν να αποκτήσουν κατόπιν εγγραφής και οικονομικής συνδρομής.



Εικόνα 84
Envato λογότυπο

Η ιστοσελίδα <https://envato.com/> διαθέτει μια σειρά από ψηφιακά προϊόντα όπως πρότυπα γραφικών, παρουσιάσεων και έξυπνου σχεδιασμού, ήχο, εικόνες, βίντεο, τρισδιάστατα αντικείμενα και αποτελεί μια ανεξάντλητη πηγή, την οποία επισκέπτονται εκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αποτελεί τη μοναδική επί πληρωμή εφαρμογή, η οποία, όμως, συνιστά ένα πολύτιμο εργαλείο για την παραγωγή δημιουργικών έργων εύκολα και γρήγορα.

WeVideo

Το WeVideo είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα επεξεργασίας βίντεο και ψηφιακής αφήγησης που διαθέτει μια ποικιλία χαρακτηριστικών και εργαλείων ώστε ο καθένας να μπορεί να δημιουργήσει με ευκολία ψηφιακό περιεχόμενο και να μοιραστεί μια ιστορία.

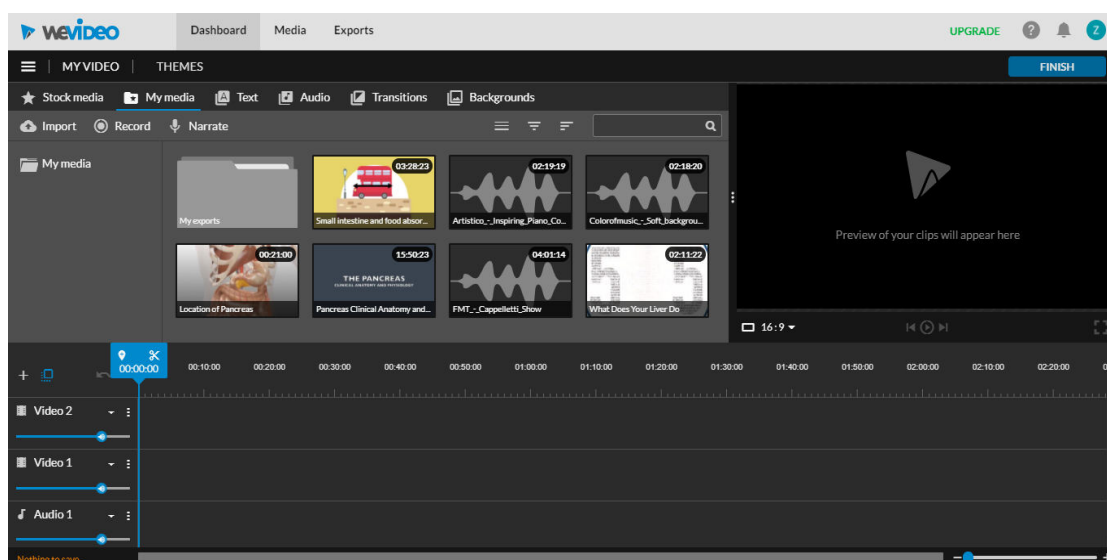


Εικόνα 85 WeVideo
λογότυπο

Μεταβαίνοντας στον ιστότοπο (<https://www.wevideo.com/>), ο χρήστης εγγράφεται αρχικά στο πρόγραμμα και δύναται να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή δωρεάν για συγκεκριμένο αριθμό δοκιμών. Κατόπιν, υπάρχουν premium

προγράμματα συνδρομών, τα οποία προσφέρουν προηγμένες λειτουργίες επεξεργασίας.

Το περιβάλλον εργασίας του προγράμματος είναι εύκολο στη χρήση και δεν απαιτείται ιδιαίτερη εμπειρία για την παραγωγή των βίντεο. Η πλατφόρμα προσφέρει δυνατότητα επεξεργασίας βίντεο, γραφικών, πράσινης οθόνης, εισαγωγής φωνητικών και ειδικών εφέ, έλεγχο ταχύτητας και ακόμη περισσότερα χαρακτηριστικά.



Εικόνα 86 Περιβάλλον WeVideo

Στην κύρια, οριζόντια γραμμή εργαλείων, η κατηγορία my media περιλαμβάνει τη βιβλιοθήκη των βίντεο που έχει δημιουργήσει ο χρήστης στο εν λόγω πρόγραμμα και απαρτίζεται από το import για την εισαγωγή και ανέβασμα στοιχείων, το record για βιντεοσκόπηση και το narrate για εγγραφή ήχου. Κατόπιν, στα επόμενα πεδία περιέχονται διαδοχικά η προσθήκη κειμένου, ήχου, διαδοχικής προβολής των στοιχείων και φόντου.

Το κάτω μέρος του περιβάλλοντος διαχείρισης αφορά την εισαγωγή και επεξεργασία των στοιχείων και των επιπέδων για τη σύνθεση του βίντεο, ενώ στην οθόνη δεξιά γίνεται προεπισκόπηση του. Στο τέλος, μέσω του finish διενεργείται η εξαγωγή του.

5.3.2.2. Προεπισκόπηση φύλλου εργασίας (Φ.Ε)

ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ

ΟΝΟΜΑ:

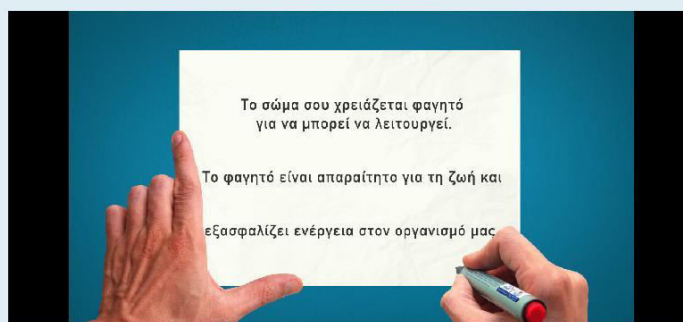
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Μέσα από το φύλλο εργασίας θα ξεδιπλώσεις τις γνώσεις σου και θα μυηθείς σε ένα εσωτερικό, μαγευτικό ταξίδι... αυτό της τροφής.

Είσαι έτοιμος;



1. Το πρώτο βήμα σε ένα ταξίδι είναι να πάρεις μια γενική ιδέα για τη φύση του ταξιδιού. Σκάνναρε, λοιπόν, την εικόνα με τον αντίστοιχο κωδικό και ξεκινάμε!



Κωδικός: 1555327

2. Τώρα που λάβαμε τα πρώτα μας στοιχεία, ας λειτουργήσουμε ως ομάδα, εκφράζοντας τις ιδέες μας!



Κανόνες ιδεο-θύελλας:

- Χωριζόμαστε σε ομάδες και με βάση το εισαγωγικό βίντεο, που μόλις παρακολουθήσαμε, μοιραζόμαστε τις ιδέες μας.
- Θυμάμαι ότι η κριτική και η αξιολόγηση δεν έχουν θέση στις ιδέες που εκφράζουμε είτε εμείς είτε οι συμμαθητές μας.
- Καταγράφουμε το σύνολο των ιδεών όσο συμβατικές, περιέργες, εφικτές ή μη μας ακούγονται.
- Στο τέλος, μελετάμε, επεξεργαζόμαστε και συνδυάζουμε τις καταγεγραμμένες ιδέες για να τις βελτιώσουμε ή/και να δημιουργήσουμε νέες.

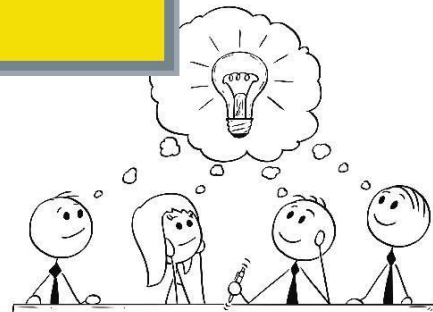
Εικόνα 87 ΦΕ-σ.1

ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ

Τι συμβαίνει στο σώμα μου;

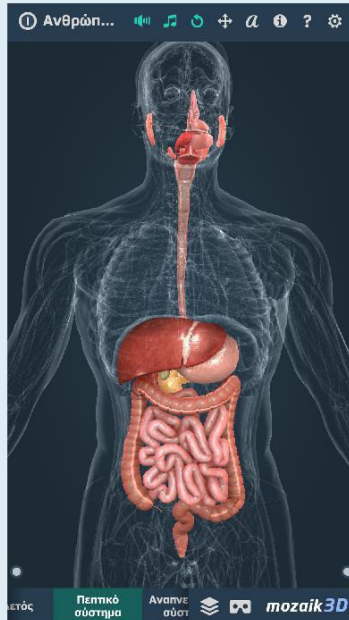
Ποια όργανα αναγνωρίζω
που συμμετέχουν;

Που πάει η τροφή;
Ποια λειτουργία επιτελείται;



Εικόνα 88 ΦΕ-σ.2

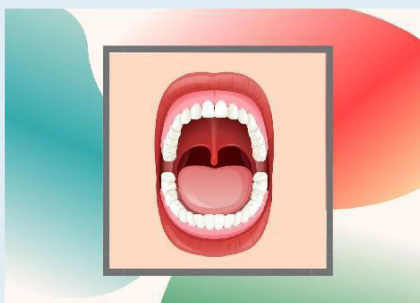
3.Μια πιο κοντινή ματιά θα σε βοηθήσει να δεις τι πραγματικά κρύβεις μέσα σου!
Σκάναρε την εικόνα με τον κωδικό που ακολουθεί.



Κωδικός: 1555386

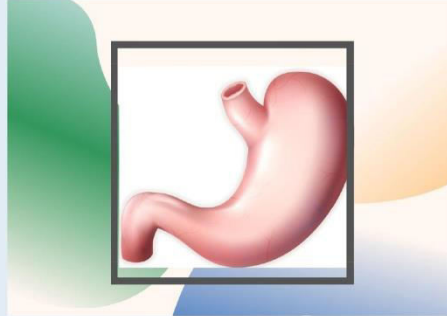
4.Οι παρακάτω κάρτες δείχνουν μεμονωμένα τα όργανα που συμβάλλουν στη διαδικασία της πέψης.

Μάζεψε την ομάδα σου και κάντε τα όργανα να "ζωντανέψουν"!

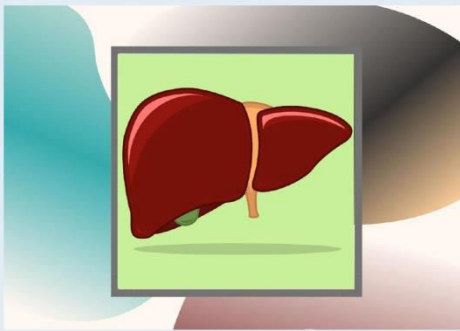


Κωδικός: 1555993

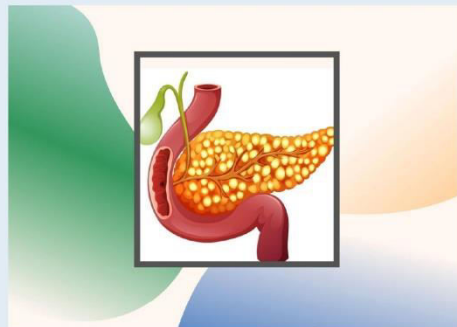
Εικόνα 89 Φ.Ε-σ.3



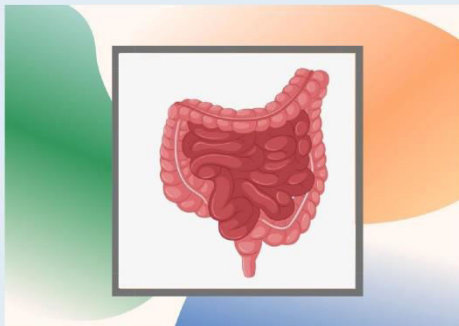
Κωδικός: **1556006**



Κωδικός: **1556036**



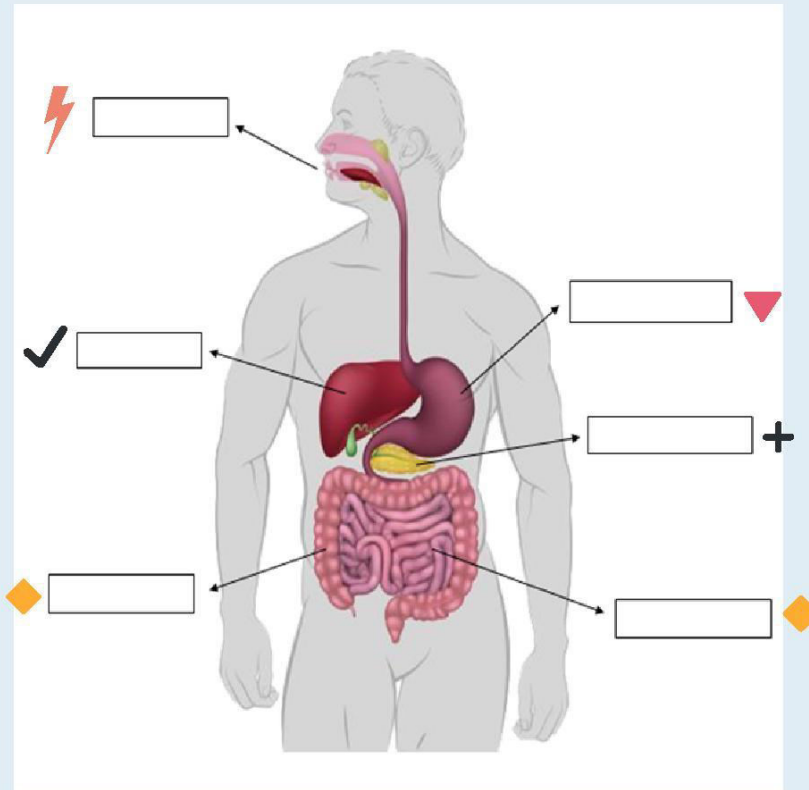
Κωδικός: **1555988**



Κωδικός: **1555981**

Εικόνα 90 Φ.Ε-σ.4






5. Έχοντας συλλέξει όλα τα απαραίτητα στοιχεία, είσαι έτοιμος να συμπληρώσεις την ονομασία των παρακάτω οργάνων, που απαρτίζουν το πεπτικό μας σύστημα.



6. Ας χαλαρώσουμε λίγο με κάποια βιντεάκια και έπειτα είναι ώρα για παιχνίδι!

Για να παρακολουθήσεις τα βιντεάκια, εισήγαγε τον αντίστοιχο κωδικό που βρίσκεται πλάι στα παρακάτω σύμβολα.

. Κάθε σύμβολο αναπαριστά και ένα από τα όργανα του πεπτικού μας συστήματος.

	1565957		1565974		1565984
	1565993		1565986		

Εικόνα 91 Φ.Ε-σ.5

Καλώς ήρθατε!

Είστε έτοιμοι να ανακαλύψουμε
παρέα το πεπτικό μας σύστημα;



Κωδικός: 1490618

Time to play!

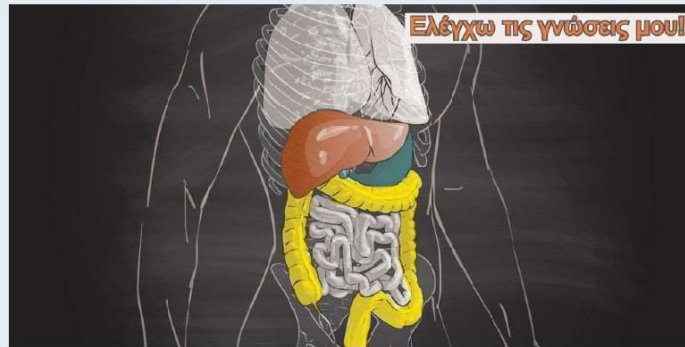


Κωδικός: 1555432

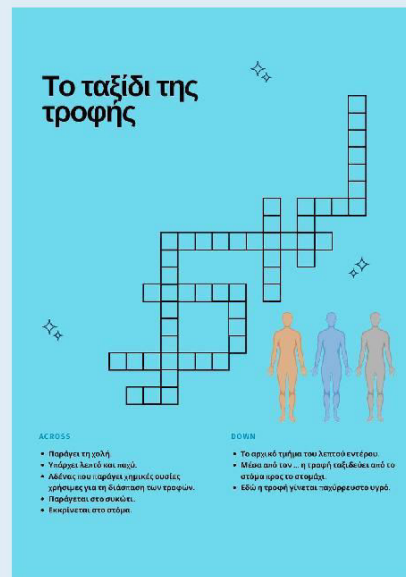
Εικόνα 92 Φ.Ε-σ.6

2η μέρα: Ας θυμηθούμε τι μάθαμε χθες!

7. Με τους κωδικούς που σας δίνονται, επιλύουμε ομαδικά τις παρακάτω δραστηριότητες.

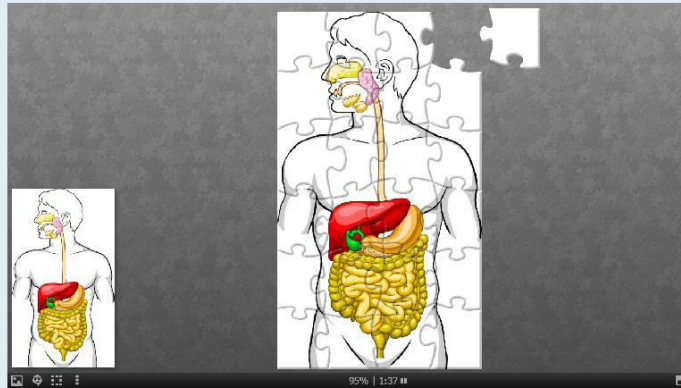


Κωδικός: **1555966**



Κωδικός: **1555947**

Εικόνα 93 Φ.Ε-σ.7



Κωδικός: 1555457

... αλλά και ατομικά

1. Σε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις, συμπληρώνω Σ (σωστό) ή Λ (λάθος):

Το σάλιο διασπά το άμυλο και βοηθά στη δημιουργία της μπουκίας.

Το όργανο, με το οποίο αισθανόμαστε τη γεύση, είναι η άνω και η κάτω σιαγόνα.

Για τη σωστή λειτουργία του πεπτικού συστήματος, η διατροφή μας συνίσταται να είναι υγιεινή, ισορροπημένη και να περιλαμβάνει ποικιλία τροφών στη σωστή ποσότητα.

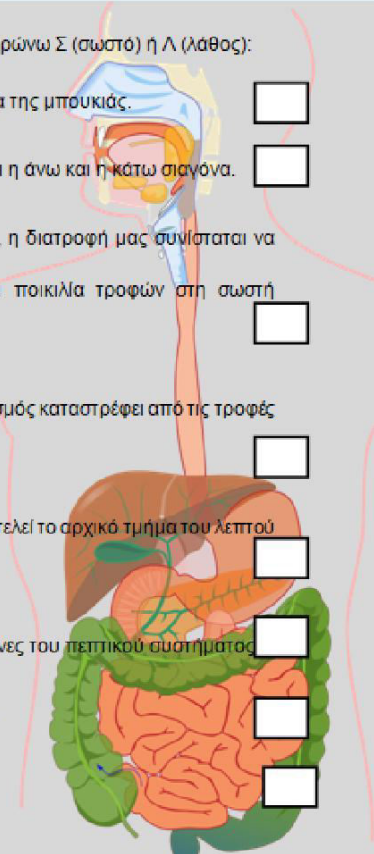
Πέψη ονομάζεται η διαδικασία με την οποία ο οργανισμός καταστρέφει από τις τροφές τα χρήσιμα στοιχεία.

Η χολή εκκρίνεται στο δωδεκαδάκτυλο, το οποίο αποτελεί το αρχικό τμήμα του λεπτού εντέρου.

Τόσο το πάγκρεας όσο και το συκώτι αποτελούν αδένες του πεπτικού συστήματος.

Ο οισοφάγος συνδέει το στομάχι με το λεπτό έντερο.

Η τροφή προσφέρει στον άνθρωπο χημική ενέργεια.



Εικόνα 94 Φ.Ε-σ.8

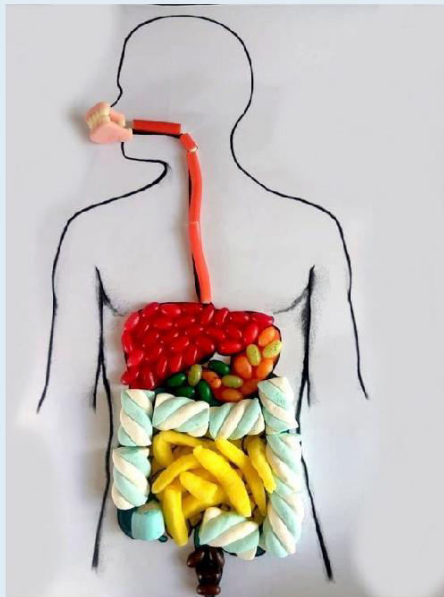
2. Αντιστοιχίστε τα κουτάκια που ταιριάζουν:

ΣΤΟΜΑ	Εκκρίνουν σάλιο ώστε η μασημένη τροφή να οδηγηθεί στον οισοφάγο
ΣΙΕΛΟΓΟΝΟΙ ΑΔΕΝΕΣ	Παράγει χημικές ουσίες και τις στέλνει στο δωδεκαδάκτυλο
ΟΙΣΟΦΑΓΟΣ	Οδηγεί μέσω του γαστρικού σωλήνα την τροφή από το στόμα στο στομάχι
ΣΤΟΜΑΧΙ	Μάσηση τροφής, δημιουργία μπουκιάς
ΣΥΚΩΤΙ	Διαδικασία με την οποία ο οργανισμός αποσπά από τις τροφές τα ωφέλιμα στοιχεία.
ΧΟΛΗΔΟΧΟΣ ΚΥΣΤΗ	Παράγει τη χολή και την αποθηκεύει στη χοληδόχο κύστη
ΠΑΓΚΡΕΑΣ	Στέλνει τη χολή στο τέλος του στομαχίου και στην αρχή του λεπτού εντέρου (δωδεκαδάκτυλο) για να κυλήσει πιο εύκολα η τροφή στο λεπτό έντερο
ΛΕΠΤΟ ΕΝΤΕΡΟ	Αλέθεται η τροφή
ΠΑΧΥ ΕΝΤΕΡΟ	Οι άχρηστες ουσίες αποβάλλονται μέσω του πρωκτού
ΠΕΨΗ	Φιλτράρει τον πολτό της τροφής, στέλνει τις χρήσιμες ουσίες στο αίμα και τις περιττές στο παχύ έντερο

8. Για το τέλος, ας κλείσουμε ομαδικά!

Κάθε ομάδα παίρνει από το/τη δάσκαλο/α τα απαιτούμενα υλικά και με οδηγό τη φαντασία μας φτιάχνουμε την αναπαράσταση του πεπτικού συστήματος από ζαχαρωτά.

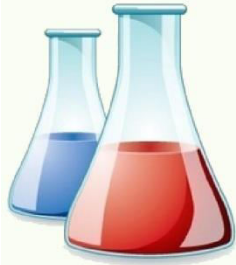
Ποτέ δεν ξέρεις τι κρύβεται πίσω από κάθε εικόνα!



Κωδικός: 1567918

Εικόνα 96 Φ.Ε-σ.10

5.3.2.2.1 Φύλλο παρατήρησης πειράματος



ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΤΕΣ

Όνομα μαθητή

Τάξη-Τμήμα

Ημερομηνία

ΥΠΟΘΕΣΗ:

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:



ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ:

Εικόνα 97 Φύλλο παρατήρησης πειράματος

5.3.2.3 Στάδιο σχεδίασης και στοχοθεσία δραστηριοτήτων

1^η δραστηριότητα:

Η 1^η δραστηριότητα του φύλλου εργασίας εντάσσεται στη φάση του προσανατολισμού σύμφωνα με το μοντέλο των Driver & Oldham (1986). Οι μαθητές καλούνται να εργαστούν ομαδικά προκειμένου, με τη βοήθεια της κινητής συσκευής, να καταφέρουν να σαρώσουν την εικόνα-δείκτη μέσω της εφαρμογής Blippar και να τους αποκαλυφθεί το περιεχόμενο του εισαγωγικού βίντεο.

Link για βίντεο:

<https://drive.google.com/file/d/18vvrHCPnHOM3QbI2Vk7hMJN9HzIC7pdJ/view?usp=sharing>

Στοχοθεσία: Μέσα από την προβολή οπτικοακουστικού υλικού, στόχος αποτελεί η ενεργοποίηση των προϋπαρχουσών γνώσεων των παιδιών και η πρόκληση ενδιαφέροντος για την επικείμενη συζήτηση και το σχολιασμό που θα ακολουθήσει.

Επίσης, η ανάπτυξη δεξιοτήτων επικοινωνίας και συνεργασίας ανάμεσα στους μαθητές και η εξοικείωση τους με τη χρήση κινητών συσκευών και εφαρμογών ως σύγχρονα διδακτικά εργαλεία.

Σχεδίαση: Το βίντεο εκκινεί με την προσθήκη ενός βίντεο εφέ (μαρκαδόρος), το οποίο αποκτήθηκε από την πλατφόρμα Envato και η επεξεργασία των τίτλων έγινε στο πρόγραμμα της Adobe After Effects. Το εν λόγω πρόγραμμα είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο της Adobe με πολλά χαρακτηριστικά και λειτουργίες για την προσθήκη εφέ σε κινούμενα γραφικά ή εικόνες. Ωστόσο, όπως και στο Envato, απαιτείται πληρωμή για να το αποκτήσεις. Λόγω της σύνθετης φύσης του, στο Adobe After Effects διενεργήθηκε μόνο η επεξεργασία των τίτλων και η απομόνωση πηγής ήχου.

Κατόπιν, οι εικόνες που έπονται προέρχονται από το Vecteezy και το Free Vectors και έχει γίνει επεξεργασία τους στο Canvas, όπου μορφοποιήθηκαν και προστέθηκε το λεκτικό και ηχητικό εφέ. Ο ήχος αποσπάστηκε από το YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=I5nOOj11UKo>) μέσω του Adobe After Effects. Επίσης, από το YouTube χρησιμοποιήθηκε τμήμα από το βίντεο

https://www.youtube.com/watch?v=mKUV2TBy_EA για τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος.

Τα παραπάνω συνδέθηκαν μεταξύ τους και συνδυάστηκαν με ήχο και κείμενο μέσω του Adobe Premiere Pro. Πρόκειται για μια εφαρμογή λογισμικού επεξεργασίας βίντεο της Adobe Systems και καθώς θεωρείται επαγγελματικό εργαλείο διατίθεται επί πληρωμή.

2^η δραστηριότητα:

Η επόμενη δραστηριότητα, αν και δεν αξιοποιεί την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας, προκρίνεται σημαντική καθώς ανήκει στη 2^η φάση ανάδειξης των ιδεών της κονστρουκτιβιστικής προσέγγισης. Τα παιδιά σε ομάδες ακολουθούν τα βήματα της ιδεοθύελλας και καταγράφουν το σύνολο των ιδεών τους, βάσει των όσων παρακολούθησαν.

Link για ιδεοθύελλα:

Κανόνες:

<https://drive.google.com/file/d/1FNFCoD7aNHkaGeWlINukYh70GXO1yfvR/view?usp=sharing>

Γραφικό:

<https://drive.google.com/file/d/1R958x6JG7CstOq4Xpzx26OQXEeOOlhMU/view?usp=sharing>

Στοχοθεσία:

- ✓ Να αναπτύξουν οι μαθητές δεξιότητες επικοινωνίας και δημοκρατικού διαλόγου, να καλλιεργήσουν τη συνεργασία, την ελεύθερη και αυθόρμητη έκφραση ιδεών και την ανταλλαγή απόψεων προκειμένου να καταλήξουν σε κοινά συμπεράσματα (καταγραφή ευρημάτων).
- ✓ Να αισθανθούν τη χαρά της συμμετοχής στο σύνολο και των υποχρεώσεων που επιμερίζονται και να αξιοποιήσουν τη δημιουργικότητα τους.
- ✓ Να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη μεμονωμένα και συλλογικά με την παράθεση διαφορετικών οπτικών γωνιών αλλά και να τονώσουν την αυτοπεποίθηση και την αυτοεκτίμηση τους στο πλαίσιο ομαδικών δραστηριοτήτων.

- ✓ Να ανασύρουν τη προηγούμενη γνώση τους, να κάνουν αναδρομή σε ήδη γνωστές πληροφορίες, να καλλιεργήσουν την αντίληψη τους και να τις χρησιμοποιούν για την οικοδόμηση νέων εννοιών (μεταγνώση).

Σχεδίαση: Τα γραφικά για την ιδεοθύελλα σχεδιάστηκαν μέσω της εφαρμογής Canvas.

3^η δραστηριότητα:

Στο σημείο αυτό μεταβαίνουμε στη φάση της αναδόμησης των ιδεών, την οποία εξυπηρετούν οι δραστηριότητες 3 και 4.

Οι μαθητές εδώ σαρώνουν την εικόνα-δείκτη με τον αντίστοιχο κωδικό και οδηγούνται σε μια εφαρμογή οπτικοποίησης του πεπτικού συστήματος ώστε μέσα από τη διάδραση να ενδυναμωθεί το κίνητρο εμπλοκής τους.

Link εφαρμογής:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rendernet.humanmale&hl=en_US

Στοχοθεσία:

- ✓ Να εξοικειωθούν με τη χρήση τεχνολογικών μέσων, να λειτουργούν αρμονικά και δίκαια ως ομάδα και να συνεργάζονται άρτια.
- ✓ Να γνωρίσουν και να οπτικοποιήσουν τη δομή του πεπτικού συστήματος καθώς και να αποκωδικοποιήσουν τα μέρη του ένα προς ένα.
- ✓ Να συσχετίσουν τα όργανα του ανθρώπινου σώματος μεταξύ τους και να αποτινάξουν τυχόν εσφαλμένες αντιλήψεις ως προς την κατανόηση των οργάνων ως μέρη συστημάτων.

Σχεδίαση: Χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Human Body της Mozaik 3D, η οποία απαιτεί εγκατάσταση και είναι διαθέσιμη σε λειτουργικά συστήματα Android και iOS. Πρόκειται για δωρεάν εφαρμογή η οποία είναι στα ελληνικά, έχει υψηλά γραφικά και περιλαμβάνει το σύνολο των συστημάτων του ανθρώπινου σώματος.

Ωστόσο, για να τρέχει και αναγνωριστεί από το πρόγραμμα οπτικής επαύξησης του Blippar χρειάζεται πρόσθετη εγκατάσταση εφαρμογής στην κινητή συσκευή. Έτσι, η σάρωση της αρχικής εικόνας οδηγεί σταδιακά τα παιδιά στη 3D απεικόνιση του πεπτικού συστήματος του ανθρώπινου σώματος, με απλές εντολές πλοήγησης.

4^η δραστηριότητα:

Εδώ, οι μαθητές καλούνται να αλληλεπιδράσουν και να επαυξήσουν οπτικά τις κάρτες AR που αναπαριστούν ξεχωριστά τα όργανα του πεπτικού συστήματος, εισάγοντας τον μοναδικό κωδικό εκάστης. Η σάρωση των καρτών προσφέρει τη δυνατότητα θέασης των οργάνων διςδιάστατα και τρισδιάστατα, ενώ ορισμένα από αυτά ακολουθούνται και από προβολή βίντεο.

Links για κάρτες:

Στόμα. Γραφικό:

https://drive.google.com/file/d/1NyL6MEuDqNM5fWBw_alnO3DPzdyuVPkP/view?usp=sharing

Url 3D αναπαράστασης:

<https://sketchfab.com/3d-models/mouth-and-teeth-2ea5d5a5c7324694a17cae4680c7892b>

Στομάχι. Γραφικό:

https://drive.google.com/file/d/1Gb9bRdX5iyhh_DswLHrUgVfWu-8TiCaC/view?usp=sharing

Url 3D αναπαράστασης:

<https://sketchfab.com/3d-models/human-stomach-anatomy-830013e1a36f42f69f8d3fae915bd880>

Βίντεο:

https://drive.google.com/file/d/1JCX_6dC7ATxCewYgJndXyT75UsLk2N7F/view?usp=sharing

Συκώτι. Γραφικό:

<https://drive.google.com/file/d/1MishFg53xqAitcK3aDaTYq5a9-kljwhp/view?usp=sharing>

Url 3D αναπαράστασης:

<https://sketchfab.com/3d-models/human-liver-c6eae3213fc41ad9cb78d93b6628e4c>

Πάγκρεας. Γραφικό:

<https://drive.google.com/file/d/1aij2nylXYJh77g2NnxIzBSgIITHleEke/view?usp=sharing>

Url 3D αναπαράστασης:

<https://sketchfab.com/3d-models/human-pancreas-411eb5039e6540a486e6440bcf9ce6ff>

Έντερα. Γραφικό:

<https://drive.google.com/file/d/1vmnNjzLUSQHh5pOqZPo9nSomuvX1J3wU/view?usp=sharing>

Url 3D αναπαράστασης:

<https://sketchfab.com/3d-models/small-and-large-intestine-8a1ca8e3ca224cdeb9264674416bde38>

Στοχοθεσία: Οι διαδραστικές κάρτες (2D, 3D) συμβάλλουν στην οπτικοποίηση και στην καλύτερη αντίληψη των υπό μελέτη αναπαραστάσεων. Τα παιδιά, τοιουτοτρόπως, έχουν τη δυνατότητα να παρατηρήσουν τα τρισδιάστατα μοντέλα από κάθε δυνατή οπτική γωνία και να τα περιεργαστούν σχεδόν σαν φυσικά αντικείμενα. Παράλληλα, μέσα από τη δραστηριότητα αυτή αναπτύσσουν μεγαλύτερη διαδραστικότητα με το γνωστικό αντικείμενο της ενότητας.

Σχεδίαση: Τα γραφικά των οργάνων προέρχονται από το Vecteezy και η μορφοποίησή τους σε κάρτες πραγματοποιήθηκε μέσω του Canvas. Οι 3D αναπαραστάσεις επιλέχθηκαν από την πλατφόρμα Sketchfab και μαζί με τις 2D λειτούργησαν ως υπερσύνδεσμοι μέσω της εφαρμογής Blippar, από την οποία προέκυψαν και οι κωδικοί. Τέλος, το βίντεο που συνοδεύει το στομάχι σχεδιάστηκε στο πρόγραμμα WeVideo.

5^η δραστηριότητα:

Η 5^η δραστηριότητα εκκινεί τη φάση της εφαρμογής, η οποία ολοκληρώνεται στην επόμενη της. Οι εκπαιδευόμενοι είναι πλέον σε θέση να συμπληρώσουν την ονομασία των οργάνων του πεπτικού συστήματος. Η άσκηση μπορεί να γίνει και σε επίπεδο μαθητή, προτρέποντας τους να δώσουν ατομικά τη δική τους ερμηνεία.

Link για γραφικό:

https://drive.google.com/file/d/1-PghXDPngY7fS8ksDtVH9ZEBWdrib_C-/view?usp=sharing

Στοχοθεσία: Να οικοδομήσουν τη νέα γνώση μέσα από τη συμπλήρωση της ονομασίας του κάθε οργάνου και να καλλιεργήσουν την ομαδικότητα και την ευγενή άμιλλα σε περίπτωση που δυσκολευτούν.

Σχεδίαση: Το γραφικό του πεπτικού συστήματος πηγάζει από το Free Vectors, η προσθήκη των πλαισίων έγινε μέσω του Pixlr, ενώ των συμβόλων, που εξυπηρετούν τους σκοπούς της επόμενης δραστηριότητας μέσω του Canvas.

6^η δραστηριότητα:

Οι μαθητές σε πρώτη φάση σαρώνουν με τον αντίστοιχο κωδικό της προηγούμενης δραστηριότητας την εικόνα-δείκτη για να παρακολουθήσουν το ανάλογο - θεματικά -βίντεο. Στη συνέχεια, με τον ανάλογο τρόπο, ακολουθεί ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι εξάσκησης.

Links για βίντεο οργάνων:

Στόμα:

<https://drive.google.com/file/d/1Arn6g-I-N-DOTd2jtOOwyPULGtWpsDvk/view?usp=sharing>

Στομάχι:

https://drive.google.com/file/d/1cdnBE2K5PW2bLmCeS_zZuuLo849vFCL5/view?usp=sharing

Συκώτι:

https://drive.google.com/file/d/1QDP_kActSvltAQ0Xf3YrRuk12eDy0bMO/view?usp=sharing

Πάγκρεας:

<https://drive.google.com/file/d/1Dy1sSQqOAFY59aN7h6rHqRz3CMuYPRBT/view?usp=sharing>

Λεπτό και παχύ έντερο:

https://drive.google.com/file/d/1JMo8wws14e4V-_WwRCr00OB1Meb2haDp/view?usp=sharing

Στοχοθεσία: 6.1 Με την επαύξηση της εικόνας-δείκτη και τον εκάστοτε κωδικό, οι μαθητές λαμβάνουν περαιτέρω πληροφορίες για τα μέρη του πεπτικού συστήματος με όποια σειρά και ταχύτητα επιθυμούν. Ο μαθησιακός σκοπός της δραστηριότητας

είναι να γνωρίσει ο μαθητής τα επιμέρους όργανα που συμβάλλουν στη διαδικασία της πέψης μέσα από μια ποικιλία κωδικών (εικόνα, βίντεο, ήχος, κείμενο κλπ) και να κατανοήσει τη λειτουργία καθενός από αυτά μέσα από την αξιοποίηση των ψηφιακών πληροφοριών.

6.2 Τα παιδιά μέσα από την εκπαιδευτική εφαρμογή, καλλιεργούν την ομαδικότητα, και τη συνεργασία, ανταλλάσσουν απόψεις και περατώνουν τη δραστηριότητα με έμπρακτη εφαρμογή των όσων κατέκτησαν μέσα από επανάληψη παιγνιώδους μορφής.

Link εφαρμογής:

<http://users.sch.gr/pkotsis/4/e-taxi/fysiki/games/peptiko%20%28CD%29/html5.html>

Σχεδίαση: 6.1 Η εικόνα-δείκτης αντιστοιχεί σε 5 κωδικούς και κατ' επέκταση σε 5 ξεχωριστά βίντεο, τα οποία σχεδιάστηκαν από το πρόγραμμα παρουσίασης του Canvas. Συγκεκριμένα επιλέχθηκε και μορφοποιήθηκε ένα από τα διαθέσιμα template της εφαρμογής, το οποίο διανθίστηκε και με πρόσθετο υλικό. Ειδικότερα, οι εικόνες (στατικές και κινούμενες) είναι κατεβασμένες από Vecteezy, Free Vectors και Canvas και έχουν υποστεί επεξεργασία από το Pixlr. Η σύνθεση των βίντεο του YouTube ολοκληρώθηκε στην πλατφόρμα WeVideo, ενώ το φύλλο παρατήρησης του πειράματος (όπως παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 5.3.2.2.1) σχεδιάστηκε στο Canvas.

Link φύλλου παρατήρησης πειράματος:

<https://drive.google.com/file/d/1U5UdTYTKjkSAKk1RRUKwzbN8xDNJXqZX/view?usp=sharing>

6.2 Η διαδραστική εφαρμογή ανήκει στον εκπαιδευτικό κ. Κώτση Παύλο και ενσωματώθηκε ατόφια, όπως αποκτήθηκε από την ιστοσελίδα «Στην Τάξη» (<https://www.stintaxi.com/pepsilonpitaiotakappa972-sigma973sigmatauetamualpha.html>).

Συνολικά και οι δυο δραστηριότητες παρουσιάστηκαν και επαυξήθηκαν στα παιδιά μέσω της εφαρμογής Blippar.

7^η δραστηριότητα:

Βρισκόμαστε πλέον στην τελευταία φάση, αυτήν της ανασκόπησης, όπου οι μαθητές επιλύουν μια σειρά από ασκήσεις τόσο ομαδικά με την εφαρμογή του Blippar, όσο και σε ατομικό επίπεδο, όπως εργάστηκαν στην 5^η δραστηριότητα.

Links:

Google Form:

https://docs.google.com/forms/d/13NtU-PQHwGxHDYA29wWtJvgDa6Kazxfz1k11R4XR_MQ/edit

Σταυρόλεξο: <https://crosswordlabs.com/view/2020-06-24-145>

Πάζλ: <https://www.jigsawplanet.com/?rc=play&pid=10e8b582eab3>

Ασκήσεις Σ-Λ, αντιστοίχισης:

https://drive.google.com/file/d/11De_Qku6oopMAPKhwosxA52ECf3R4PNA/view?usp=sharing

Στοχοθεσία:

- ✓ Παγίωση συνεργασίας, ανταλλαγής και συζήτησης απόψεων, επιλύοντας τις δραστηριότητες ως προβολή της προσπάθειας τους ως ομάδα.
- ✓ Καλλιέργεια ανάκλησης ιδεών και κατανόησης των πληροφοριών που κατέκτησαν.
- ✓ Ισχυροποίηση γνώσεων και έλεγχος του βαθμού κατάκτησης και διατήρησης τους.

Σχεδίαση:

Αρχικά παρατίθεται μια online φόρμα αξιολόγησης της Google όπου εισάχθηκαν ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και μια ανάπτυξης για την επανάληψη και έλεγχο των γνώσεων των μαθητών, ως αποδέκτες των διδακτικών ερεθισμάτων, ενώ εν συνεχεία συναντάται ένα ψηφιακό σταυρόλεξο και ένα πάζλ. Αναλυτική περιγραφή του τρόπου χρήσης των παραπάνω έχει προηγηθεί στο κεφάλαιο 5.3.2.1. Οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν πρόσβαση σε αυτές με τη γνωστή διαδικασία της οπτικής επαύξησης του Blippar. Τέλος, ακολουθεί η επίλυση ασκήσεων κατανόησης (σωστό- λάθος, αντιστοίχιση), που δημιουργήθηκαν στο Microsoft Word.

8^η δραστηριότητα:

Το σχέδιο μαθήματος ολοκληρώνεται με μια κατασκευή, όπου τα παιδιά προμηθεύονται τα υλικά από τον εκπαιδευτικό και αναπαριστούν το πεπτικό

σύστημα, χρησιμοποιώντας βρώσιμα υλικά. Έπειτα, παρουσιάζουν ανά ομάδες τη δημιουργία τους. Τέλος, σαρώνοντας την εικόνα, λαμβάνουν ένα συγχαρητήριο μήνυμα:

«Συγχαρητήρια! Τώρα πλέον γνωρίζεις πως μοιάζει το σώμα σου εσωτερικά και πως λειτουργούν τα όργανα του πεπτικού μας συστήματος. Θυμήσου: Τώρα παίρνεις εσύ το ρόλο του δασκάλου. Μετέφερε στους άλλους όσα έμαθες σήμερα!»

Link εικόνας κατασκευής:

<https://drive.google.com/file/d/1L9sZFS3UlllOskknYOdxiAKxCeUq9j5N/view?usp=sharing>

Στοχοθεσία:

- ✓ Καλλιέργεια ψυχοκινητικών στόχων, ενίσχυση λεπτής κινητικότητας μέσα από την αλληλεπίδραση και το χειρισμό υλικών.
- ✓ Καλλιέργεια φαντασίας, αυτενέργειας, πρωτοβουλίας και δημιουργικότητας.
- ✓ Τόνωση της ομαδοσυνεργατικότητας.

Σχεδίαση:

Για μια ρεαλιστική απεικόνιση, πρώτο βήμα ήταν να συντεθεί η κατασκευή σε πραγματικό χρόνο ώστε οι μαθητές να έχουν μια εικόνα του τελικού αποτελέσματος. Έπειτα, ακολούθησε η λήψη φωτογραφίας της χειροτεχνίας, η οποία χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης για τη λεκτική επαύξηση μέσω του Blippar ενός μηνύματος προς τα παιδιά ως επίλογος του σχεδίου δράσης. Το κινούμενο βίντεο που περιλήφθηκε προέρχεται από την ιστοσελίδα Giphy (<https://media.giphy.com/media/ehhuGD0nByYxO/giphy.mp4>).

6^ο Κεφάλαιο

Σε αυτό το κεφάλαιο επιχειρείται συζήτηση προκειμένου να δοθούν απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στην ενότητα 5.2 και να παρουσιαστούν στο μέτρο του εφικτού κάποια πρώτα αποτελέσματα, η ερμηνεία των οποίων απορρέει από το θεωρητικό και επιστημονικό πλαίσιο της μελέτης. Καταληκτικά, αναφέρονται περιορισμοί καθώς και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

6.1 Ανάλυση αποτελεσμάτων - Παρατηρήσεις

Η προτεινόμενη πιλοτική εφαρμογή περιλαμβάνει ένα σχέδιο διδασκαλίας για την ενότητα «Πεπτικό Σύστημα», το οποίο εγκολπώνεται το κονστρουκτιβιστικό πλαίσιο κατασκευής της γνώσης και την πολυμεσική μάθηση του Mayer. Παράλληλα, θέτει ως κατευθυντήριες γραμμές της τους στόχους του Νέου Προγράμματος Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία (όπως παρουσιάστηκαν στις ενότητες 4.5 και 4.6) και ενσωματώνει την Επαυξημένη Πραγματικότητα.

Τα παραπάνω στοχεύουν στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής, η οποία θα αποτελέσει μια δημιουργική και ωφέλιμη διδακτική πρακτική με θετική επίδραση στην κινητοποίηση τόσο των μαθητών όσο και των ίδιων των εκπαιδευτικών, λειτουργώντας ως πρότυπο για τον εξατομικευμένο σχεδιασμό της μαθησιακής διαδικασίας με σύγχρονα και απλά στη χρήση τεχνολογικά εργαλεία.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί το διαχρονικό άρθρο του Marc Prensky «*Digital Natives, digital immigrants*» (2001), το οποίο εκφράζει ακριβώς την αναγκαιότητα οι εκπαιδευτικοί να αποσχιστούν από τις παρελθοντικές πρακτικές και να αξιοποιήσουν τα σύγχρονα μέσα και εργαλεία μάθησης για να κατανοήσουν τον κόσμο των παιδιών, να τα προσεγγίσουν, να τα κινητοποιήσουν. Προκρίνεται ιδιαίτερο σημαντικό οι νέες τεχνολογίες να εδραιωθούν στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και να αρθούν άμεσα οι περιορισμοί, που εμποδίζουν τη διάδοσή τους, ώστε να γεφυρωθεί το χάσμα ανάμεσα στην εκπαίδευση του παρόντος και αυτήν την παρόντος και του μέλλοντος.

Στα πλαίσια συγγραφής της εργασίας, τη δήλωση σκοπού διαδέχθηκε η διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων, τα οποία χρήζουν ερμηνείας και σχολιασμού.

Στο ερώτημα *«Ποιος είναι ο κατάλληλος συνδυασμός πολυμεσικών στοιχείων και επαυξημένης πραγματικότητας για την εξασφάλιση ενός δυναμικού και ωφέλιμου περιβάλλοντος μάθησης;»*

Τα πολυμεσικά στοιχεία διέπουν το φύλλο εργασίας και μάλιστα βρίσκονται σε ποικιλία προκειμένου να κινητοποιούν τους μαθητές, να διατηρούν ενεργό το ενδιαφέρον τους και να εμπλουτίζουν το μάθημα μέσα από την παρουσία διαφορετικών στοιχείων.

Κατά βάση έχουν επιλεγθεί εικόνες, οι οποίες λειτουργούν ως δείκτες για την προβολή του ενισχυμένου περιεχομένου με τη συμβολή της επαυξημένης πραγματικότητας, το οποίο περιέχει στατικές ή/και κινούμενες εικόνες, ήχο, δυσδιάστατα και τρισδιάστατα μοντέλα, ενώ το κείμενο τείνει να περιορίζεται στις απαραίτητες δηλώσεις και να μην κυριαρχεί οπτικά στο φύλλο εργασίας.

Συνεπώς, οι διαφορετικοί τύποι πολυμεσικού περιεχομένου είναι αυτοί ακριβώς που συνεισφέρουν ουσιαστικά στη μαθησιακή εμπειρία με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας, αρκεί η τελευταία να προστίθεται σε δραστηριότητες όπου υπάρχει παιδαγωγική αξία για τους εκπαιδευόμενους και όχι να χρησιμοποιείται αλόγιστα.

Τα παραπάνω στοιχεία, μεμονωμένα ή συνδυαστικά, μεγιστοποιούν τα κίνητρα και την εμπλοκή των μαθητών καθώς η παρουσία εστιασμένων οπτικών και λεκτικών στοιχείων επιτρέπει την οικοδόμηση της γνώσης με έναν οπτικά και νοηματικά ελκυστικό τρόπο.

Συνοψίζοντας, λοιπόν, για τη διασφάλιση ενός αποτελεσματικού και διαδραστικού περιβάλλοντος μάθησης, ως κατάλληλος συνδυασμός προτείνεται αυτός που συμπεριλαμβάνεται στο φύλλο εργασίας καθώς καταδεικνύει στην πράξη την ανάγκη ενός διαφοροποιημένου εκπαιδευτικού σχεδιασμού και παράλληλα μετουσιώνει τη διαφορετική μορφή περιεχομένου με τρόπο που να συνιστά σημείο πραγματικού ενδιαφέροντος για τους μαθητές.

Στην ερώτηση *«Ποια είναι τα οφέλη του εκπαιδευτικού σχεδιασμού μιας διδακτικής ενότητας που βασίζεται στην επαυξημένη πραγματικότητα με τη χρήση πολυμεσικών στοιχείων;»*, η απάντηση βρίσκεται στο επιστημονικό πλαίσιο της

παιδαγωγικής αξιοποίησης της Ε.Π (ενότητα 2.2) και ειδικότερα αφορά το αποτέλεσμα που αναμένεται από τη στοχοθεσία των δραστηριοτήτων που απαρτίζουν το φύλλο εργασίας, όπως αποτυπώνεται στην ενότητα 5.3.2.3.

Ένας εκπαιδευτικός σχεδιασμός, που ενσωματώνει εναλλακτικές μεθόδους διδασκαλίας μέσα από τον συγκερασμό και την αλληλεπίδραση πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος, προσβλέπει στην καλλιέργεια και ενδυνάμωση των γνωστικών, συναισθηματικών και ψυχοκινητικών δεξιοτήτων των μαθητών.

Στα προσδοκώμενα αποτελέσματα περιλαμβάνεται η ενεργοποίηση των παιδιών, η εμπλοκή τους σε εμπράγματα εμπειρίες και η αλληλεπίδραση τους με εικονικά στοιχεία, η οποία, πλέον, με τη συμβολή της ψηφιακής τεχνολογίας, καθίσταται εφικτή σε πραγματικό χρόνο και περιβάλλον. Επίσης, η δυνατότητα οπτικοποίησης των εννοιών και αναπαράστασης των μοντέλων, που προσφέρουν οι εφαρμογές AR, επιτρέπουν μεγαλύτερο βαθμό κατάκτησης και αφομοίωσης της προσφερόμενης γνώσης καθώς και ισχυροποίηση της μνήμης.

Οι μαθητές διερευνούν και οικοδομούν τη νέα γνώση με τον προσωπικό τους ρυθμό και ταχύτητα και συνεπώς καλλιεργούν την αυτονομία και αυτενέργεια τους. Λειτουργώντας σε ομάδες, αναπτύσσουν δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας αλλά και την αυτοπεποίθηση τους, λαμβάνουν πρωτοβουλίες, απολαμβάνουν τη διαδικασία μάθησης και δραστηριοποιούνται ενεργά.

Πρόσθετα οφέλη αποτελούν η μεγιστοποίηση του ενδιαφέροντος, της προσοχής και της διάθεσης συμμετοχής, η ενίσχυση των κινήτρων και η ανάπτυξη κριτικής σκέψης, μεταγνώσης και αναστοχασμού. Παράλληλα, οι μαθητές αναπτύσσουν τη δημιουργικότητα και τη φαντασία, ενώ εγείρεται η περιέργεια τους.

Τέλος, ένας τέτοιος σχεδιασμός αναδεικνύεται σε ωφέλιμη πρακτική και αποτελεί πρόταση καθώς δημιουργεί ένα διαφοροποιημένο περιεχόμενο βασισμένο στις ανάγκες των εκπαιδευομένων, με νόημα γι αυτούς, ενισχύοντας την τυπική και άτυπη μάθηση και προσφέροντας αυθεντικότητα αλλά και εξοικείωση με τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα.

Στο τρίτο και τελευταίο ερευνητικό ερώτημα «*Οι σχεδιαστικές αρχές της πολυμεσικής μάθησης μπορούν να διαμορφώσουν την αποτελεσματικότητα της επαυξημένης πραγματικότητας στο εκπαιδευτικό περιβάλλον;*» διαπιστώνεται πώς όχι μόνο μπορούν να τη διαμορφώσουν αλλά και να την αναδείξουν.

Οι αρχές σχεδιασμού του Mayer είναι θεμέλιες για την προβολή της τεχνολογίας AR ως ένα πολύτιμο εργαλείο για την ενίσχυση της διδακτικής πράξης, την αναδόμηση και τον εκσυγχρονισμό του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος στα πρότυπα του Νέου Σχολείου.

Το φύλλο εργασίας της πιλοτικής εφαρμογής έλαβε υπόψη και σχεδιάστηκε με βάση τις αρχές που συμβάλλουν προς αυτήν την κατεύθυνση. Ένα από τα πρώτα στοιχεία που αποδόθηκε σημασία ήταν η παρουσία οπτικών και λεκτικών στοιχείων που να εμφανίζουν συνάφεια και να διευκολύνουν τη δυναμική διαδικασία κατάκτησης της νέας γνώσης. Έτσι, κάθε φορά, στο προς επαύξηση περιεχόμενο περιλήφθηκαν αποκλειστικά στοιχεία που προωθούν την ουσιαστική μάθηση, ενώ απορρίφθηκαν τυχόν περιττά.

Δόθηκε, επίσης, προσοχή στον τρόπο διατύπωσης των οδηγιών και χρησιμοποιήθηκε προσιτός και απλός στο ύφος λόγος προκειμένου οι μαθητές να διαχειρίζονται τα μηνύματα και να τα μετουσιώνουν σε νοητικές δομές ανάλογα με το προσωπικό επίπεδο καθενός. Παράλληλα, λειτουργώντας σε ομάδες, τους παρέχεται η δυνατότητα να συνάπτουν όχι μόνο προσωπικές αλλά και συλλογικές σχέσεις συνεργασίας κατά τη χρήση των εφαρμογών AR. Στα βίντεο, που επαυζάνονταν μέσω της εικόνας-δείκτη, η παρουσία ενός avatar προσέδιδε την αίσθηση εξατομίκευσης και προσωπικής επαφής.

Επιπρόσθετα, η δραστηριότητα της επαυξημένης πραγματικότητας ενισχύεται όταν περιέχονται οπτικές και λεκτικές αναπαραστάσεις, οι οποίες αλληλοσυσχετίζονται νοηματικά και τοποθετούνται σε κοντινή απόσταση. Ως εκ τούτου, ο μαθητής εντοπίζει τα στοιχεία εύκολα και γρήγορα και επέρχεται η εις βάθος μάθηση μέσα από την κατανόηση των σχέσεων που ενυπάρχουν ανάμεσα τους. Επίσης, για τον ίδιο λόγο, σημαντική προβάλλεται η προπαρασκευαστική κατάρτιση και εξάσκηση των εκπαιδευομένων με το γνωστικό αντικείμενο, συνθήκη αντίστοιχη με την ενεργοποίηση της προϋπάρχουσας γνώσης τους που συντελείται με την οπτική επαύξηση του εισαγωγικού βίντεο.

Αποδεικνύεται πως η πολυμεσική θεωρία μάθησης είναι συνυφασμένη με την επαυξημένη πραγματικότητα, ως μια νέα τεχνολογία που χρησιμοποιεί συνδυασμό διαφορετικών στοιχείων, και ταυτόχρονα αποτελεί ωφέλιμο οδηγό για την πλαισίωση

και την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της σε ένα σύγχρονο περιβάλλον μάθησης.

Ολοκληρώνοντας το κομμάτι των παρατηρήσεων, αξίζει να σημειωθεί πως για τη λειτουργικότητα της πιλοτικής εφαρμογής απαραίτητη προϋπόθεση συνιστά αρχικά η ισχυρή και σταθερή σύνδεση ασύρματου διαδικτύου για τη λειτουργία του λογισμικού επαυξημένης πραγματικότητας, Blippar. Ταυτόχρονα, η εξασφάλιση επαρκών κινητών συσκευών (tablets ή κινητά τηλέφωνα) για τις ομάδες παιδιών καθώς και καλού φωτισμού του χώρου αλλά και ένας γενικός έλεγχος για τυχόν τεχνικές δυσκολίες ή προβλήματα από τη σύνδεση πολλαπλών συσκευών.

Στη συνέχεια, απαιτείται η εγκατάσταση της εφαρμογής Blippar και Human Body της Mozaik 3D στις κινητές συσκευές και ο έλεγχος της χρηστικότητας των λογισμικών. Σε ένα προπαρασκευαστικό επίπεδο, δημιουργείται η ανάγκη ώστε εκπαιδευτικοί και μαθητές να εξοικειωθούν με το τεχνολογικό περιβάλλον και τα ποικίλα εργαλεία προκειμένου να αρθούν τυχόν δυσκολίες κατά τη χρήση των συσκευών και τη λειτουργία της εφαρμογής. Σε κάθε περίπτωση, χρειάζεται χρόνος ώστε να αποκτήσουν σχετική άνεση και ευχέρεια. Μάλιστα, η εφαρμογή Blippar υποστηρίζει την προσθήκη πολλαπλών κωδικών, οι οποίοι χωρίζονται με κόμμα ανάμεσα τους, για τη διευκόλυνση του χρήστη και την εξοικονόμηση χρόνου.

Η προτεινόμενη πιλοτική εφαρμογή αποτελεί δείγμα του πώς ένα σχέδιο μαθήματος μπορεί να εμπλουτιστεί με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας μέσα από τη χρήση απλών και εύκολων λογισμικών, τα οποία δεν απαιτούν επαγγελματικές ικανότητες προγραμματισμού. Απεναντίας, μπορούν να αξιοποιηθούν από κάθε εκπαιδευτικό, ο/η οποίος/α επιδιώκει να εξελίξει τη διδασκαλία του και να κινητοποιήσει τους μαθητές του, σχεδιάζοντας το προσωπικό του υλικό ή προσεγγίζοντας κριτικά το ήδη υπάρχον.

6.2 Προτάσεις για βελτίωση και μελλοντικές έρευνες

Για τη βελτίωση της παρούσας πιλοτικής εφαρμογής, προτείνεται η δημιουργία ενός βίντεο για την επεξήγηση της διαδικασίας χρήσης του λογισμικού ενισχυμένης πραγματικότητας *Blippar* και την αποσαφήνιση των καίριων αποριών των μαθητών. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η εξοικείωση του χρήστη με την τεχνολογία και τα εργαλεία επαυξημένης πραγματικότητας καθίσταται επιτακτική ώστε οι μαθητές να είναι σε θέση να ανταποκριθούν και να συμμετάσχουν ενεργά.

Συνεπώς, η προβολή και παρουσίαση ενός επεξηγηματικού βίντεο, προσαρμοσμένου στις ανάγκες και στον τρόπο θέασης των μαθητών, πριν το στάδιο διενέργειας του σχεδίου μαθήματος, σε συνδυασμό με την πρακτική εξοικείωση τους με τις κινητές συσκευές και την επαύξηση των δεικτών αναμένεται να καλλιεργήσει την αυτοπεποίθηση και αυτενέργεια των παιδιών και να προσφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Μια ακόμη πρόταση αφορά το σχεδιαστικό κομμάτι της πιλοτικής εφαρμογής και συγκεκριμένα την αντικατάσταση μέρους των λεκτικών στοιχείων του φύλλου εργασίας από αφήγηση. Τα βίντεο, που συνοδεύουν τις εικόνες-δείκτες και ενεργοποιούνται μέσω *Blippar*, αποτελούνται από κείμενο και όχι από αφήγηση, όπως προτείνει ο Mayer στην αρχή του πλεονασμού και της τροπικότητας. Θα ήταν ενδιαφέρον να ενσωματωθεί περισσότερο το κομμάτι της αφήγησης σε συνδυασμό με τα οπτικά στοιχεία και να γίνει επαλήθευση και έλεγχος των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Στο σημείο αυτό, παρατίθενται προτάσεις για μελλοντική έρευνα, με πρώτη την έμπρακτη συνέχεια του σχεδιασμού της πιλοτικής εφαρμογής μέσω της υλοποίησης της σε μαθητές δημοτικού. Συγκεκριμένα, προτείνεται η διεξαγωγή εμπειρικής έρευνας στα πλαίσια και τα δεδομένα του αναλυτικού σχολικού προγράμματος καθώς και η μέτρηση και καταγραφή των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τους συνδυασμούς διερεύνησης που έχουν τεθεί στην παρούσα εργασία.

Παράλληλα, ωφέλιμη θα ήταν τόσο μια συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων πριν και μετά την εφαρμογή του σχεδίου διδασκαλίας σε πραγματικές συνθήκες εκπαίδευσης, όσο και η έρευνα σε δυο διαφορετικά σχέδια μαθήματος. Ειδικότερα, μπορούν να σχεδιαστούν δυο παραπλήσια διδακτικά σενάρια, ένα με τη χρήση

πολυμεσικών στοιχείων και AR και ένα χωρίς τα εργαλεία αυτά. Κατόπιν, αφού ο μαθητικός πληθυσμός χωριστεί σε 2 ομάδες, μπορούν να εφαρμοστούν τα αντίστοιχα σχέδια μαθήματος και να γίνει μέτρηση των αποτελεσμάτων.

Στην πλειονότητα των ερευνών, έντονο ενδιαφέρον συγκεντρώνεται γύρω από τα μαθησιακά αποτελέσματα, τον τρόπο και το σκοπό χρήσης, τα δυνατά και αδύναμα σημεία, τα πεδία εφαρμογής και τον εκάστοτε μεθοδολογικό σχεδιασμό της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας. Ως εκ τούτου, προτείνονται διαφοροποιημένες προτάσεις, οι οποίες απορρέουν από το επιστημονικό πλαίσιο και την βιβλιογραφία.

Διαφαίνεται, αρχικά, η ανάγκη για δημιουργία εφαρμογών AR, στις οποίες δεν θα είναι απαραίτητη η χρήση δείκτη. Η τεχνολογία ενισχυμένης πραγματικότητας έχει σημειώσει μεγάλο πρόοδο και το ερευνητικό ενδιαφέρον θα μπορούσε να στραφεί στη μελέτη και το σχεδιασμό αντίστοιχων εφαρμογών στο πεδίο της εκπαίδευσης, οι οποίες να χρησιμοποιούν φυσικά αντικείμενα του περιβάλλοντος, να αξιοποιούν και να προσαρμόζονται στις διαφορετικές συνθήκες και τα ποικίλα περιβάλλοντα ή ακόμη να λαμβάνουν δεδομένα από την τοποθεσία του χρήστη και να ανιχνεύουν πραγματικά αντικείμενα, αποκαλύπτοντας ψηφιακό και πληροφοριακό περιεχόμενο. Κατ' αυτόν τον τρόπο, αναμένεται οι χρήστες να αντιληφθούν την AR ως πανταχού παρούσα τεχνολογία, να αυξήσουν περισσότερο το ενδιαφέρον τους και να ενισχύσουν την παρατηρητικότητα και τη χωρική αντίληψη τους.

Επιπρόσθετα, μελλοντικές έρευνες μπορούν να μετατοπίσουν το ενδιαφέρον τους από τις Φυσικές Επιστήμες και να ασχοληθούν με την επίδραση της AR στη διδασκαλία των άλλων μαθημάτων του δημοτικού και να αποκαλύψουν τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να ενταχθεί η νέα τεχνολογία συλλογικά στο εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Ανάμεσα στις προτάσεις για μελλοντική συνέχεια συγκαταλέγεται η δημιουργία οδηγού και εργαλείων για την σχεδιαστική δομή και επέκταση των εκπαιδευτικών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί η συμφωνία και συμπόρευση με τους στόχους του Νέου Προγράμματος Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία ώστε η εκπαιδευτική κοινότητα να τηρεί

και να επεκτείνει τους στόχους των σχολικών εγχειριδίων και να ενσωματώσει έμπρακτα τις νέες τεχνολογίες, δημιουργώντας πολυμεσικές εμπειρίες μάθησης.

Τέλος, ιδιαίτερα χρήσιμη καθίσταται η διερεύνηση της επίδρασης της επαυξημένης πραγματικότητας σε ιδιάζουσες συνθήκες και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες του μαθητικού πληθυσμού καθώς και η αξιολόγηση της ευχρηστίας των εκπαιδευτικών λογισμικών AR.

Βιβλιογραφία

Ατσικπάση, Π., Φωκιάδης, Ε. (2016). Επαυξημένη πραγματικότητα, ταμπλέτες και εκπαίδευση. Αποτελέσματα από πιλοτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία στοιχείων των φυτών σε μαθητές του δημοτικού σχολείου. *Θεωρία και έρευνα στις επιστήμες της αγωγής*, τεύχος 13, σσ. 45-60. Ανακτήθηκε στις 5 Νοεμβρίου, 2016, από <http://periodiko.inpatra.gr/issue/issue13/>

Βερυκόκου, Στ. Α. (2013). *Ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας βάσει επίπεδου προτύπου* (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Γεωργίου, Θ., Κάππος, Ι., Λαδιάς, Α., Μικρόπουλος, Α., Τζιμογιάννης, Θ., & Χαλκιά, Κ. (1999). Πολυμέσα-Δίκτυα. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

Δημητριάδης Ν. Σταύρος, (2015). Θεωρίες Μάθησης και Εκπαιδευτικό Λογισμικό. Εκδόσεις: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα.

Δούνας, Θ. (χ.χ). Επάγγελμα Αρχιτέκτων: εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα – Η επέκταση της αρχιτεκτονικής πέρα από τη φυσική πραγματικότητα. Academia. Ανακτήθηκε από <https://rb.gy/xhxqfj>

Εισαγωγή στα πολυμέσα. (Ρρ 17-22) Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα. Ανακτήθηκε από https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2046/1/02_chapter_1.pdf

Επαυξημένη Πραγματικότητα (Κεφάλαιο 10). Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα. Ανακτήθηκε από https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4489/1/02_chapter_10.pdf

Η επαυξημένη πραγματικότητα στην υπηρεσία της χειρουργικής. (2018, 27 Νοεμβρίου). *Euronews*. Ανακτήθηκε από <https://gr.euronews.com/2018/11/26/vostars-xeirourgiki-epafximeni-pragmatikotita>

Θεωρίες Μάθησης. Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα. Ανακτήθηκε από https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2704/1/02_chapter_4.pdf

Καραγιώργη, Γ. & Συμεού, Λ. (2003). Κονστρουκτιβισμός και Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός. *Ενημερωτικό Δελτίο Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*, 3, 29-32

Κασσέτας, Ι. Α. (2009). Ευρωπαϊκές κοινωνίες, υποχρεωτική εκπαίδευση, Χημεία και Φυσική . Προγράμματα Σπουδών Ολλανδίας, Γαλλίας, Ισπανίας. *Πρακτικά του Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*.

Κόκκοτας, Π. (1989). Διδακτική των Φυσικών επιστημών. Αθήνα: Γρηγόρη.

Κόκκοτας, Π. (2002). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος ΙΙ, Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Η Εποικοδομητική Προσέγγιση της Διδασκαλίας και της Μάθησης. Αθήνα: Δαρδανός.

Κορακάκης, Γ. (2009). Αποτελεσματικότητα των Παραμέτρων του Σύγχρονου Εκπαιδευτικού Λογισμικού στη Διδακτική της Χημείας. (Διδακτορική διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα). Ανακτήθηκε από <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/17840#page/1/mode/2up>

Κουλαϊδής, Β. (1994). Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου. Αθήνα: Εκδ. Gutenberg

Κουτρελάκος, Ν. (2012). Η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality) και η χρήση της στο Marketing. Τεχνικές και μέθοδοι ανάπτυξης εφαρμογών A.R. (Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης). Ανακτήθηκε από <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/sdo/mk/2012/KoutrelakosNikolaos/document-1350840462-111721-9251.tkl>

Κουτσαμπάσης, Π. (2015). *Αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων με επίκεντρο τον χρήστη*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/11419/2765>

Κωσταράς, Ν. (2010). Μεθοδολογία αξιολόγησης περιβαλλόντων αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή με έμφαση στις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. (Διδακτορική Διατριβή, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα). Ανακτήθηκε από <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/19058#page/126/mode/2up>

Μουστάκας, Κ., Παλιόκας, Ι., Τσακίρης, Α., Τζοβάρης, Δ. (2015). *Γραφικά και Εικονική Πραγματικότητα*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε από <https://en.calameo.com/read/0030940223adedc692840>

Ντίνος, Σ. (2014). *Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης εννοιών της Μηχανικής, των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο* (Μεταπτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ελλάδα).

Ματσαγγούρας, Η. (1996). *Η εξέλιξη της διδακτικής, Επιστημολογική Θεώρηση*, Αθήνα: Gutenberg

Νικολαΐδης, Δ. (2003). *Επαυξημένη Πραγματικότητα: πολλαπλασιάζοντας τις δυνατότητες των αισθήσεων. Περισκόπιο της Επιστήμης*, 270, 50-61.

ΟΕΔΒ (2013). *Βιβλίο Μαθητή Ε τάξης «Ερευνώ και Ανακαλύπτω»*, Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος», Αθήνα

ΟΕΔΒ (2013). *Βιβλίο Δασκάλου Ε τάξης «Ερευνώ και Ανακαλύπτω»*, Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος», Αθήνα

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2014). *Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο»*, Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. Ανακτήθηκε από <http://repository.edulll.gr/1986>

Παπαχρήστου, Β. (2011). *Αξιολόγηση της Συμβολής της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση*. Σε Αλεξανδρή, Ν., Βλάμος, Π., Δουληγέρης, Χ., Μπελεσιώτης, Β.Σ. (Επιμ.) *3rd Conference on Informatics in Education 2011 Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση* (pp. 2-13). Πειραιάς: Πανεπιστήμιο Πειραιώς. <http://di.ionio.gr/cie/images/documents/cie2011proceedings.pdf>

Πασαλίδου, Χ. (2019). *Σχεδίαση, ανάπτυξη εκπαιδευτικής δραστηριότητας με αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας και διερεύνηση των στάσεων των εκπαιδευτικών*. (Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας). Ανακτήθηκε από <https://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/23191>

Σκουμιός, Μ. (2012). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση (Σημειώσεις). DocPlayer. Ανακτήθηκε από <https://docplayer.gr/4495252-Didaktiki-ton-fysikon-epistimon-stin-protovathmia-ekpaideysi.html>

Σπυριδάκης, Α. (2018). Είναι η Επαυξημένη Πραγματικότητα το μέλλον του Marketing; *Επιχειρώ*. Ανακτήθηκε 21 Μαΐου, 2018, από <https://www.epixeiro.gr/article/86479>

Τεχνικές αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα. Ανακτήθηκε από https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4220/1/02_chapter_9.pdf

Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων (2011). Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο». Φάκελος επιμόρφωσης εκπαιδευτικών. Ανακτήθηκε από <https://rb.gy/1gcxsn>

Χατζηνικήτα, Β., & Χρηστίδου, Β. (2001). Πρακτικο-βιωματική γνώση των μαθητών: Γενικά χαρακτηριστικά. Στο Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Τόμος Α, σελ. 153-188). Πάτρα: ΕΑΠ.

Σέρογλου, Φ. (2006). Φυσικές Επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη. Θεσσαλονίκη: Εκδ. Επίκεντρο.

Τσελφές, Β., (2001). Αλλαγή παραδείγματος στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών; Σε Π. Κόκκοτας, Β. Κουλαϊδής, Ε. Σταυρίδου, Κ. Ραβάνης, Γ. Βλάχος (Επιμ.). *Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα σήμερα* (pp. 47-54).

Αθήνα: Μ.Π. Γρηγόρης

Φωκίδης, Ε., Φωνιαδάκη, Ι. (2017). *Tablets, επαυξημένη πραγματικότητα και γεωγραφία στο δημοτικό σχολείο. Περιοδικό Επιστήμης & Τεχνολογίας*, 12, (3), pp. 7-23.

Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university

students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342.

Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., et al. (2007). Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(3), 243–250. <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-007-0187-7>

Azuma, R. T. (2015). Location-based mixed and augmented reality storytelling. Στο W. Barfield (Ed.), *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality* (pp. 259-276). CRC Press

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

Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, England: Oxford University Press.

Bagley, C. & Hunter, B. (1992). *Restructuring, Constructivism, and Technology: Forging a New Relationship*. *Educational Technology*, 32(7), 22-27. Ανακτήθηκε 28 Απριλίου, 2020, από <https://www.learntechlib.org/p/170777/>.

Baillot, Y., Brown, D., & Julier, S. (2001). *Authoring of physical models using mobile computers*. Proceedings Fifth International Symposium on Wearable Computers (pp. 39–46). <https://doi.org/10.1109/iswc.2001.962094>

Balog, A., Pribeanu, C. & Iordache, D, D. (2007). Augmented Reality in Schools: Preliminary Evaluation Results from a Summer School. *International Journal Social Sciences and Education*, 2(3), 163-166.

Baricevic, D., Lee, C., Turk, M., Hollerer, T., & Bowman, D. A. (2012). A hand-held AR magic lens with user-perspective rendering. *2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 1–10. <https://doi.org/10.1109/ismar.2012.6402557>

Barnes, D. (1976). *From Communication to Curriculum*. Harmondsworth: Penguin.

Baum L., F. (1901). *The Master Key: An Electrical Fairy Tale Founded Upon the Mysteries of Electricity and the Optimism of Its Devotees*. Indianapolis: the Bowen-Merrill Company Publishers.

Bednar, A. K., Cunningham, D., Duffy, T. M. & Perry, J. D. (1992). Theory into practice: How do we link? Στο Duffy, T. M. & Jonassen, D. H. (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction: a conversation* (pp. 17-34), Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

Betsoft Begins Max Quest Promotional Campaign with Unique Magic Mirror Social Experience. (2018, Σεπτέμβριος 2). Ανακτήθηκε από <https://betsoft.com/media/betsoft-begins-max-quest-promotional-campaign-with-unique-magic-mirror-social-experience/>

Billinghurst, M. (2002). *Augmented Reality in Education*. Seattle WA: New Horizons for Learning - Technology in Education.

Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented Reality in the Classroom. *Computer*, 45(7), 56–63. <https://doi.org/10.1109/mc.2012.111>

Bimber, O., & Raskar, R. (2006). Modern approaches to augmented reality. *ACM SIGGRAPH 2006 Courses on - SIGGRAPH '06*, 1–86. <https://doi.org/10.1145/1185657.1185796>

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: David McKay Company.

Brain Power Releases First Augmented Reality Smartglasses to Help People with Autism Increase Social, School, and Job Success. (2017, November 7). Ανακτήθηκε από <https://www.businesswire.com/news/home/20171107006113/en/Brain-Power-Releases-Augmented-Reality-Smartglasses-People>

Bressler, D. M., & Bodzin, A. M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505–517. <https://doi.org/10.1111/jcal.12008>

Brinkman, F. & Boschhuizen, R. (1989). «Preinstructional ideas in biology: a survey in relation with different research methods on concepts of health and energy», in Voorbach, M.T. & Prick, L.G.M., *Teacher education 5, Research and developments in teacher education in the Netherlands*, pp. 75-90.

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

Bronack, S. C. (2011). The Role of Immersive Media in Online Education. *The Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113–117. <https://doi.org/10.1080/07377363.2011.583186>

Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536–544. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.017>

Bybee, R. W. (2013). *Translating the NGSS for Classroom Instruction* (1st ed.). Corwin.

Caarls, J., Jonker, P., Kolstee, Y., Rotteveel, J., & van Eck, W. (2009). Augmented Reality for Art, Design and Cultural Heritage—System Design and Evaluation. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 2009, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2009/716160>

Cai S., Chiang F. K., Wang X. (2013). Using the Augmented Reality 3D Technique for a Convex Imaging Experiment in a Physics Course. *International Journal of Engineering Education*, 29(4), pp. 856-865. Ανακτήθηκε από https://www.academia.edu/4783535/Using_the_Augmented_Reality_3D_Technique_for_a_Convex_Imaging_Experiment_in_a_Physics_Course

Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014). A Case Study of Augmented Reality Simulation System Application in a Chemistry Course. *Computers in Human Behavior*, 37, pp. 31-40

Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented reality: an overview. In *Handbook of augmented reality* (pp. 3-46). Springer, New York, NY.

Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2010). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 51(1), 341–377. <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>

Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, <https://doi.org/10.1109/hicss.1992.183317>

Caudell, T., P. (1995). Introduction to augmented and virtual reality. *Telem manipulator and Telepresence Technologies*, Proc. SPIE 2351, pg 272. doi: 10.1117/12.197320

Cawood, S., & Fiala, M. (2008). *Augmented Reality: A Practical Guide* (1st ed.). Pragmatic Bookshelf.

Cey, T. (2001) Moving towards constructivist classroom. Ανακτήθηκε 19 Φεβρουαρίου, 2002, από <http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/ceyt/ceyt.htm>

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

Chang, Y. J., Chen, C. H., Huang, W. T., & Huang, W. S. (2011). Investigating students' perceived satisfaction, behavioral intention, and effectiveness of English learning using augmented reality. In 2011 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, Barcelona, pp. 1-6 <https://doi.org/10.1109/icme.2011.6012177>

Chen, Y. C., Chi, H. L., Hung, W. H., & Kang, S. C. (2011). Use of tangible and augmented reality models in engineering graphics courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 137(4), pp. 267-276.

Chiang T.H.C, Yang S. J. H., & Hwang G.J. (2014). An Augmented Reality-based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365. Retrieved July 16, 2020, from www.jstor.org/stable/jeductechsoci.17.4.352

Chiu, K.F.T. (2016). Prior Knowledge and Mathematics Different Order Thinking Skills in Multimedia Learning. The University of Hong Kong.

Chiu, T. K. F., & Churchill, D. (2015). Design of learning objects for concept learning: effects of multimedia learning principles and an instructional approach. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1355–1370. <https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1006237>

Cho, K., Kim, H., & Lee, Y. (2016). Augmented Reality Coloring Book with Transitional User Interface. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(20). <https://doi.org/10.17485/jst/2016/v9i20/94692>

Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90(6), 1073–1091. <https://doi.org/10.1002/sc.20164>

Cooperstock, J. R. (2001). The classroom of the future: Enhancing education through augmented reality. Ανακτήθηκε 12 Φεβρουαρίου, 2018, από <http://srl.mcgill.ca/publications/2001-HCI.pdf>

Damala, A., Cubaud, P., Bationo, A., Houlier, P. and Marchal, I. (2008). Bridging the gap between the digital and the physical: design and evaluation of a mobile augmented reality guide for the museum visit. Proceedings of the 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts, ACM Press, New York, p.120-127.

Damala, A., Hornecker, E., van der Vaart, M., van Dijk, D., Ruthven, I. (2016). The Loupe: Tangible Augmented Reality for Learning to Look at Ancient Greek Art. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 16 (5), pp.73 - 85. Doi: 10.5281/zenodo.204970.

Davies, W., & Cormican, K. (2013). An Analysis of the Use of Multimedia Technology in Computer Aided Design Training: Towards Effective Design Goals. *Procedia Technology*, 9, 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.022>

Dede, C. (2009). Augmented Reality Technology Brings Learning to Life. Ανακτήθηκε 27 Μαρτίου, 2017, από <http://www.gse.harvard.edu/news/uk/09/09/augmented-reality-technology-brings-learning-life>

Dekkers, P.J.J.M., & Thijs, G.D. (1998). Making Productive Use of Students' Initial Conceptions in Developing the Concept of Force. *Science Education*, 82(1), 31-51.

Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality, *Journal of Computers in Education*, Vol 1 (No 4), pp. 295–311.

Din, H., & Wu, S. (2014). *Digital Heritage And Culture: Strategy And Implementation* (1st ed.). Wspc.

Di Serio, A., Ibáñez, M. B., & Kloos, C.D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers and education*, 68, pp. 586-596

Driver, R., Guesne, E.T., & Tiberghien, A. (1985). Children's ideas and learning science. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science*, Milton Keynes: Open University Press.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (1999): Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών - Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των Μαθητών (επιμέλεια Π. Κόκκοτας, μετάφραση Μ. Χατζή), εκδ. Τυπωθήτω, Αθήνα.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P., & Mortimer, E. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational researcher*, 23(7), pp. 5–12.

Duffy, T., Jonassen, D. (1992). *Constructivism and the theory of Instruction*. Lawrence Erlbaum Pbl., Hillsdale.

Dunleavy, M., Dede, C. & Mitchell, R. (2009). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18 (1), 7–22. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>

Dunleavy, M., Simmons, B. (2011). Assessing learning and identity in augmented reality science games. In L. Annetta & S. Bronack (Eds.), *Serious educational games assessment* (pp. 221-240). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In M.J. Bishop & J. Elen (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 2, 4th ed., (pp. 735–745). New York: Macmillan.

Dünser, A., & Hornecker, E. (2007). An Observational Study of Children Interacting with an Augmented Story Book. In K. -c. Hui, Z. Pan, R. C. -k. Chung, C. C. L. Wang, X. Jin, S. Göbel, & E. C.-L. Li (Eds.), *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment. Edutainment 2007. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 4469, pp. 305–315). Berlin, Heidelberg: Springer. http://doi.org/10.1007/978-3-540-73011-8_31

Dünser, A., Walker, L., Horner, H., & Bentall, D. (2012). Creating interactive physics education books with augmented reality. In *Proceedings of the 24th Australian computer-human interaction conference* (pp. 107-114). ACM.

Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L. & Adams Becker, S. (2012). *2012 Technology Outlook for Iberoamerican Tertiary Education*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Ανακτήθηκε 15 Ιουλίου, 2020, από <https://www.learntechlib.org/p/182067/>.

Dye A., Jones B., Kismihok G. (2006). *Mobile Learning: The next generation of learning*, NKI Distance Education.

Echeverría, A., Barrios, E., Nussbaum, M., Améstica, M., & Leclerc, S. (2012). The atomic intrinsic integration approach: A structured methodology for the design of games for the conceptual understanding of physics. *Computers & Education*, 59(2),

806-816. Ανακτήθηκε 28 Ιανουαρίου, 2016, από: doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.025

Ertmer, P. A., Addison, P., Lane, M., Ross, E., & Woods, D. (1999). Examining teachers' beliefs about the role of technology in the elementary classroom. *Journal of Research on Computing in Education*, 32(1), pp. 54-72.

Falloon, G. (2013). Young students using iPads: App design and content influences on their learning pathways. *Computers & Education*, 68, pp. 505-521.

Feng, L., Yang, X., & Xiao, S. (2017). MagicToon: A 2D-to-3D creative cartoon modeling system with mobile AR. *Proceedings - IEEE Virtual Reality*, pp. 195–204.

<https://doi.org/10.1109/VR.2017.7892247>

Fernandez, M. (2017). Augmented Virtual Reality: How to Improve Education Systems. *Higher Learning Research Communications*, 7(1), pp. 1-15.

Fidas, C., Sintoris, C., Yiannoutsou, N., & Avouris, N. (2015). A survey on tools for end user authoring of mobile applications for Cultural Heritage, in Proceedings of the 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), Workshop on Mobile Hypermedia Applications for Culture, IEEE: Corfu, Greece.

Fort, M. (1991). Κονστрукτιβισμός: Από το Μαθησιακό στο Παιδαγωγικό Μοντέλο. (Γ. Ζακοπούλου, μετάφρ.). Ευκλείδης Γ', τόμ. 8, τ. 29, σ. 39 – 52.

Fotaris, P., Pellas, N., Kazanidis, I., & Smith, P. (2017, October). A systematic review of Augmented Reality game-based applications in primary education. In *Memorias del XI Congreso Europeo en Aprendizaje Basado en el Juego Graz* (pp. 181-191).

Fraiberg, S. (1959) *The Magic Years*, Scribners, New York.

Frund J., Geiger C., Grafe M., Kleinjohann B. (2001). The Augmented Reality Personal Digital Assistant. Proceedings of International Symposium on Mixed Reality. Los Alamitos, CA:IEEE Press.

Fuhr, Borko., 2011. Handbook of Augmented Reality. New York: Springer

Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M. C., Seguí, I., & Costa, M. (2013). The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game. *Computers & Education*, 64, pp. 24-41.

Geiger, B., Bershadsky, A., Pankov, R., & Yamada, K. M. (2001). *Transmembrane crosstalk between the extracellular matrix and the cytoskeleton*. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 2(11), pp.793–805. doi:10.1038/35099066

Gellert, E. (1962). «Children's conceptions of the content and functions of the human body», *Genetic Psychology Monographs*, 65: 293-405.

Geroimenko, V. (2012). Augmented Reality Technology and Art: The Analysis and Visualization of Evolving Conceptual Models. In proceedings: *16th International Conference on Information Visualization*, pp. 445-453. Montpellier, France: CPS. doi: 10.1109/IV.2012.77

Gilliland, N. (2019). 14 examples of augmented reality brand experiences. *Econsultancy*. Ανακτήθηκε 16 Δεκεμβρίου, 2019 από <https://econsultancy.com/14-examples-augmented-reality-brand-marketing-experiences/>

Guba, E. (1990) The Alternative Paradigm Dialogue. In Guba, E. (Ed.) *The Paradigm Dialogue*. London, Sage.

Hall, C. (2020). Jurassic World Alive: How to play, in-game payments and everything you need to know. *Pocket-Lint*. Ανακτήθηκε 1 Μαρτίου, 2020, από <https://www.pocket-lint.com/games/news/144693-jurassic-world-alive-how-to-play-in-game-payments-and-everything-you-need-to-know>

Hammer, D. (1996). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for education research. *American journal of physics*, 64(10), pp. 1316-1325.

Harlen, W. (2005). *Teaching, learning and assessing science 5-12 (3rd ed)*. London: Thousand Oaks, Calif: Paul Chapman Pub. Ltd ; SAGE Publications

Hein, G. E. (1991). Constructivist learning theory. Paper presented at the ICOM CECA Conference The Museum and the Needs of People, Jerusalem, 15-22 October. Ανακτήθηκε από: <http://www.exploratorium.edu/ifi/resources/research/constructivistlearning.html>

Higgett, N., Chen, Y., & Tatham, E. (2015). A User Experience Evaluation of the use of Augmented and Virtual Reality in Visualising and Interpreting Roman Leicester 210AD (Ratae Corieltavorum). *ATHENS JOURNAL OF HISTORY*, 2(1), 7–22. <https://doi.org/10.30958/ajhis.2-1-1>

Hollister, S. (2019). Here's the US Army version of HoloLens that Microsoft employees were protesting. *The Verge*. Ανακτήθηκε 6 Απριλίου, 2019, από <https://www.theverge.com/2019/4/6/18298335/microsoft-hololens-us-military-version>

How the AR Cloud will transform immersive technology. (2019, August 14). Ανακτήθηκε από <https://www.foundry.com/insights/vr-ar-mr/ar-cloud-immersive-technology>

How augmented reality will make surgery safer - the VOSTARS project. (2019, January 21). *Horizon 2020 - European Commission*. Ανακτήθηκε από <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/how-augmented-reality-will-make-surgery-safer-vostars-project>

Hussain, A., Azeem, M., and Shakoor, A. (2011). Physics Teaching Methods: Scientific Inquiry Vs Traditional Lecture. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(19), pp. 269-276.

Jerry, T., & Aaron, C. (2010). The impact of augmented reality software with inquiry-based learning on students' learning of kinematics graph. *In 2nd International Conference on Education Technology and Computer (ICETC)* (pp. V2-1–V2-5). Shanghai: IEEE.

Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). Simple augmented reality. *In Horizon* (pp. 21–24). Austin, Texas: The New Media Consortium. <http://doi.org/10.1227/01.NEU.0000280154.19237.36>

Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., and Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Jonassen, D. H. (1994) Thinking Technology, *Educational Technology*, 34, 4, pp. 34-37.

Julier, S., Baillot, Y., Lanzagorta, M., Brown, D., Rosenblum, L. (2000). BARS Battlefield augmented reality system. In NATO Symposium on Information Processing Techniques for Military Systems, Istanbul, Turkey.

Kafai, Y. & Resnik, M. (1996) Constructionism in practice: Designing, thinking and learning in a digital world, Mahwah, Lawrence Erlbaum.

Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, pp. 545–556

Kangdon Lee. (2012). Augmented Reality in Education and Training.

Karamanoli, P., Tsinakos, A. (2015). Use of Augmented Reality in terms of creativity in School learning. In proceedings: *14th International Conference on Entertainment Computing, Make2Learn: Workshop of Making as a Pathway to Foster Joyful Engagement and Creativity in Learning*, 30 September – 2 October 2015 (pp. 45-53). Trondheim, Norway.

Kaufmann, H. (2003). Collaborative Augmented Reality in Education. In *Proceedings of Imagina 2003 Conference*, Monaco.

Khan, T., Johnston, K., & Ophoff, J. (2019). The Impact of an Augmented Reality Application on Learning Motivation of Students. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2019, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2019/7208494>

Keller, J. (2004). Laser tracker fits the bill for helicopter augmented-reality system. *Military & Aerospace Electronics*. Volume 15, Issue 5. Ανακτήθηκε 1 Μαΐου, 2004 από <https://www.militaryaerospace.com/home/article/16710535/laser-tracker-fits-the-bill-for-helicopter-augmentedreality-system>

Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). “Making it real”: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual reality*, 10(3-4), pp. 163-174.

Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, pp. 297-302.

Kipper, G., & Rampolla, J. (2013). What is Augmented Reality? Στο *An Emerging Technologies Guide to AR* (pp. 1-27). Waltham: Elsevier Inc.

Kirkley, S. E., & Kirkley, J. R. (2005). Creating next generation blended learning environments using mixed reality, video games and simulations. *TechTrends*, 49(3), pp. 42-53.

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

Klopfer, E., Squire, K., & Jenkins, H. (2002). Environmental detectives: PDAs as a window into a virtual simulated world. In *Wireless and Mobile Technologies in Education, 2002. Proceedings. IEEE International Workshop on* (pp. 95-98). IEEE.

Ko, C. H., Chang, T. C., Chen, Y. H., & Hua, L. H. (2011). The application of augmented reality to design education. In *International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*, pp. 20-24. Springer, Berlin, Heidelberg.

Krevelen, & Poelman, R. (2010). A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. *The International Journal of Virtual Reality*, 9(2), pp. 1-20.

Kucirkova, N., Messer, D., Sheehy, K. & Panadero, C. F. (2014). “Children's engagement with educational iPad apps: Insights from a Spanish classroom”. *Computers & Education*, Vol. 71, pp. 175-184

Larsen, Y., Bucholz, H., Brosda, C., Bogner F. (2012) Evaluation of a portable and interactive augmented reality learning system by teachers (pp. 41-50). In *Augmented Reality in Education. Proceedings of the “Science Center to Go” Workshops. EDEN – 2011 Open Classroom Conference (October 27-29, 2011), Athens, Greece.* Ανακτήθηκε από http://www.sctg.eu/materials/sctgo_proceedings_low.pdf

Layton, D. (2004). Η πρόκληση της τεχνολογίας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. (Δ. Παγώνης, μεταφρ.) Αθήνα: Μεταίχμιο.

Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), pp. 13-21.

Lim, C., & Park, T. (2011). *Exploring the Educational Use of an Augmented Reality* Books.

https://pdfs.semanticscholar.org/8a14/7a668fc4c586ac442b80c357f1b4fb378470.pdf?_ga=2.85552350.610079085.1594810610-1482681760.1594810610

Livingston, M.A, Rosenblum, L.J, Julier S.J, et al. (2002). AN AUGMENTED REALITY SYSTEM FOR MILITARY OPERATIONS IN URBAN TERRAIN. In *Industry Training, Simulation, & Education Conference (I/ITSEC '02)* (December 2-5). Orlando, FL: Proceedings of the Interservice.

Lohnari, T. (2016). Mobile Learning: Revolutionizing education. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 4(3).

Mandernach, B.J. (2009). Effect of Instructor – Personalised Multimedia in the Online Classroom. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 10, 3.

Mangur, V. (2020). 25 Best Augmented Reality Games for Android and . *Thinkmobiles*. Ανακτήθηκε 14 Ιουλίου, 2020, από <https://thinkmobiles.com/blog/best-augmented-reality-games/iOS>

Mannion, S., (2012). “Beyond cool: Making Mobile Augmented Reality Work for Museum Education”. *Museums and the Web 2012*.

Mannion, S. (χ.χ). Augmented Reality and Museums: Beyond the Hype. *Museum-iD*. Ανακτήθηκε από <https://museum-id.com/augmented-reality-museums-beyond-hype-shelley-mannion/>

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

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

Matthews M. R. (2002) Constructivism and Science Education: A Further Appraisal. *Journal of Science Education and Technology* volume 11, pp. 121–134. <https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1023/A:1014661312550>

Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32(1), 1–19.

Mayer, R. E. (1999). *Fifty years of creativity research*. Cambridge: Cambridge University Press

Mayer, R., 2001. *Multimedia Learning*, Cambridge University Press, New York.

Mayer, R. E. (2002). *Multimedia learning. Psychology of Learning and Motivation*, pp. 85–139. doi:10.1016/s0079-7421(02)80005-6

Mayer, R. E. (2005a). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 31-48). New York: Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.004>

Mayer, R. E. (2010a). Applying the science of learning to medical education. *Medical Education*, 44, pp. 543–549.

Mayer, R. E., & Estrella, G. (2014). Benefits of emotional design in multimedia instruction. *Learning and Instruction*, 33, pp. 12-18.

Mastrogiorgaki, M., & Skoumios, M. (2018). Improving the structure of students' arguments through a teaching-learning sequence on Newton's 2nd law. *European Journal of Education Studies*, 5(5), pp. 1-10.

McDermott, L.C., & Redish, E.D. (1999). Resource letter PER-1: Physics education research. *American Journal of Physics*, 67(7), pp. 755-767.

Mekni, M. & Lemieux, A. (2014). Augmented Reality: Applications, Challenges and Future Trends. In *Applied Computational Science* (pp. 205-214). Malaysia.

Melhuish, K. & Falloon, G. (2010). Looking to the future: M- learning with the iPad. *Computers in New Zealand Schools*, 22(3), pp. 1-16.

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

Mine M. R. (1995). *Virtual environment interaction techniques*, science technical report. University of North Carolina. Chapel Hill, NC.

Mintzes, J.J. (1984) «Naïve theories in biology: children's concepts of the human body», *School Science and Mathematics*, 84(7):548-55

Mitchell, B. (2019). Manchester City gets immersive stadium tour with AR, 3D | blooloop. *Blooloop*. Ανακτήθηκε 16 Απριλίου, 2019, από <https://blooloop.com/news/manchester-city-stadium-tour-augmented-reality-immersive-technology/>

Mitchell, R., & DeBay, D. (2012). Get Real: Augmented Reality for the Classroom. *Learning & Leading with Technology*, 40(2), pp. 16-21.

Mizokami, K. (2020). 'Mixed Reality' Goggles Will Give U.S. Army Soldiers Super Vision. *Popular Mechanics*. Ανακτήθηκε 13 Φεβρουαρίου, 2020, από <https://www.popularmechanics.com/military/a30898514/mixed-reality-goggles-army/>

Mödritscher, F. (2006). e-Learning Theories in Practice: A Comparison of three Methods. In *Journal of Universal Science and Technology of Learning*, pp. 3-18.

Moehring M., Lessig C., Bimber O. (2004). Optical Tracking and Video See-Through AR on Consumer Cell Phones. *Proceedings of Workshop on Virtual and Augmented Reality of the GI-Fachgruppe AR/VR, Aachen, Germany: Shaker-Verlag*, pp. 252-253.

Monk, M. & Osborne, J. (2000) (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say*, Open University Press, Buckingham – Philadelphia.

Moreno, R. (2004). Decreasing cognitive load for novice students: Effects of explanatory versus corrective feedback in discoverybased multimedia. *Instructional Science*.

Nachtigall, D. (1992). Was lernen die Schüler im Physikunterricht? *Physikalische Blätter*, Vol. 48, No.3, pp.169-173

Nazir, S. (2019, 9 Ιουλίου). Hands On with Asos' virtual catwalk. Ανακτήθηκε από: <https://www.retailgazette.co.uk/blog/2019/07/hands-asos-virtual-catwalk/>

Nelson, B.C., Ketelhut, D.J., Younsu, K., Foshee, C., Slack, K. (2013). Design Principles for Creating Educational Virtual Worlds In “Emerging Technologies for the Classroom”. In C. Mouza and N. Lavigne (Ed.), p. 205-222. Springer, New York.

NRC. (1997). *Science teaching reconsidered: A handbook*. National Academies Press.

NRC. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.

Papagiannakis, G., Ponder, M., Molet, T., Kshirsagar, S., Cordier, F., Magnenat-Thalmann N., et al. (2002). LIFEPLUS: Revival of life in ancient Pompeii, Virtual Systems and Multimedia. *ResearchGate*.

Pemberton, L., Winter, M. & S. Fallahkhair. (2009). A User Created Content Approach to Mobile Knowledge Sharing for Advanced Language Learners. Proceedings of mLearn 2009, Orlando, Florida, pp. 184-187.

Perkins, D.N. (1991a) Technology meets constructivism: Do they make a marriage? *Educational Technology*, 31, 5, pp. 19-23.

Perry, B. (2015). Gamifying French Language Learning: a case study examining a questbased , augmented reality mobile learning-tool. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, pp. 2308–2315.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.892>

Peters, T.M., Linte, C.A., Yaniv, Z., Williams, J. (2018). *Mixed and Augmented Reality in Medicine (Series in Medical Physics and Biomedical Engineering)*. CRC Press.

Phelan, D. (2017, February 10). Apple CEO Tim Cook: As Brexit hangs over UK, “times are not really awful, there’s some great things happening.” *The Independent | The Independent*. <https://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/features/apple-tim-cook-boss-brexit-uk-theresa-may-number-10-interview-ustwo-a7574086.html>

Piaget, J. (1926). *The language and thought of the child*. London: Kegan Paul, Trench & Trubner.

Plakitsi, K. (2010). Collective curriculum design as a tool for rethinking scientific literacy. *Cultural Studies of Science Education*, 5(3), pp. 577-590.

Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Matilla, P., Guetl, C., Petrovic, V.M. & Jovanovic, K. (2016). “Virtual laboratories for education in science, technology, an engineering: A review”.

Computers and Education, Vol. 95, pp. 309-327

Preece, P. F. W. (1993). *Comment: Cognitive acceleration and science achievement. Journal of Research in Science Teaching, 30(8), pp. 1005-1006.* doi:10.1002/tea.3660300815

Prensky, M. (2001). *Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. On the Horizon, 9(5), 1-6.* doi:10.1108/10748120110424816

PressReader - Beijing (English): 2017-07-13 - Recapturing the Old Summer Palace. (2017, July 13). PressReader. Ανακτήθηκε από <https://www.pressreader.com/china/beijing-english/20170713/281835758750907>.

Μετάφραση από Fujing, Z., επεξεργασία κειμένου Bradshaw, R.

Quinn C., (2000), "mLearning, Mobile, Wireless, In-Your-Pocket Learning", *Linezine*, Fall.

Radu, I. (2012). Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality. *Proceedings of IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), pp. 313-314.*

Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing, 18(6), 1-11.* doi:10.1007/s00779-013-0747-y

Raskar, R., Welch, G., & Fuchs, H. (1998). Spatially augmented reality. *IEEE Workshop on Augmented Reality*, pp. 11-20

Researchers at ESA Develop Augmented Reality Headset for Medical Diagnosis. (2012, 6 Φεβρουαρίου). SciTechDaily. Ανακτήθηκε από <https://scitechdaily.com/researchers-at-esa-develop-augmented-reality-headset-for-medical-diagnosis/>

Rhoneck von C., (1992). Schwierigkeiten beim Verstehen von Physik. *Physikalische Blätter, Vol.48, No.3, pp.177-180*

Roth, W. (1995). Affordances of computers in teacher-student interactions: The case of Interactive Physics. *Journal of Research in Science Teaching, 32, pp. 329-347.*

Rowlands, S., Graham, T., & Berry, J. (1999). Can we speak of alternative frameworks and conceptual change in mechanics? *Science and Education*, 8 (3), pp. 241-271.

Rubino, I., Xhembulla, J., Martina, A., Bottino, A., & Malnati, G. (2013). *MusA: Using Indoor Positioning and Navigation to Enhance Cultural Experiences in a Museum*. *Sensors*, 13(12), pp. 17445–17471. doi:10.3390/s131217445

Sarto, D. (2019, September 5). Snap Releases Lens Studio 2.1 Update. *Animation World Network*. <https://www.awn.com/news/snap-releases-lens-studio-21-update>

Saxler, J. (1992). *Problemorientiertes und entdeckendes Lernen in der Physik*. Westarp Wissenschaften, Essen

Schmidkunz, S. & Lindemann, H. (1992). *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren*. Magdeburg, Germany: Westarp Wissenschaften

Schrier, L. K. (2005). *Revolutionizing History Education: Using Augmented Reality Games to Teach Histories*. Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology.

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*, pp. 1-8. IEEE.

Sheng, B., Xia, L., Li, P., & Shen, R. (2015). Potential for Augmented Reality in Education: An Overview. *EAI Endorsed Transactions on Future Intelligent Educational Environments*, 1(2), e2.

Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2002). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics)* (1st ed.). Morgan Kaufmann.

Sillitoe, B. (2019). Toyota experiments with augmented reality in car showrooms. *Essential Retail*. Ανακτήθηκε 22 Φεβρουαρίου, 2019 από <https://www.essentialretail.com/news/toyota-augmented-reality-in-car/>

Silva, D. A. S. E., & Sutko, D. M. (2009). *Digital Cityscapes: Merging Digital and Urban Playspaces (Digital Formations)* (First printing ed.). Peter Lang Inc., International Academic Publishers.

Silva, E. (2009). Measuring skills for 21st-century learning. *Phi Delta Kappan*, 90 (9), pp. 630-634

Sin, A. K., & Zaman, H. B. (2010). Live solar system (LSS): Evaluation of an augmented reality book-based educational tool. *Proceedings of the International Symposium in Information Technology (ITSim), 2010*, pp. 1-6. Kuala Lumpur: IEEE.

Smith, L.P. & Ragan, J.T. (2004). *Instructional Design.*(3d Ed). Hoboken, NJ: Wiley

Sorden, S. D. (2013). *The cognitive theory of multimedia learning*. In B. J. Irby, G. Brown, R. Lara-Alecio, & S. Jackson (Eds.), *The handbook of educational theories* (p. 155–167). IAP Information Age Publishing.

Squire, K., & Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *The Journal of The Learning Sciences*, 16(3), pp. 371-413.

Squire, K. D., & Jan, M. (2007). Mad City Mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of science education and technology*, 16(1), pp. 5-29.

Steinberg, R.N., & Sabella, M.S. (1997). Performance on multiple-choice diagnostics and complementary exam problems. *The Physics Teacher*, 35(3), pp. 150-155.

Sterling, B. (2009, September 15). Augmented Reality: an actual AR business announcement. *Augmented Reality: An Actual AR Business Announcement | WIRED*. Ανακτήθηκε από <https://www.wired.com/2009/09/augmented-reality-an-actual-ar-business-announcement/>

Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. *Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I on - AFIPS '68 (Fall, Part I)*, pp. 757–764. <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>

Sutton, C. (2007). Οι λέξεις, οι φυσικές επιστήμες και η μάθηση. Σε Π. Κόκκοτας, *Οι Φυσικές Επιστήμες στο σχολείο του μέλλοντος*. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Taber, K. S. (2015). Alternative conceptions/frameworks/misconceptions. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 37-41). Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag.

Team, A. (2019, April 25). *3 Different Types of Augmented Reality (AR)*. Assemblr Blog. <https://blog.assemblrworld.com/3-different-types-of-marker/>

Thon, S., Serena-Allier, D., Salvetat, C., & Lacotte, F. (2013). Flying a drone in a museum: An augmented-reality cultural serious game in Provence. In 2013 Digital Heritage International Congress (Vol. 2, pp. 669–676).

Trumper, R. (1993). Children's energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education*, 15(2), pp. 139–148. <https://doi.org/10.1080/0950069930150203>

Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), pp. 205-221.

Vlahakis, V., Karigiannis, J., Tsotros, M., Gounaris, M., Almeida, L., Stricker, D., Gleue, T., Christou, I.T., Carlucci, R., Ioannidis, N. (2001). ARCHEOGUIDE : first results of an augmented reality, mobile computing system in cultural heritage sites. In Conference on Virtual Reality, Archeology, and Cultural Heritage. (pp. 131-140). Ανακτήθηκε από <http://doi.org/10.1145/584993.585015>

Vlahakis, V., Ioannidis, N., Karagiannis, J., Tsotros, M., Gounari, M. (2002). Archeoguide: An augmented reality guide for archaeological sites. *IEEE Computer Graphics and Applications* 22, no. 5: pp. 52-60. doi: 10.1109/MCG.2002.1028726

Wagner D., Schmalstieg D. (2003). First Steps towards Handheld Augmented Reality. Proceedings of International Conference on Wearable Computers, Los Alamitos, CA: IEEE Press, pp. 127-137.

Wagenschein, M. (1988). Naturphänomene sehen und verstehen - Genetische Lehrgänge. 2te Auflage, Klett, Stuttgart.

Wandersee, J., Mintzes, & Novak, D. (1994). Research in Alternative Conceptions in Science: Part II Learning. *Handbook of research on science teaching and learning*, pp. 171–210.

Wasko, C. (2013). What teachers need to know about augmented reality enhanced learning environments. *TechTrends*, 57(4), pp. 17-21.

Weegar, M. & Pacis, D. (2012), A Comparison of Two Theories of Learning -- Behaviorism and Constructivism as applied to Face-to-Face and Online Learning. National University San Diego, CA, USA. <https://www.g-casa.com/conferences/manila/papers/Weegar.pdf>

White, S., Lister, L., Feiner, S. (2007). Visual Hints for Tangible Gestures in Augmented Reality in Proc. IEEE ISMAR, Nara, Japan, 2007, pp. 47-50.

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, pp. 41–49. doi:10.1016/j.compedu.2012.10.024

Yu, D., Jin, J. S, Luo, S., Lai, W. & Huang, Q. (2010). A useful visualization technique: A literature review for augmented reality and its application, limitation & future direction. *Visual Information Communication*. Springer, pp. 311–337.

Yuen, S. C. Y., 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).

Yoon, S. A., Elinich, K., Wang, J., & Schooneveld, J. G. Van. (2012). Augmented reality in the science museum: lessons learned in scaffolding for conceptual and cognitive learning. In *IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*, pp. 205–212.

Yoon, S. A., & Wang, J. (2014). Making the Invisible Visible in Science Museums Through Augmented Reality Devices. *TechTrends*, 58(1), pp. 49–55. <http://doi.org/10.1007/s11528-013-0720-7>

Zellermayer, M., Salomon, G., Globerson, T., & Givon, H. (1991). Enhancing related metacognitions through a computerised Writing-Partner, *American Educational Research Journal*, 28, 2, pp. 373-391.

Zhang, Z. (2012). Microsoft Kinect sensor and its effect. *In IEEE MultiMedia* 2012, 19(2), pp. 4-10.

Ιστοσελίδες:

<https://www.augmented.city/>
<https://www.vostars.eu/>
<http://arnatomy.mynmi.net/>
<https://www.augmedics.com/>
<http://www.father.io/>
<https://iwrite.gr/magical-books/>
<https://www.livebooks.gr/>
<https://www.commonsemmedia.org>
<https://www.apple.com/ios/app-store/>
<https://play.google.com/store?hl=el>
<https://anoixtosxoleio.weebly.com/>
<http://www.pi-schools.gr/>
<https://repository.kallipos.gr>
<https://en.savefrom.net/18/>
<https://gr.pinterest.com/>

Ψηφιακά εργαλεία:

<https://crosswordlabs.com/>
<https://pixlr.com/gr/>
<https://www.vecteezy.com/>
<https://www3.lunapic.com/editor/>
<https://www.jigsawplanet.com/>
https://www.google.com/intl/el_gr/forms/about/
<https://canvas.gr/>
<https://sketchfab.com/>
<https://all-free-download.com/free-vectors/>