ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Χρήση της εικονικής πραγματικότητας στις μεθόδους εκπαίδευσης

Διπλωματική Εργασία

Σαββόπουλος-Βασιλόπουλος Γεώργιος

Επιβλέπουσα: Τσαλαπάτα Χαρίκλεια

Βόλος 2021

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

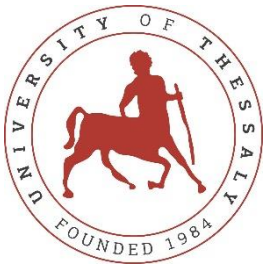
Χρήση της εικονικής πραγματικότητας στις μεθόδους εκπαίδευσης

Διπλωματική Εργασία

Σαββόπουλος-Βασιλόπουλος Γεώργιος

Επιβλέπουσα: Τσαλαπάτα Χαρίκλεια

Βόλος 2021



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

Use of virtual reality in teaching methods

Diploma Thesis

Savvopoulos – Vasilopoulos Georgios

Supervisor: Tsalapata Harikleia

Volos 2021

Εγκρίνεται από την Επιτροπή Εξέτασης:

Επιβλέπουσα	**Τσαλαπάτα Χαρίκλεια** Μέλος Ε.ΔΙ.Π., Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Μέλος	**Ασπασία Δασκαλοπούλου** Επίκουρος Καθηγήτρια, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Μέλος	**Σταμούλης Γεώργιος** Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ημερομηνία έγκρισης: 16-07-2021

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία 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. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο Δηλών

Σαββόπουλος-Βασιλόπουλος Γεώργιος
16/7/2021

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση μπορεί να θεωρηθεί ως μία από τις φυσικές εξελίξεις της υποβοηθούμενης από υπολογιστή διδασκαλίας ή της κατάρτισης μέσω υπολογιστή. Η χρήση υπολογιστών ως εκπαιδευτικών βοηθημάτων έχει μακρά ιστορία από τις αρχές της δεκαετίας του 1950. Οι σοβαρές μελέτες ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1960. Από την έλευση του μικροϋπολογιστή το 1977, οι υπολογιστές, ιδίως οι μικροϋπολογιστές ή οι προσωπικοί υπολογιστές, έχουν γίνει ένα αναπτυσσόμενο και αναγνωρισμένο σύστημα παράδοσης για πολλές μορφές εκπαίδευσης. Η εικονική πραγματικότητα, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλους τους τύπους υπολογιστών, ακολούθησε αυτήν την τάση. Στην εκτενή βιβλιογραφία της εφαρμογής της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση και την κατάρτιση, απαριθμείται ένα ευρύ πλήθος άρθρων και αναφορών, που χρονολογείται από το 1989. Οι λόγοι για τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας μπορούν να αντιστοιχούν σε όλους τους λόγους που κάποιος θα χρησιμοποιούσε μια δισδιάστατη, υποβοηθούμενη από υπολογιστή προσομοίωση οδηγιών. Σε κάθε επίπεδο εκπαίδευσης, η εικονική πραγματικότητα έχει τη δυνατότητα να κάνει τη διαφορά, να οδηγήσει τους μαθητές σε νέες ανακαλύψεις, να τους παρακινήσει, να τους ενθαρρύνει και να τους ενθουσιάσει. Ο μαθητής μπορεί να συμμετάσχει στο μαθησιακό περιβάλλον με την αίσθηση της παρουσίας, ότι είναι μέρος του περιβάλλοντος. Οι λόγοι για τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση και την κατάρτιση σχετίζονται ιδιαίτερα με τις δυνατότητές της. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί βιβλιογραφικά η εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας στις μεθόδους διδασκαλίας προκειμένου να καταγραφούν οι εφαρμογές της, να καταγραφούν πιθανά προβλήματα στην υιοθέτησή της και να καταγραφούν εμπειρίες χρηστών.

Λέξεις Κλειδιά: Εικονική Πραγματικότητα, Διδασκαλία, Νέες Τεχνολογίες, Εκπαίδευση

ABSTRACT

The use of virtual reality in education can be considered as one of the natural developments of computer-assisted teaching or computer training. The use of computers as teaching aids has a long history since the early 1950s. Serious studies began in the early 1960s. Since the advent of the microcomputer in 1977, computers, especially microcomputers or personal computers, have become a developing and recognized delivery system for many forms of education. Virtual reality, which can be used on all types of computers, has followed this trend. The extensive literature on the application of virtual reality in education and training lists a wide range of articles and reports dating back to 1989. The reasons for using virtual reality can correspond to all the reasons one would use a two-dimensional, computer-assisted instruction simulation. At every level of education, virtual reality has the potential to make a difference, lead students to new discoveries, motivate, encourage and excite them. The student can participate in the learning environment with the sense of presence, that he is part of the environment. The reasons for using virtual reality in education and training are particularly related to its capabilities. The purpose of this paper is to bibliographically study the application of virtual reality in teaching methods in order to record its applications, to record possible problems in its adoption and to record user experiences.

Keywords: Virtual Reality, Teaching, New Technologies, Education

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ..... *xi*

ABSTRACT ..... *xiii*

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ..... *xv*

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ..... *xvii*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ..... *1*

ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ *1*

1.1 Εισαγωγή **1**

1.2 Ορισμοί εικονικής πραγματικότητας **2**

1.3 Ιστορία της εικονικής πραγματικότητας **3**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ..... *8*

Η ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ *8*

2.1 Εισαγωγή **8**

2.2 Βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Ε.Π. **10**

2.3 Είδη της τεχνολογίας Ε.Π. **11**

2.4 Εργαστήρια Ε.Π.: πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα **12**

2.5 Η τεχνολογία της Ε.Π. και η ένταξή της στην εκπαίδευση με τη χρήση προσομοίωσης και παιχνιδιού **16**

2.6 Προβλήματα στην εκπαίδευση και η ανάγκη χρήσης της Ε.Π. **18**

2.6.1 Προβλήματα εκπαιδευτικής διαδικασίας 18

2.6.2 Ευκαιρίες εικονικής πραγματικότητας 20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ..... *23*

ΕΝΕΡΓΗ ΜΑΘΗΣΗ – ΜΑΘΗΣΗ ΜΕ ΔΡΑΣΗ *23*

3.1 Η έννοια της ενεργούς μάθησης **23**

3.2 Βασικές αρχές ενεργούς μάθησης **23**

3.3 Κατασκευαστικό πλαίσιο ενεργούς μάθησης **25**

3.4 Στρατηγικές ενεργούς μάθησης **26**

3.4.1 Τεχνική ερώτησης και απάντησης 26

3.4.2 Επιδείξεις στην τάξη 26

3.4.3 Καταιγισμός ιδεών (brainstorming) 27

3.4.4 Διαγώνισμα ενός λεπτού 27

3.4.5 Σκέψου-Συνεργάσου-Μοιράσου 27

3.4.6 Σύντομες περιπτώσεις / σενάρια 28

3.4.7 Συζητήσεις 28

3.5 Οφέλη ενεργούς μάθησης – βιβλιογραφική ανασκόπηση 28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 31

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ Ε.Π. ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ.....31

4.1 Εκπαίδευση μέσω εφαρμογών Ε.Π. 31

4.2 Η Ε.Π. στην εξ΄ αποστάσεως εκπαίδευση.....32

4.3 Εκπαιδευτικά παιχνίδια και Ε.Π. 35

4.4 Εμπόδια εφαρμογής της Ε.Π. στην εκπαίδευση 39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 42

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ Ε.Π. ΣΤΗ ΔΙΑΔΑΣΚΑΛΙΑ 42

5.1. Η διδασκαλία του κύκλου του νερού με Ε.Π 42

5.2. Διδασκαλία των μαθηματικών με χρήση Ε.Π. 46

5.2. Εφαρμογή της Ε.Π. στη δευτεροβάθμια εκπαίδευσης 54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 64

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....64

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....69

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Εφαρμογή NEWTON Project Water Cycle in Nature. Πηγή: (Bogusevschi et al., 2020) 46

Εικόνα 2. Επαυξημένη πραγματικότητα με τη χρήση ενός δείκτη και της αναγνώρισης εικόνας. Πηγή: (Estapa & Nadolny, 2015).....49

Εικόνα 3. Αλληλεπίδραση μαθητών με ψηφιακό περιεχόμενο. Πηγή: (Estapa & Nadolny, 2015). 52

Εικόνα 4. Δείγμα σελίδας με αλληλεπίδραση AR. Πηγή: (Estapa & Nadolny, 2015). 53

Εικόνα 5. Ένα από τα δωμάτια VR. Πηγή (Southgate et al., 2019). 60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

1.1 Εισαγωγή

Η εικονική πραγματικότητα παρουσιάστηκε στον τύπο ως μέσο, όπως είναι το τηλέφωνο ή η τηλεόραση. Αυτό το νέο μέσο συνήθως ορίζεται με όρους μιας συγκεκριμένης συλλογής τεχνολογικού υλικού -συμπεριλαμβανομένων των υπολογιστών- δηλαδή οθόνες, ακουστικά και γάντια ανίχνευσης κίνησης. Η εστίαση της εικονικής πραγματικότητας είναι συνεπώς τεχνολογική και όχι βιωματική (Held & Durlach, 1992).

Η θέση της εικονικής πραγματικότητας συνεπάγεται μια συλλογή μηχανών. Μια τέτοια ιδέα μπορεί να είναι χρήσιμη διότι παρέχει στους πελάτες ένα σημαντικό στοιχείο εργαλείου μάρκετινγκ. Πράγματι, ο όρος Εικονική Πραγματικότητα - Ε.Π. (Virtual Reality - VR) δημιουργήθηκε το 1989 από τον Jaron Lanier, διευθύνοντα σύμβουλο της VPL Research, Inc (Eschenbrenner et al., 2008).

Οι ορισμοί της εικονικής πραγματικότητας είναι σε μεγάλο βαθμό προβληματικοί καθώς δεν παρέχουν το απαραίτητο εννοιολογικό πλαίσιο που να καλύπτει πλήρως όλες τις λειτουργίες, τις χρήσεις και τις δυνατότητες που προσφέρει η εικονική πραγματικότητα, αλλά και την ίδια τη φύση της (Driscoll, 2012).

Θεωρητικά, αυτές οι ανεπάρκειες εκδηλώνονται με τρεις τρόπους. Πρώτον, συγκεκριμένοι ορισμοί δείχνουν ότι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό στην αναγνώριση ενός Ε.Π. συστήματος είναι η παρουσία ή απουσία του απαιτούμενου συμπληρώματος της τεχνολογίας Ε.Π. Με άλλα λόγια, ένα δεδομένο σύστημα ταξινομείται αυθαίρετα ως εικονικό ή όχι, ανάλογα με το εάν περιλαμβάνει έναν ελάχιστο κορμό συγκεκριμένων μηχανών. Δεύτερον, ένας τέτοιος ορισμός δεν παρέχει σαφή εννοιολογική μονάδα για την ανάλυση της εικονικής πραγματικότητας. Ένα τρίτο σχετικό πρόβλημα είναι η έλλειψη θεωρητικών διαστάσεων κατά την οποία ετησίως η εικονική πραγματικότητα μπορεί να ποικίλει. Όλα τα συστήματα που πληρούν τις βασικές απαιτήσεις υλικού είναι Ε.Π. και όλοι οι άλλοι δεν είναι Ε.Π. (Delialioglu, 2012). Ωστόσο, από την αρχική αυτή ταξινόμηση έχει δημιουργηθεί ένας τέτοιος διχοτομικός ορισμός που δεν προσφέρει καμία απολύτως πρόταση για το πώς τα συστήματα που ταξινομούνται ως μη εικονικά μπορεί να μοιάζουν

με εκείνα που είναι εικονικά. Επίσης δεν αποσαφηνίζεται το πώς διαφέρουν τα ατελή συστήματα Ε.Π. από τα ολοκληρωμένα (Driscoll, 2012).

Ελλείψει σαφούς θεωρητικής προσέγγισης ως προς τον ορισμό της εικονικής πραγματικότητας φαίνεται πως είναι δύσκολο να αναδειχθούν και από την κοινωνική επιστήμη και έρευνα οι ομοιότητες και οι διαφορές μεταξύ των διαφόρων συστημάτων Ε.Π. ή η εξέταση της εικονικής πραγματικότητας σε σχέση με τα άλλα μέσα.

Μια πιθανώς πιο αποτελεσματική λύση ως προς τον ορισμό της εικονικής πραγματικότητας θα ήταν να εγκαταλείψουμε την επιδίωξη της διατύπωσης ενός απόλυτα πλήρους ορισμού και θεωρητικά τεκμηριωμένου που να καλύπτει όλες τις πλευρές του φαινομένου (Sheridan, 1992).

Αυτή η προσέγγιση της εικονικής πραγματικότητας θα παρέχει μια συγκεκριμένη μονάδα ανάλυσης για την εικονική πραγματικότητα και ένα σύνολο από τις διαστάσεις πάνω στις οποίες η εικονική πραγματικότητα μπορεί να ποικίλει (Sheridan, 1992).

1.2 Ορισμοί εικονικής πραγματικότητας

Οι δημοφιλείς ορισμοί της εικονικής πραγματικότητας κάνουν αναφορά σε ένα συγκεκριμένο τεχνολογικό σύστημα, το οποίο περιλαμβάνει συνήθως έναν υπολογιστή ικανό να δημιουργήσει σε πραγματικό χρόνο animation, που ελέγχεται από ένα σύνολο ενσύρματων στοιχείων και μια θέση tracker χρησιμοποιώντας μια στερεοφωνική οθόνη για οπτική έξοδο. Ένας τέτοιος ορισμός είναι ο ακόλουθος: «Η Εικονική Πραγματικότητα είναι ηλεκτρονικές προσομοιώσεις των στοιχείων που βιώνουν μέσω μιας τοποθετημένης οθόνης που έχει το ρόλο του ματιού και οδηγεί τον χρήστη να βιώνει τρισδιάστατες καταστάσεις οι οποίες μοιάζουν ρεαλιστικές» (Eschenbrenner et al., 2008).

Ένας άλλος ορισμός εστιάζει στην εικονική πραγματικότητα ως ένα περιβάλλον προσομοιωμένο στην πραγματικότητα που φέρει ταυτόχρονα ηχητικά και οπτικά δεδομένα και ίνες (Sheridan, 1992).

Γενικά οι δημοφιλείς ορισμοί για την εικονική πραγματικότητα ποικίλλουν αρκετά, όμως όλοι εστιάζουν στην έννοια της προσομοίωσης των περιβαλλόντων αυτών στην πραγματικότητα και στο ρεαλισμό. Πολλοί είναι οι αντιληπτικοί παράγοντες οι οποίοι συμβάλλουν στη δημιουργία αυτής της αίσθησης, συμπεριλαμβανομένης της εισόδου από μερικά ή όλα τα αισθητήρια κανάλια, καθώς και από αντιληπτικές και άλλες

διανοητικές διαδικασίες που αφομοιώνουν το εισερχόμενο στοιχείο (Held & Durlach, 1992).

Τα παραπάνω οδηγούν στην έννοια της τηλεπαρουσίασης η οποία αφορά στην έκταση που αισθάνεται κανείς στο μεσολαβητικό περιβάλλον και όχι στο άμεσο φυσικό περιβάλλον. Με άλλα λόγια, η παρουσία αναφέρεται στη φυσική αντίληψη ενός ατόμου για το περιβάλλον, ενώ η τηλεπαρακολούθηση αναφέρονται στη μεσολαβούμενη αντίληψη ενός περιβάλλοντος. Αυτό το περιβάλλον μπορεί να είναι είτε χρονικά ή χωρικά πραγματικό περιβάλλον. Οι όροι του τηλεχειρισμού και της εικονική πραγματικότητας δεν ταυτίζονται μεταξύ τους σύμφωνα με τους ερευνητές (Delialioglu, 2012).

1.3 Ιστορία της εικονικής πραγματικότητας

Η ιδέα της εικονικής πραγματικότητας χρονολογείται από τη δεκαετία του 1930, όταν στο "Πύγκαλινο 's Spectacles", μια ιστορία που γράφτηκε από τον συγγραφέα επιστημονικής φαντασίας Stanley G. Weinbaum, παρουσιάστηκε η ιδέα ενός ζευγαριού γυαλιών που επιτρέπουν στον χρήστη να βιώνει έναν φανταστικό κόσμο μέσω ολογραφικών - τρισδιάστατων εικόνων που δημιουργούνται με φωτογραφική προβολή, γεύση, οσμή και αφή. Η περιγραφή της εμπειρίας του Stanley για όσους φορούν τα γυαλιά είναι αναμφίβολα όπως η σύγχρονη και αναδυόμενη εμπειρία της εικονικής πραγματικότητας, καθιστώντας τον ίδιο δημιουργική έμπνευση για τον τομέα (Mazuryk & Gervautz, 1996).

Στα μέσα της δεκαετίας του 1950, ο κινηματογράφος Morton Heilig ανέπτυξε το Sensorama, το οποίο ήταν ένα από τα παλαιότερα γνωστά παραδείγματα της εμβληματικής, πολυαισθητηριακής (τώρα γνωστής ως πολυτροπικής) τεχνολογίας. Ήταν μια μηχανική συσκευή που περιλάμβανε στερεοφωνικά ηχεία, στερεοσκοπική οθόνη, ανεμιστήρες, γεννήτριες μυρωδιών και μια δονητική καρέκλα (Boas, 2013).

Το 1960, η Telesphere Mask της Heilig έγινε η πρώτη οθόνη VR (HMD), η οποία παρέχει στερεοσκοπική 3D και ευρεία όραση με στερεοφωνικό ήχο. Το 1961, δύο μηχανικοί της Philco Corporation (Comeau και Bryan) ανέπτυξαν το Headsight, ένα τηλεοπτικό σύστημα παρακολούθησης ενσωματωμένο με μαγνητική παρακολούθηση κίνησης που συνδέεται με μια κλειστή κυκλική κάμερα και μια οθόνη βίντεο. Το Headsight αναπτύχθηκε για να επιτρέψει την εντυπωσιακή προβολή μιας απρόβλεπτης κατάστασης από τους στρατιωτικούς, αλλά δεν αναπτύχθηκε στην πραγματικότητα για εφαρμογές εικονικής

πραγματικότητας (Mazuryk & Gervautz, 1996). Το Headsight ήταν το πρώτο βήμα στην εξέλιξη των οθονών VR, αλλά η ενσωμάτωση της παραγωγής υπολογιστών και εικόνων δεν είχε ακόμη συμπεριληφθεί.

Το 1965, ο Ivan Sutherland ανέπτυξε το Ultimate Display, ένα σύστημα HMD που θα μπορούσε να προσομοιώσει την πραγματικότητα μέχρι το σημείο που δεν θα μπορούσε κανείς να πει τη διαφορά μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού κόσμου. Η ιδέα του Sutherland περιλάμβανε έναν εικονικό κόσμο ο οποίος θα μπορούσε να προβληθεί μέσω μιας προβολής τοποθετημένης στο κεφάλι και φαινόταν ρεαλιστικός μέσω του 3D ήχου και της ανάδρασης. Το υλικό του υπολογιστή χρησιμοποιήθηκε για να δημιουργήσει την εικονική λέξη και να τη διατηρήσει σε πραγματικό χρόνο και οι χρήστες μπορούσαν να αλληλοεπιδρούν με αντικείμενα στον εικονικό κόσμο με ρεαλιστικό τρόπο (Gigante, 1993).

Το 1968, ο Σάδερλαντ, μαζί με τον μαθητή του Bob Sproull, ανέπτυξαν το Sword of Damocles, την πρώτη συσκευή AR / VR, η οποία χαρακτηριζόταν από μια οθόνη προβολής που κρεμόταν από το ταβάνι. Ωστόσο, αυτή η τεχνολογία ήταν πιο κοντά στην εικονική τεχνολογία από την τεχνολογία που επεκτάθηκε (Sherman & Craig, 2018).

Το 1969, ένας καλλιτέχνης ηλεκτρονικών υπολογιστών εικονικής πραγματικότητας, Myron Krueger, που σήμερα θεωρείται ένας από τους πρώτους γενικούς ερευνητές εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, ανέπτυξε μια σειρά εμπειριών που ονομάζονταν τεχνητή πραγματικότητα, στην οποία ανέπτυξε περιβάλλον που αντιδρούσε στους ανθρώπους (Mazuryk & Gervautz, 1996). Τα έργα του ήταν Glowflow, Metaplay και Psychic Space και οδήγησαν στην ανάπτυξη της τεχνολογίας Videoplace. Σκοπός αυτής της τεχνολογίας ήταν να δοθεί η δυνατότητα στους ανθρώπους να επικοινωνούν μεταξύ τους σε ένα ευαίσθητο περιβάλλον που παράγεται από υπολογιστή παρά το γεγονός ότι βρίσκονται σε απόσταση μιλίων.

Ακόμη και μετά από αρκετές αλλαγές στην ανάπτυξη της εικονικής πραγματικότητας, το όνομα δεν χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει το πεδίο μέχρι που ο Jaron Lanier, ιδρυτής του Visual Programming Lab (VPL), δημιούργησε τον όρο «εικονική πραγματικότητα» το 1987. Η Lanier, μέσω της VPL Research, ανέπτυξε μια σειρά εργαλείων εικονικής πραγματικότητας που περιλάμβαναν την οθόνη DataGlove και EyePhone, η οποία ήταν σημαντική εξέλιξη στον τομέα της εικονικής πραγματικότητας (Boas, 2013).

Το 1974, ο Myron Krueger ανέπτυξε ένα σύστημα προβολής και κάμερες βίντεο που ονομάζεται Videoplace, το οποίο παράγει σκιές σε μια οθόνη. Έδειξε την ικανότητα να είναι σε ένα διαδραστικό περιβάλλον για τους χρήστες. Το 1990, ο όρος "Αυξημένη Πραγματικότητα" σχεδιάστηκε από τον Tom Caudell, ερευνητή της Boeing. Στη συνέχεια, το 1992, ο Louis Rosenburg, από το Κέντρο Έρευνας Πτήσεων Armstrong των Ηνωμένων Πολιτειών, δημιούργησε το πρώτο λειτουργικό ρομποτικό σύστημα AR, το οποίο ονόμασε Εικονικά Προγράμματα. Αυτό ήταν γνωστό ως πρόωρη έκδοση των σημερινών συσκευών AR (Sherman & Craig, 2018).

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, οι συσκευές εικονικής πραγματικότητας ήταν εμπορικά διαθέσιμες, αλλά η τεχνολογία ήταν ακόμη πολύ ακριβή για τους περισσότερους ανθρώπους. Η εταιρεία Virtuality Group με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο ξεκίνησε σειρά παιχνιδιών και μηχανών arcade με τα οποία οι παίκτες θα μπορούσαν να φορέσουν ένα σύνολο γυαλιών VR και να παίξουν σε μηχανές τυχερών παιχνιδιών με ενσωματωμένα στερεοσκοπικά 3D γραφικά σε πραγματικό χρόνο. Το 1992, το "The Lawnmower Man", ταινία δράσης-φρίκης επιστήμης-φαντασίας που σκηνοθέτησε ο Brett Leonard, εισήγαγε την έννοια της εικονικής πραγματικότητας σε ένα ευρύτερο κοινό. Ένα μέρος της ταινίας βασίστηκε στον Jaron Lanier, τον ιδρυτή της εικονικής πραγματικότητας, και τα πρώτα εργαστηριακά του έργα (Sherman & Craig, 2018). Ο πραγματικός εξοπλισμός εικονικής πραγματικότητας από τα ερευνητικά εργαστήρια της VPL χρησιμοποιήθηκε στην ταινία και ο σκηνοθέτης Brett Leonard μοιράστηκε ότι έδωσε έμπνευση από εταιρείες όπως το VPL.

Το 1993, η Sega ανακοίνωσε τα ακουστικά Sega VR για την κονσόλα Sega Genesis στο Consumer Electronics Show. Το πρωτότυπο του ακουστικού είχε συσκευή παρακολούθησης κεφαλής με στερεοφωνικό ήχο και οθόνη LCD. Η Sega σκόπευε να κυκλοφορήσει το προϊόν σε τιμή περίπου 200 δολαρίων το 1993, η οποία ισοδυναμούσε με 322 δολάρια το 2015. Ωστόσο, λόγω τεχνικών δυσκολιών, η συσκευή παρέμεινε στην πρωτότυπη φάση παρά τα τέσσερα παιχνίδια που αναπτύχθηκαν γι' αυτήν (Mazuryk & Gervautz, 1996).

Το 1994, ο Χορός στον Κυβερνοχώρο ήταν η πρώτη παραγωγή θεάτρου που χρησιμοποίησε την επαυξημένη πραγματικότητα. Το θέατρο παρουσίαζε ακροβάτες στη σκηνή μέσα και γύρω από εικονικά αντικείμενα.

Το 1995, κυκλοφόρησε το Nintendo Virtual Boy, αρχικά γνωστό ως VR-32. Ήταν μια κονσόλα παιχνιδιών 3D που προωθήθηκε ως η πρώτη φορητή κονσόλα που θα μπορούσε να εμφανίσει αληθινά τρισδιάστατα γραφικά. Το προϊόν κυκλοφόρησε για πρώτη φορά στην Ιαπωνία και τη Βόρεια Αμερική με τιμή $ 180, αλλά ήταν εμπορική αποτυχία παρά τις πτώσεις τιμών. Οι κύριοι λόγοι αυτής της αποτυχίας ήταν η έλλειψη γραφικών χρωμάτων (τα παιχνίδια ήταν μόνο ικανά να εμφανίζουν κόκκινα γραφικά σε μαύρο φόντο), η έλλειψη υποστήριξης λογισμικού και η δυσκολία χρήσης της κονσόλας σε μια άνετη θέση (Boas, 2013). Το επόμενο έτος, η Nintendo διέκοψε την παραγωγή και την πώλησή της.

Το 1998, το 1ο και 10χρονο σύστημα ηλεκτρονικών υπολογιστών, το οποίο έδειξε τον αρχικό εικονικό κίτρινο πρώτο δείκτη κατά τη διάρκεια ενός live εθνικού αγώνα ποδοσφαίρου, χρησιμοποιήθηκε από το Sportsvision. Αυτό είναι πλέον ένας κανόνας σε όλα τα τηλεοπτικά παιχνίδια ποδοσφαίρου και αντιπροσωπεύει μια σημαντική φάση της ιστορίας των AR. Στη συνέχεια, το 1999, η NASA χρησιμοποίησε τεχνολογία AR για τη βελτίωση της πλοήγησης μέσω του διαστημικού σκάφους X-38 χρησιμοποιώντας ένα υβριδικό σύστημα συνθετικής όρασης (Gigante, 1993).

Το 1999, η Lana Wachowski και η Lilly Wachowski, που είναι αμφότεροι Αμερικανοί σκηνοθέτες και παραγωγοί, σκηνοθέτησαν την ταινία "The Matrix". Η ταινία απεικονίζει χαρακτήρες που ζουν σε έναν πλήρως εξομοιωμένο κόσμο, πολλοί από τους οποίους αγνοούν πλήρως ότι δεν ζουν στον πραγματικό κόσμο. Το "The Matrix" είχε σημαντικό πολιτισμικό αντίκτυπο και έφερε το θέμα της προσομοιωμένης πραγματικότητας στο mainstream (Mazuryk & Gervautz, 1996).

Το 2000, ο Hirokazu Kato, από το Ινστιτούτο Επιστήμης και Τεχνολογίας της Νάρας στην Ιαπωνία, δημιούργησε λογισμικό AR που ονομάζεται ARToolKit. Το 2009, το ARToolKit έδωσε τη δυνατότητα για την αύξηση της πραγματικότητας στα προγράμματα περιήγησης στο Διαδίκτυο.

Η τεχνολογία AR έχει προχωρήσει πολύ από την αρχική σύλληψή της και οι εξελίξεις τα τελευταία χρόνια είναι ακόμη πιο ενθαρρυντικές. Τα τελευταία 15 χρόνια έχουν σημειώσει αρκετές σημαντικές εξελίξεις στην ανάπτυξη της τεχνολογίας εικονικής πραγματικότητας και επαυξημένης πραγματικότητας. Συγκεκριμένα, οι συμπαγείς και ισχυρές κινητές

τεχνολογίες έχουν αυξηθεί στον επιπολασμό, ενώ οι τιμές μειώνονται ταυτόχρονα (Sherman & Craig, 2018).

Η εντυπωσιακή ανάπτυξη των VR και AR σε παιχνίδια και άλλες εφαρμογές έχει συμβάλει σημαντικά στην αγορά τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Το 2014, η απόκτηση του Oculus από το Facebook ήταν ένας παίκτης αλλαγής παιχνιδιών για τη βιομηχανία VR. Μεγάλες τεχνολογικές γίγαντες όπως η Google κυκλοφόρησαν προσωρινά προϊόντα εικονικής πραγματικότητας όπως το ακουστικό DIY, το οποίο χρησιμοποιεί το Google Cardboard και το Google Daydream με smartphones. Εταιρείες όπως η Samsung έχουν υιοθετήσει αυτή την έννοια περαιτέρω με προϊόντα όπως το Galaxy Gear, το οποίο περιέχει έξυπνα χαρακτηριστικά, όπως έλεγχος χειρονομίας (Sherman & Craig, 2018). Φαίνεται σαφές ότι τα επόμενα χρόνια θα είναι καθοριστικής σημασίας για τη βιομηχανία VR και AR. Ενώ οι τεχνολογίες αυτές απέχουν πολύ από την αρχική σύλληψή τους, οι εξελίξεις τα τελευταία χρόνια είναι ακόμη πιο ενθαρρυντικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

2.1 Εισαγωγή

Η Εικονική Πραγματικότητα (Ε.Π.) σχετίζεται με ένα υποθετικό κόσμο, που κατασκευάζεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω του οποίου οι άνθρωποι αλληλοεπιδρούν άμεσα με τον ψηφιακό. Η εικονική πραγματικότητα σχετίζεται άμεσα με την προσθήκη στοιχείων της πραγματικότητας σε ένα εικονικό περιβάλλον, και συνεπώς περιλαμβάνει περισσότερες εικονικές πληροφορίες, όπου έχουν ενσωματωθεί και μπορούν να αλληλοεπιδράσουν τα φυσικά στοιχεία με τον εικονικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο (Martin et al., 2011).

Επομένως, η εικονική πραγματικότητα αφορά τον συνδυασμό πραγματικού και εικονικού κόσμου που μπορεί να ληφθεί υπόψη ως μεικτή πραγματικότητα, που ενέχει πιο πολλά πραγματικά παρά εικονικά στοιχεία. Συνεπώς πρόκειται για μια οθόνη στην οποία προσομοιωμένα γραφικά και σύμβολα βρίσκονται πάνω από μια εικόνα του φυσικού περιβάλλοντος. Άρα μέσω της εικονικής πραγματικότητας οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με τα δεδομένα που αναδύονται στον πραγματικό κόσμο και έτσι να δημιουργηθεί μία πραγματικότητα που είναι ενισχυμένη και εμπλουτισμένη (Martin – Gutierrez et al., 2010).

Η έλευση της εμβληματικής τεχνολογίας της εικονικής πραγματικότητας μπορεί να ανιχνευθεί από τη δεκαετία του 1960 στη βιομηχανία ψυχαγωγίας με την μοναδική κονσόλα χρήστη Morton Heiling που ονομάζεται Sensorama, σχεδιασμένη για να αιχμαλωτίσει την προσοχή του κοινού. Στη δεκαετία του 1980, παρατηρήθηκε δραματική αύξηση του ενδιαφέροντος για τη χρήση τεχνολογίας εικονικής πραγματικότητας πέρα από τη βιομηχανία ψυχαγωγίας στον τομέα της επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης (Mayer & Moreno, 2003).

Ιδιαίτερα, οι τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας συχνά χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση και τις ασκήσεις προσομοιωτή πτήσης. Η εισαγωγή της τεχνολογίας εικονικής πραγματικότητας στην Κ-12 και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 με έργα όπως το Space Science, ο World Safety, η Παγκόσμια Αλλαγή, το Virtual Gorilla Exhibit, το AtomWorld και η Cell Biology (Martin et al., 2011). Οι

σχεδιαστές αυτών των έργων χρησιμοποίησαν διάφορες περιφερειακές συσκευές, όπως εργαλεία προβολής, γάντια δεδομένων και αξεσουάρ σώματος για μια πλήρως εμβληματική μαθησιακή εμπειρία.

Οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτά τα εικονικά περιβάλλοντα κυμαίνονταν από τη χρήση ειδικά σχεδιασμένων υαλοκαθαριστήρων που ονομάζονταν Cave Automatic Virtual Environment (CAVE) για να προβάλλονται στους τοίχους ενός δωματίου. Ωστόσο, η βιβλιογραφία αναφέρει πολλές πρακτικές ανησυχίες και περιορισμούς που περιόριζαν την εκτεταμένη διάδοση αυτής της τεχνολογίας στις ρυθμίσεις του K-12 και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Mayer & Moreno, 2003).

Ένας από τους πολλούς λόγους για τους οποίους η τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας ήταν μακριά από τα σχολεία ήταν η οικονομική σκοπιμότητα. Το κόστος τόσο της προμήθειας όσο και της συντήρησης διαφόρων εξεζητημένων συσκευών για τη δημιουργία ενός βυθιστικού περιβάλλοντος κατέστησε μαζικά τη χρήση αυτής της τεχνολογίας απαγορευτική. Επιπλέον, υπήρξαν πολλές σωματικές και ψυχολογικές δυσχέρειες που βίωσαν οι χρήστες σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας (Medicherla et al., 2010). Αυτές περιλάμβαναν έντονες απαιτήσεις στάσης, επαναλαμβανόμενες βλάβες από το στέλεχος, βάρος και προσαρμογή του ακουστικού, ασθένεια προσομοιωτή, αποπροσανατολισμό, ψευδαίσθηση και διάσταση.

Μια άλλη σημαντική ανησυχία που εντοπίστηκε στη βιβλιογραφία ήταν ο κακός εκπαιδευτικός σχεδιασμός των εικονικών μαθησιακών περιβαλλόντων. Παρά τα προβλήματα των πρώιμων τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας, η ταχεία αύξηση της ισχύος επεξεργασίας του υπολογιστή οδήγησε στην ανάπτυξη της τεχνολογίας εικονικής πραγματικότητας που βασίζεται σε επιτραπέζιο υπολογιστή στην K-12 και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (Martin et al., 2011). Η δραστική μείωση του κόστους της τεχνολογίας και η διαθεσιμότητα υψηλής ταχύτητας σύνδεσης στο διαδίκτυο αύξησαν περαιτέρω τη χρήση αυτής της λιγότερο εμβληματικής μορφής τεχνολογίας εικονικής πραγματικότητας. Αν και τα 3-D εικονικά περιβάλλοντα που βασίζονται σε επιτραπέζιο υπολογιστή δεν μπορούν να προσφέρουν πλήρη εμπειρία εμβάθυνσης, τα γραφικά των υπολογιστών απεικόνισαν ότι ενισχύουν τη δέσμευση των μαθητών (Medicherla et al., 2010).

Οι πρόοδοι στην τεχνολογία κατέστησαν δυνατή τη χρήση περιφερειακών συσκευών χαμηλού κόστους, όπως ακουστικά, γυαλιά διαφράγματος και γάντια δεδομένων. Επιπλέον, με την περαιτέρω εξέλιξη των τεχνολογιών Web, έχουν προκύψει νέες δυνατότητες ταυτόχρονης συνεργασίας μεταξύ των χρηστών σε ένα εικονικό περιβάλλον (Martin et al., 2011).

Η υπόθεση που βασίζεται στην ταχεία αύξηση της χρήσης της τεχνολογίας εικονικής πραγματικότητας που βασίζεται σε επιτραπέζιους υπολογιστές είναι το μοναδικό στοιχείο που προσφέρει στην ενίσχυση των γνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών. Πολλοί εκπαιδευτικοί έχουν ενσωματώσει μια σειρά από τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας που βασίζονται σε επιτραπέζιους υπολογιστές στις οδηγίες τους. Για παράδειγμα, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν έναν πολύ δημοφιλή εικονικό κόσμο που ονομάζεται Second Life, για να δημιουργήσουν αντίγραφα πραγματικών τόπων όπου οι χρήστες, που εκπροσωπούνται ψηφιακά με τη μορφή avatars, συμμετέχουν ενεργά σε ρεαλιστικές δραστηριότητες που διεγείρουν τη μάθηση (Martin – Gutierrez et al., 2010). Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν τις προμήθειες της Second Life για να δημιουργήσουν αντικείμενα 3-D για να διδάξουν αφηρημένες έννοιες. Το River City είναι μια διαδραστική προσομοίωση υπολογιστών για τους σπουδαστές επιστήμης των μέσων σχολών για να μάθουν την επιστημονική έρευνα και τις δεξιότητες του 21ου αιώνα. Άλλες προσομοιώσεις περιλαμβάνουν το Vfrog, στο οποίο οι μαθητές αναλύουν έναν εικονικό βάτραχο MAT3D που διδάσκει μαθηματικές έννοιες μαθητών γυμνασίου (Zacharia, 2003).

Το DimensionM είναι ένα 3D βίντεο παιχνίδι στο οποίο οι μαθητές ξεκινούν ένα ταξίδι όπου ολοκληρώνουν σειρά αποστολών εφαρμόζοντας τις αρχές των μαθηματικών (Kebritchi, Hirumi, & Bai, 2010). Ένα άλλο βιντεοπαιχνίδι σχεδιασμένο από τους σπουδαστές της μηχανικής είναι να αγωνιστεί ένα προσομοιωμένο αυτοκίνητο στην πίστα. Σε αυτή τη διαδικασία σχεδιασμού, οι μαθητές γράφουν ένα πρόγραμμα υπολογιστή και μαθαίνουν για τις έννοιες όπως η θερμοδυναμική (Zacharia, 2003).

2.2 Βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Ε.Π.

Τα χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας με βάση ένα πλαίσιο τριών διαστάσεων είναι (Squire & Klopfer, 2007):

- "Βύθιση" (immersion): ο χρήστης οδηγείται από την πραγματικότητα στην εικονική πραγματικότητα.
- "Πανταχού παρούσα" (ubiquity): μπορεί να χρησιμοποιείται σε πολλά γνωστικά πεδία και καταστάσεις.
- "Πολλαπλότητα" (multiplicity): πιθανότητα χρήσης της από πολλούς χρήστες παράλληλα.

Συνεπώς η εικονική πραγματικότητα δύναται να συνδυάζει και τις τρεις προαναφερθείσες διαστάσεις. Το πλαίσιο αυτό δίνει καθοδήγηση για το σχεδιασμό ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας που μπορεί να δημιουργηθεί με την ενσωμάτωση πολλών τεχνολογιών. Επίσης, άλλα τρία χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας (Zacharia, 2003):

- Συνδυάζει πραγματικό και εικονικό κόσμο.
- Έχει μοντέλα με τρισδιάστατες αναπαραστάσεις.
- Είναι διαδραστική σε πραγματικό χρόνο.

Επιπλέον, η εικονική πραγματικότητα βοηθά στην ανάπτυξη της χωρικής ικανότητας, τις πρακτικές δεξιότητες και την κατανόηση των μαθητών.

2.3 Είδη της τεχνολογίας Ε.Π.

Οι εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας είναι προσιτές στο ευρύ κοινό, εξαιτίας της διάδοσης των φορητών συσκευών, όπως τα κινητά τηλέφωνα και οι κινητές ηλεκτρονικές επιφάνειες εργασίας. Διαρκώς χρησιμοποιείται από όλο και περισσότερους χρήστες αφού είναι ένας τρόπος καλύτερης αντίληψης του πραγματικού κόσμου, με την ταυτόχρονη χρήση τρισδιάστατων υψηλής ανάλυσης αναπαραστάσεων. Υπάρχουν τρία είδη τεχνολογίας βάσει του τρόπου εμφάνισης του εικονικού αντικειμένου και οι απαιτήσεις είναι οι εξής (Squire & Klopfer, 2007):

- Ε.Ε.Π. με χρήση φυσικού δείκτη. Αυτό το είδος της απαιτεί:
    - Υπολογιστή που συνδέεται στο internet, εκτυπωτή και κάμερα.
    - Επίσκεψη στο website που υποστηρίζει την ανάλογη εφαρμογή.
- Εκτύπωση ενός φυσικού δείκτη-συμβόλου από το ίδιο το website.

- Χρήση φορητών συσκευών με μικρή οθόνη για την προβολή εικονικών αντικειμένων της εφαρμογής, με φυσικούς δείκτες – σύμβολα συγκεκριμένου μοτίβου.

2.4 Εργαστήρια Ε.Π.: πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα

Όπως προαναφέρθηκε, το ενδιαφέρον μας είναι εστιασμένο σε πλήρως εικονικά εργαστήρια που βασίζονται σε λογισμικό. Έτσι, σε αυτό το σημείο θα πρέπει να προσδιοριστούν τα πλεονεκτήματα ενός εικονικού εργαστηρίου πέρα από το φυσικό, ανεξάρτητα από το αν το τελευταίο χρησιμοποιείται για επιτόπια ή απομακρυσμένη έρευνα.

Τα πιθανά μειονεκτήματα και τα προβλήματα που προκύπτουν με εικονικά εργαστήρια θα πρέπει επίσης να τονιστούν. Αναφέρονται αρχικά τα πλεονεκτήματα (Zacharia, 2003):

- Οφέλη από την εξοικονόμηση: τα εικονικά συστήματα παρέχουν έναν οικονομικά αποδοτικό τρόπο για τα σχολεία και τα πανεπιστήμια να οργανώνουν εργαστηριακή εργασία υψηλής ποιότητας σε επιστημονικούς κλάδους.
- Ευελιξία: διαφορετικά πειράματα εικονικής (προσομοίωσης) που περιλαμβάνουν διαφορετικά στοιχεία (εικονικές συσκευές) που μπορούν εύκολα να δημιουργηθούν.
- Πολλαπλή πρόσβαση: πολλοί μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον ίδιο εικονικό εξοπλισμό ταυτόχρονα.
- Αλλαγή της διαμόρφωσης του συστήματος: είναι δυνατή η τροποποίηση παραμέτρων που συχνά δεν μπορούν να αλλάξουν σε ένα πραγματικό σύστημα - σε ένα ρομποτικό παράδειγμα ένας χρήστης μπορεί να αλλάξει τους συνδέσμους ρομπότ, να αντικαταστήσει τους κινητήρες κλπ.
- Αντοχή σε ζημιές: σε ένα εικονικό ρομποτικό παράδειγμα, επιτρέπεται σύγκρουση με το περιβάλλον. Η υπερφόρτωση επιτρέπεται - σε αυτή την περίπτωση ο βραχίονας ρομπότ θα καταρρεύσει και αφού ο χρήστης αντικαταστήσει τους κινητήρες με κάτι πιο ισχυρό, το ρομπότ θα ανέβει ξανά και θα συνεχίσει να λειτουργεί. Έτσι, η "ζημιά" επιτρέπεται στον εικονικό κόσμο, ανοίγοντας έτσι τη δυνατότητα να μάθουμε από λάθη.

- Κάνοντας το "αόρατο": οι περισσότερες πραγματικές συσκευές εργαστηρίου έχουν ένα κάλυμμα για να προστατεύσουν από τη σκόνη, κ.λπ. στην πλειονότητα των περιπτώσεων, το κάλυμμα δεν μπορεί να αφαιρεθεί, τουλάχιστον όχι εύκολα. Με τον εικονικό εξοπλισμό, τα καλύμματα μπορούν απλά να αφαιρεθούν ή να γίνουν διαφανή για να αποκαλύψουν την εσωτερική δομή - σε ένα ρομποτικό παράδειγμα, αυτό επιτρέπει τη δυνατότητα ανοίγματος του βραχίονα και αποκάλυψη κινητήρων και κιβωτίων ταχυτήτων και παρακολούθησης και μάθησης για τον ρότορα, τον στάτορα, άλλα στοιχεία μετάδοσης (όπως ιμάντες και ατράκτους).

Τώρα σχετικά με τα προβλήματα και τα μειονεκτήματα (Zacharia, 2003):

- Το πρώτο πρόβλημα προκύπτει από αιτήματα που επιβάλλονται σε πόρους υπολογιστών. Η δυναμική μοντελοποίηση και η 3D μοντελοποίηση CAD αντικειμένων μπορεί να είναι μάλλον πολύπλοκες, ειδικά αν τα αντικείμενα είναι ενσωματωμένα σε έναν εικονικό κόσμο που υποστηρίζει την έννοια της ατμόσφαιρας. Τα δυναμικά μοντέλα γενικής χρήσης (συχνά αποκαλούμενα "κινητήρες φυσικής"), όπως το λογισμικό Bullet (http://github.com/bulletphysics/bullet3), μπορούν να λύσουν μια ευρεία κατηγορία των συστημάτων, αλλά συχνά χρονοβόρα για τη διαμόρφωση.
- Το επόμενο μειονέκτημα προέρχεται από την ίδια τη φύση ενός εικονικού συστήματος. Το σύστημα στην πραγματικότητα δεν υπάρχει και επομένως τίποτα πραγματικά κακό μπορεί να βγει. Το γεγονός αυτό δημιουργεί μερικές φορές μια στάση συγκεκριμένου φοιτητή: έλλειψη σοβαρότητας, ευθύνης και προσεκτικότητας - οι μαθητές μπορεί να νιώθουν ότι παίζουν βιντεοπαιχνίδι. Η πραγματική εμπειρία κάνει αμέσως έναν σπουδαστή πιο σοβαρό, υπεύθυνο και προσεκτικό.
- Τέλος, είναι γεγονός (χωρίς να υπάρχουν στοιχεία) ότι το τελικό στάδιο της κατάρτισης απαιτεί συνήθως πραγματικό εξοπλισμό - ο μόνος τρόπος για να αποκτηθούν καλές δεξιότητες είναι συχνά μέσω πραγματικής πρακτικής εμπειρίας

Πρόσφατα έχουμε δει μια σειρά νέων ιδεών που εμφανίζονται στη βιβλιογραφία σχετικά με το μέλλον της εκπαίδευσης και ειδικότερα για τη διδασκαλία της Επιστήμης, της Τεχνολογίας και της Μηχανικής (STE). Ορισμένες από αυτές τις έννοιες είναι καινοφανείς,

ενώ άλλες είναι ένας επαναπροσδιορισμός των υφιστάμενων ιδεών αλλά σε ένα νέο πλαίσιο. Τεχνολογικά παραδείγματα που είναι πιο σημαντικά για τη μελέτη αυτή είναι η εξ αποστάσεως μάθηση, η ηλεκτρονική μάθηση, τα εικονικά εργαστήρια, η εικονική πραγματικότητα και οι εικονικοί κόσμοι, τα εικονικά συστήματα που βασίζονται στη δυναμική και η γενική νέα αντίληψη της εμβληματικής εκπαίδευσης που ενσωματώνει πολλές από αυτές τις ιδέες (Squire & Klopfer, 2007).

Τα αναφερόμενα θέματα και οι αντίστοιχες τεχνολογίες μπορούν να ανοίξουν το δρόμο για την προχωρημένη εκπαίδευση σε επιστημονικά ζητήματα. Η έννοια της εμβληματικής εκπαίδευσης έχει εφαρμοστεί σε όλες τις πτυχές της εκπαίδευσης, όπως: τυπική-θεσμική εκπαίδευση, άτυπη μαζική εκπαίδευση και επαγγελματική κατάρτιση σε επιχειρήσεις.

Προηγουμένως, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση μέσω διαδικτύου εμφανίστηκε ως η πρώτη απάντηση στις προκλήσεις που απορρέουν από την τάση της αυξημένης παγκοσμιοποίησης της εκπαίδευσης (την οποία τώρα περιγράφουμε ως παγκόσμια αρμοδιότητα). Αυτή η τάση σήμαινε την άρση όλων των εμποδίων που περιορίζουν την πρόσβαση στην εκπαίδευση, καθιστώντας έτσι διαθέσιμη την εκπαίδευση σε όλους ανεξάρτητα από τον τόπο, τις προσωπικές αναπηρίες, την κοινωνική θέση, κλπ. Έχουν ήδη σημειωθεί σημαντικές εξελίξεις προς αυτή την κατεύθυνση, με τη δημιουργία πλήρως διαδικτυακών πανεπιστημίων (http://www.kaplanuniversity.edu · http://www.fernuni-hagen.de/english). Ωστόσο, οι επιστήμες STE εξακολουθούν να έχουν πολύ πίσω από αυτή την άποψη (Potkonjak, Vukobratovic, Jovanovic, & Medenica, 2010), παρόλο που έχουν σημειωθεί αξιοσημείωτες επιτυχίες που αξίζει να αναφερθούν, όπως η ανάπτυξη MOOC (Massive Open Online Courses) από το MIT (Martin et al., 2011). Τα MOOC παρέχουν διαδραστικά φόρουμ χρηστών που βοηθούν στην οικοδόμηση μιας κοινότητας για φοιτητές, καθηγητές και βοηθούς διδασκόντων.

Η αυξημένη ζήτηση για εξ αποστάσεως εκπαίδευση σε θέματα τεχνολογίας και μηχανικής έχει οδηγήσει σε νέες σειρές μαθημάτων που προσφέρονται χρησιμοποιώντας τόσο επίσημες-θεσμικές όσο και άτυπη-μαζική-σε απευθείας σύνδεση εκπαιδευτικές προσεγγίσεις. Τα ιδρύματα και οι φορείς παροχής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης προσπαθούν να επεκτείνουν τον αριθμό των online μαθημάτων που μπορούν να προσφέρουν στους κλάδους STE. Λιγότερο θεσμικό αλλά θεωρείται εξίσου σημαντικό είναι η παροχή επαγγελματικής κατάρτισης σε επιχειρήσεις. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει

τόσο την εκπαίδευση που παρέχει μια εταιρεία για το προσωπικό της, όσο και την εκπαίδευση που διοργανώνεται για το προσωπικό των εταιρειών πελατών (Medicherla et al., 2010). Σε αυτές τις περιπτώσεις τα εικονικά εργαστήρια αποτελούν μια οικονομική λύση τουλάχιστον για την αρχική και μεσαία εκπαίδευση.

Τα προβλήματα που εξακολουθούν να περιορίζουν την πλήρη υλοποίηση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στο STE έγκειται στο γεγονός ότι αυτές οι επιστήμες απαιτούν αναπόφευκτα εργαστηριακές ασκήσεις ως μέρος της διαδικασίας απόκτησης δεξιοτήτων. Έχουν εμφανιστεί δύο διαφορετικές απόψεις για την επίλυση. Το ένα είναι να προσπαθήσουμε να αναπτύξουμε ένα φυσικό (πραγματικό) εργαστήριο με πρόσβαση από απόσταση, ενώ το άλλο σημαίνει να αναπτύξουμε ένα εικονικό εργαστήριο που βασίζεται στο λογισμικό (Martin – Gutierrez et al., 2010).

Η πρώτη επιλογή ενός φυσικού εργαστηρίου απομακρυσμένης πρόσβασης, αν και είναι δυνατόν να δημιουργηθεί, μπορεί να είναι απαγορευτικά πολύπλοκη, ειδικά όσον αφορά το απαιτούμενο υλικό επικοινωνίας και ελέγχου αισθητήρων και το λογισμικό και τη συνολική δαπάνη του εξοπλισμού και της συντήρησης. Είναι επίσης μια σχετικά ανεπαρκής λύση με κακή κλιμάκωση (μόνο ένας φοιτητής μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση σε έναν συγκεκριμένο χώρο εργασίας κάθε φορά) και δεν υποστηρίζει εύκολα πιο πολύπλοκα σενάρια συνεργατικής μάθησης (Mayer & Moreno, 2003). Το πλήρως εικονικό εργαστήριο που βασίζεται στο λογισμικό μπορεί να αποφύγει μερικά από αυτά τα μειονεκτήματα.

Έχει γίνει ευρέως αποδεκτό ότι τα εικονικά εργαστηριακά συστήματα και οι προσομοιωτές είναι το επιθυμητό αρχικό βήμα στην εκπαίδευση και την κατάρτιση STE, αναγνωρίζοντας ταυτόχρονα ότι οι πιο προηγμένοι εκπαιδευόμενοι θα εξακολουθήσουν να χρειάζονται πρακτική εμπειρία με πραγματικό εξοπλισμό. Ωστόσο, με την ταχεία πρόοδο στον τομέα των γραφικών υπολογιστών, της εικονικής πραγματικότητας και των τεχνολογιών των εικονικών κόσμων, μειώνεται το όριο μεταξύ του τι μπορεί να γίνει μόνο στον πραγματικό κόσμο και τι μπορεί να γίνει στον εικονικό κόσμο (Squire & Klopfer, 2007).

2.5 Η τεχνολογία της Ε.Π. και η ένταξή της στην εκπαίδευση με τη χρήση προσομοίωσης και παιχνιδιού

Η εικονική πραγματικότητα βοηθάει την υπέρθεση εικόνων που έχουν φτιαχτεί από υπολογιστή πάνω σε πραγματικές καταστάσεις και αληθινό χρόνο. Ο χρήστης είναι δυνατό να βλέπει τον πραγματικό κόσμο όπως και τα αντικείμενα του εικονικού κόσμου ταυτόχρονα, αλλά και να αλληλοεπιδρά με αυτά. Η εικονική πραγματικότητα, εκτός από την ψυχαγωγία επεκτείνεται και σε άλλες επιστήμες όπως η ιατρική, οι ανθρωπιστικές επιστήμες αλλά και αλλού. Στην εκπαίδευση, ειδικότερα, οι μαθητές είναι πιθανό να επωφεληθούν μέσα από τη διδασκαλία με εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας (Martin et al., 2011). Η εικονική πραγματικότητα ως διαδραστική αλληλεπίδραση παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην εμπειρία του χρήστη. Βασικές κατηγορίες που αφορούν στον εικονικό κόσμο είναι η πλοήγηση, ο χειρισμός και η επικοινωνία.

Η τάση στις σύγχρονες εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας είναι να μιμηθούν όσο είναι δυνατό τις αλληλεπιδράσεις στον πραγματικό κόσμο μέσω μιας φορητής συσκευής (Medicherla et al., 2010).

Η πλοήγηση στον εικονικό κόσμο πραγματοποιείται με διάφορες ενέργειες μέσω του συστήματος του λογισμικού. Ακόμη η επικοινωνία ενισχύεται με τη δυνατότητα των ατόμων να βλέπουν τα ίδια αντικείμενα ταυτόχρονα, μέσω του λογισμικού σε πραγματικό χρόνο και επιπλέον με τη χρήση του διαδικτύου, οι χρήστες μπορούν να μιλάνε μεταξύ τους και να ανταλλάζουν απόψεις (Mayer & Moreno, 2003).

Οι προσομοιώσεις είναι διαδραστικά ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης που μιμούνται μια πραγματική διαδικασία ή μια κατάσταση. Οι προσομοιώσεις επιτρέπουν στους μαθητές να δοκιμάσουν τις υποθέσεις τους για τις επιδράσεις των μεταβλητών εισροών στα επιδιωκόμενα αποτελέσματα. Οι προσομοιώσεις μπορούν να προσφέρουν οικονομικά αποδοτική πρακτική των διαδικασιών που χρησιμοποιούν εικονικές συσκευές, οι οποίες στην πραγματική ζωή θα μπορούσαν να είναι δαπανηρές. Για παράδειγμα, η ανατομία του βάτραχου είναι μια συνηθισμένη διαδικασία για την διδασκαλία της ανατομίας στις τάξεις βιολογίας του σχολείου. Το Vfrog είναι μια δημοφιλής προσομοίωση που επιτρέπει στους μαθητές να διεξάγουν ανατομία βατράχων πολλές φορές χρησιμοποιώντας εικονικές συσκευές (Martin et al., 2011).

Η διεξαγωγή των διαδικασιών ανατομίας σε ένα εργαστήριο μπορεί όχι μόνο να επιβάλει οικονομική επιβάρυνση, αλλά και να μην είναι σύμφωνη με τις προσωπικές πεποιθήσεις των μαθητών για τη διεξαγωγή ανατομιών των ζώων. Οι προσομοιώσεις είναι επίσης ωφέλιμες επειδή μπορούν να επιτρέψουν σε μαθητές να ασκήσουν δεξιότητες που διαφορετικά θα μπορούσαν να είναι επικίνδυνες για την άσκηση στην πραγματική ζωή, σε ένα ασφαλές περιβάλλον. Για παράδειγμα, στον τομέα της ιατρικής, ο κ. Vetro είναι μια κοινώς χρησιμοποιούμενη προσομοίωση αρκετών ιατρικών σεναρίων που παρέχουν στους φοιτητές την ευκαιρία να οξύνουν τις δεξιότητές τους πριν την εξασκηθούν σε πραγματικούς ασθενείς (Medicherla et al., 2010). Σε αυτή την κατεύθυνση, οι φοιτητές ιατρικής μπορούν να αποφύγουν τον κίνδυνο εφαρμογής ορισμένων διαδικασιών απευθείας στον ασθενή χωρίς να έχουν επαρκή πρακτική, η οποία μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη ζωή των ασθενών.

Οι ερευνητές έχουν αναθέσει παιχνίδια για μάθηση ως ειδική κατηγορία προσομοίωσης. Οι έρευνες δείχνουν ότι για να προωθηθεί η μάθηση, τα παιχνίδια πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να παρέχουν στους παίκτες μια αίσθηση αυτονομίας, ταυτότητας και αλληλεπίδρασης. Προκειμένου ένα παιχνίδι να προκαλέσει μακρόχρονη κινητοποίηση των μαθητών και παρατεταμένη δέσμευση με τα μαθησιακά υλικά, ο σχεδιασμός του παιχνιδιού πρέπει να παρέχει στους μαθητές τις ευκαιρίες να στρατηγικοποιήσουν τις κινήσεις τους, να δοκιμάσουν τις υποθέσεις και να λύσουν το πρόβλημα (Squire & Klopfer, 2007).

Προκειμένου να προσφέρει αυτές τις εμπειρίες, το παιχνίδι πρέπει να περιλαμβάνει στοιχεία όπως στόχους, επίπεδα επίτευξης και συστήματα επιβράβευσης. Τα παιχνίδια μπορούν επίσης να αποτελούνται από κινούμενους πράκτορες που ενημερώνουν τους παίκτες για το πλαίσιο του παιχνιδιού, τους κανόνες του παιχνιδιού, καθώς και διαδραστικές συμβουλές και σχόλια (Martin – Gutierrez et al., 2010). Ωστόσο, οι σχεδιαστές παιχνιδιών δηλώνουν σταθερά ότι τα αφηγηματικά στοιχεία πρέπει να ενσωματωθούν στο μαθησιακό πλαίσιο του παιχνιδιού και όχι κάτι που επικαλύπτονται και αποσυνδέονται από τους μαθησιακούς στόχους.

Η θεωρία ροής του Csikszentmihalyi (2000) παρέχει ένα πλαίσιο για την ερμηνεία της αποτελεσματικότητας των παιχνιδιών για την εμπλοκή των παικτών και την παρακίνηση τους να διατηρηθούν στο παιχνίδι. Εάν το παιχνίδι είναι πολύ δύσκολο, ο παίκτης θα είναι

απογοητευμένος, και αν είναι πολύ απλό, ο παίκτης θα χάσει το ενδιαφέρον. Και στις δύο περιπτώσεις, οι παίκτες είναι πολύ πιθανό να αποσυρθούν και να εγκαταλείψουν το παιχνίδι.

Οι εικονικοί κόσμοι μπορεί να περιέχουν ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: την ψευδαίσθηση ότι είναι σε ένα 3-D χώρο, την ικανότητα να χτίζει και να αλληλοεπιδρά με τα 3D αντικείμενα, οι μαθητές σε μορφή avatar, και η ικανότητα επικοινωνίας με άλλους μαθητές στους εικονικούς κόσμους (Martin – Gutierrez et al., 2010). Αντίθετα, στο δομημένο περιβάλλον προσομοιώσεων και παιχνιδιών, οι εικονικοί κόσμοι είναι ανοικτά περιβάλλοντα όπου οι χρήστες σχεδιάζουν και δημιουργούν τα δικά τους αντικείμενα.

Η ταχεία αύξηση της τεχνολογικής πολυπλοκότητας, της πολυμορφίας και της διάχυσης των τρισδιάστατων εικονικών μαθησιακών περιβαλλόντων, καθώς και ο πολλαπλασιασμός της έρευνας για την αποτελεσματικότητά τους σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, απαιτούν συχνές συστηματικές αναλυτικές συνθέσεις της αποτελεσματικότητάς τους (Martin et al., 2011).

2.6 Προβλήματα στην εκπαίδευση και η ανάγκη χρήσης της Ε.Π.

2.6.1 Προβλήματα εκπαιδευτικής διαδικασίας

Το πρώτο και κύριο πρόβλημα που προκαλείται στην εκπαίδευση είναι το γεγονός ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας οδηγούν στην έλλειψη σπουδαστών. Ειδικότερα, ένα ευρέως διαδεδομένο πρόβλημα στην εκπαίδευση είναι ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας οδηγούν σε απεμπλοκή των φοιτητών από την εκπαιδευτική διαδικασία (Standen & Brown, 2006).

Αυτή η έλλειψη δέσμευσης θεωρείται από πολλούς ερευνητές ο κύριος λόγος για πολλές δυσμενείς συμπεριφορές που παρεμποδίζουν την επιτυχία των σπουδαστών, μεταξύ άλλων είναι και η δυσαρέσκεια, η αρνητική εμπειρία και η εγκατάλειψη του σχολείου (Gee, 2009).

Υπάρχουν παρόλα αυτά πολλές ευκαιρίες μάθησης που παρέχονται από την εικονική πραγματικότητα που μπορούν να συμπληρώσουν τις παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας και να διευκολύνουν την εκπαιδευτική διαδικασία.

Πολλά από τα χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας παρέχουν ευκαιρίες για την ενίσχυση της εμπλοκής των σπουδαστών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η εικονική πραγματικότητα παρέχει διαδραστικές εμπειρίες για τους φοιτητές και μαθητές δίνοντας τους έτσι νέα βιώματα που ίσως δεν είχαν συναντήσει ποτέ στο παρελθόν (Eschenbrenner et al., 2008). Για παράδειγμα, το Google Expeditions επιτρέπει στους καθηγητές να μεταφέρουν τους σπουδαστές σε εικονικά ταξίδια στον Άρη, στον πυθμένα του ωκεανού, ενώ πολλές άλλες ρυθμίσεις, οι οποίες μπορούν να πυροδοτήσουν νέο ενδιαφέρον για το θέμα, παρέχουν μια κοινή εμπειρία για καλύτερη συζήτηση στην τάξη και βελτίωση της συνολικής δέσμευσης (Standen & Brown, 2006).

Αυτή η αυξημένη δέσμευση μπορεί να είναι μια ευκαιρία για την αντιμετώπιση πολλών προβλημάτων στην εκπαίδευση όπως είναι η πλήξη των σπουδαστών. Για παράδειγμα, ο Costa και ο Melotti (2012) διαπίστωσαν ότι η εικονική πραγματικότητα παρουσιάζει αυξημένο ενδιαφέρον για την αρχαιολογία. Η καινοτομία και η ψυχαγωγική αξία της Ε.Π. μπορούν να χρησιμοποιηθούν στρατηγικά για να προσελκύσουν την προσοχή των πιο αδιάφορων φοιτητών (Hamilton, 2016).

Με την περιπλάνηση ενός σπουδαστή σε ένα αυθεντικό, πολυαισθητικό περιβάλλον, η εικονική πραγματικότητα καθιστά μια περιοχή θέματος ζωντανή. Για παράδειγμα, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να περιηγηθούν μέσα στην κυκλοφορία του αίματος του ανθρώπινου σώματος σαν ένα ερυθρό αιμοσφαίριο (Gee, 2004).

Η ικανότητα προσομοίωσης του περιβάλλοντος και αύξησης του ενδιαφέροντος για αυτό είναι μία από τις σημαντικότερες ευκαιρίες που έχει να δημιουργήσει η εικονική πραγματικότητα στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Ένα ακόμη πρόβλημα στην εκπαίδευση είναι ότι το σημερινό εργατικό δυναμικό απαιτεί όλο και περισσότερο τον 21ο αιώνα δεξιότητες όπως η δημιουργικότητα, η ενσυναίσθηση, η κριτική σκέψη και η τεχνολογική παιδεία. Όμως, αυτά τα είδη δεξιοτήτων είναι δύσκολο να διδαχθούν και δεν μεταδίδονται (Smith & Hu, 2013). Συνεπώς η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σκοπό να αυξήσει την αποτελεσματικότητα των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας.

2.6.2 Ευκαιρίες εικονικής πραγματικότητας

Η εικονική πραγματικότητα παρέχει πολλές ευκαιρίες για εποικοδομητική μάθηση, δηλαδή επιτρέπει στους μαθητές να κατασκευάσουν τη δική τους γνώση από σημαντικές εμπειρίες. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι μαθητές συμμετέχουν σε αυθεντικά προβλήματα, εξερευνούν λύσεις και ίσως συνεργάζονται με άλλους. Στην έρευνα για τις προσομοιώσεις εικονικών κτιρίων στον κόσμο, οι μαθητές με χαμηλές επιδόσεις βελτιώθηκαν περισσότερο από ό,τι στις περιπτώσεις εφαρμογής των παραδοσιακών μεθόδων (Gee, 2009).

Επιπλέον, στα εισαγωγικά μαθήματα αστρονομίας, οι δραστηριότητες εικονικής πραγματικότητας όπου χρησιμοποιούνται τα ενσωματωμένα συστήματα 3D Solar Systems υποστήριξαν την καλύτερη κατανόηση των αστρονομικών εννοιών. Αυτή η προσφορά της Ε.Π. δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να κατασκευάζουν οπτικά αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν τη γνώση, μια προσφορά που η παραδοσιακή μάθηση δεν μπορεί να παράσχει (Hamilton, 2016).

Το Fantastic Contraption είναι ένα άλλο παράδειγμα που χρησιμοποιεί η κονστρουκτιβιστή θεωρία και ενισχύει τις αρχές της φυσικής. Συγκεκριμένα, ο παίκτης χτίζει μια μηχανή και αν δεν λειτουργεί σωστά, χρησιμοποιεί δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων μέχρι να λειτουργήσει όπως πρέπει. Αυτού του είδους οι εμπειρίες έχουν μεγάλες δυνατότητες αξιοποίησης των δομικών αρχών της αυθεντικής δραστηριότητας και των συνθηκών δημιουργίας γνώσεων (Smith & Hu, 2013). Ως εκ τούτου , η εικονική πραγματικότητα έχει μεγάλες δυνατότητες να ενισχύσει το εκπαιδευτικό τοπίο, καθιστώντας προσαρμόσιμα τα περιβάλλοντα μάθησης.

Η Ε.Π. παρέχει επίσης την ευκαιρία για εκπαίδευση, θεραπεία ή προσομοίωση σε καταστάσεις όπου υπάρχει επανειλημμένη πρακτική και ένας ασφαλής χώρος αποτυχίας. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο για τη θεραπεία μαθητών με αναπηρίες, μετατραυματική διαταραχή άγχους ή κοινωνικό άγχος. Το εικονικό περιβάλλον επιτρέπει στους μαθητές να ελέγχουν την εκμάθησή τους με συνέπεια, διερευνητικό τρόπο, μέσω του οποίου καθίστανται δυνατοί και πιο αφοσιωμένοι. Ακόμη, οι μαθητές συχνά θεωρούν ότι η μάθηση που βασίζεται στην τάξη είναι άσχετη από την πραγματικότητα και δεν συνδέεται με τον πραγματικό κόσμο και τη ζωή (Standen & Brown, 2006).

Η Ε.Π. καθιστά δυνατή την επίσκεψη σε οποιαδήποτε τοποθεσία, ώρα ή πρόσωπο με σχετικά φθηνό τρόπο μέσω εικονικών ταξιδιών πεδίου. Αυτό δημιουργεί ισχυρές ευκαιρίες εκμάθησης για την εμπειρία, τα ιστορικά πλαίσια, τα επιστημονικά περιβάλλοντα και τις προσωπικές στιγμές.

Ίσως εξίσου σημαντική είναι και η ευκαιρία να επηρεάσουμε την ταυτότητα των σπουδαστών όπως για παράδειγμα, η απόκτηση επαγγελματικής εμπειρίας για την μελλοντική τους σταδιοδρομία. Υπάρχουν ήδη ταξίδια που επιτρέπουν στους μαθητές να βιώσουν τη ζωή στο χώρο εργασίας ενός επαγγελματία ή να μάθουν από έναν μέντορα (Hamilton, 2016).

Επιπλέον, η ύπαρξη κοινωνικής Ε.Π. με εφαρμογές όπως το Rec Room και το Facebook Spaces παρέχουν επίσης κανάλια για περισσότερο οικεία και ουσιαστική επικοινωνία. Σε αυτούς τους εικονικούς χώρους έχουν ήδη εισέλθει επιστήμονες όπως ο Bill Nye για να αλληλοεπιδράσουν με το κοινό.

Η εικονική πραγματικότητα υπερέχει στην παροχή ευκαιριών για νέα προοπτική, συμπάθεια και ικανότητα στην απεικόνιση δύσκολων μοντέλων. Για παράδειγμα, όταν δόθηκε στους φοιτητές μια εμπειρία Ε.Π. ως ηλικιωμένος, η ενσυναίσθηση τους προς τις παλαιότερες γενιές αυξήθηκε σημαντικά. Ένα από τα ισχυρότερα επιχειρήματα για την Ε.Π. ως εκπαιδευτικό εργαλείο είναι η ικανότητα δημιουργίας της ενσυναίσθησης στους μαθητές και της αλλαγής προοπτικών (Smith & Hu, 2013).

Επιπλέον, η εικονική πραγματικότητα επιτρέπει στους μαθητές να δημιουργούν οτιδήποτε από τη φαντασία τους, να απεικονίζουν εύκολα και να χειρίζονται τα αντικείμενα για να καταστήσουν πιο εύκολη τη διαδικασία κατανόησης δύσκολων εννοιών (Gee, 2009). Η προσφορά της Ε.Π. για τη μεταφορά της προοπτικής δεν περιορίζεται μόνο στα κοινωνικά ή καλλιτεχνικά περιβάλλοντα, αλλά φαίνεται πως υπάρχουν πλεονεκτήματα της Ε.Π. και σε αφηρημένες έννοιες της επιστήμης. Τα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να αντιπροσωπεύουν σε άμεσα ορατές και χειραγώγιμες μορφές, έννοιες και διαδικασίες που είναι άυλες και αόρατες στον πραγματικό κόσμο.

Επίσης, στον τομέα των μαθηματικών η εικονική πραγματικότητα προσφέρει μεγάλες δυνατότητες στη χρήση της τεχνολογίας για να βοηθήσουν τους μαθητές να αντιπροσωπεύουν το δύσκολο και να απεικονίσουν σύνθετες έννοιες (Standen & Brown,

2006). Οι μαθητές που χρησιμοποιούν ένα εικονικό περιβάλλον για να μάθουν για την επιφάνεια και τα σύνθετα στερεά φάνηκε ότι εμφάνιζαν καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με όσους δεν τα χρησιμοποιούσαν.

Έτσι, η Ε.Π. δείχνει ότι μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των γενικών πλαισίων μάθησης καθώς και στην επίτευξη σημαντικών νέων στρατηγικών για τους φοιτητές που χρειάζονται τη μεγαλύτερη υποστήριξη (Gee, 2004).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΝΕΡΓΗ ΜΑΘΗΣΗ – ΜΑΘΗΣΗ ΜΕ ΔΡΑΣΗ

3.1 Η έννοια της ενεργούς μάθησης

Η ενεργή μάθηση ή αλλιώς ενεργητική μάθηση είναι μια μορφή μάθησης στην οποία η διδασκαλία προσπαθεί να εμπλέξει τους σπουδαστές στη μαθησιακή διαδικασία πιο άμεσα απ 'ότι σε άλλες μεθόδους. Οι Bonwell και Eison (1991) δηλώνουν ότι στην ενεργό μάθηση, οι μαθητές συμμετέχουν στη διαδικασία και οι μαθητές συμμετέχουν όταν κάνουν κάτι εκτός από παθητική ακρόαση. Η ενεργητική μάθηση είναι «μια μέθοδος μάθησης στην οποία οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά ή εμπειρικά στη μαθησιακή διαδικασία και όπου υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα ενεργητικής μάθησης, ανάλογα με τη συμμετοχή των μαθητών» (Bonwell & Eison, 1991).

Στην έκθεση της Ένωσης για τη Μελέτη της Ανώτατης Εκπαίδευσης (ASHE) οι συγγραφείς συζητούν μια ποικιλία μεθοδολογιών για την προώθηση της «ενεργητικής μάθησης». Αναφέρουν βιβλιογραφία που δείχνει ότι για να μάθουν, οι μαθητές πρέπει να κάνουν περισσότερα από το να ακούνε: Πρέπει να διαβάζουν, να γράφουν, να συζητούν ή να ασχολούνται με την επίλυση προβλημάτων. Σχετίζεται με τους τρεις τομείς μάθησης που αναφέρονται ως γνώση, δεξιότητες και συμπεριφορές (KSA) και ότι αυτή η ταξινόμηση των μαθησιακών συμπεριφορών μπορεί να θεωρηθεί ως "οι στόχοι της μαθησιακής διαδικασίας", (Bloom et al, 1956). Συγκεκριμένα, οι μαθητές πρέπει να ασχολούνται με τέτοιου είδους εργασίες ανώτερης τάξης όπως η ανάλυση, σύνθεση και αξιολόγηση, (Renkl et al, 2002). Η ενεργητική μάθηση δεσμεύει τους μαθητές σε δύο πτυχές - κάνουν πράγματα και σκέφτονται τα πράγματα που κάνουν.

3.2 Βασικές αρχές ενεργούς μάθησης

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα εναλλακτικών επιλογών για τον όρο «ενεργητική μάθηση» όπως η μάθηση μέσω του παιχνιδιού, η μάθηση βασισμένη στην τεχνολογία, η μάθηση βάσει δραστηριοτήτων, η ομαδική εργασία, η μέθοδος έργου κλπ. Ο βασικός παράγοντας πίσω από αυτά είναι ορισμένες σημαντικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά της ενεργητικής μάθησης. Η ενεργητική μάθηση είναι το αντίθετο της παθητικής μάθησης. είναι στο επίκεντρο του μαθητή, όχι στο επίκεντρο των εκπαιδευτικών, και απαιτεί κάτι περισσότερο από ακρόαση, η ενεργός συμμετοχή όλων των φοιτητών αποτελεί

απαραίτητη πτυχή της ενεργούς μάθησης. Οι μαθητές πρέπει να κάνουν πράγματα και ταυτόχρονα να σκεφτούν για το έργο που έχει γίνει και για το σκοπό πίσω από αυτό, ώστε να μπορέσουν να ενισχύσουν τις ικανότητες σκέψης υψηλότερης τάξης.

Πολλές ερευνητικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι η ενεργητική μάθηση ως στρατηγική έχει προωθήσει τα επίπεδα επίτευξης και κάποιες άλλες λένε ότι η μάθηση του περιεχομένου είναι δυνατή μέσω ενεργών στρατηγικών μάθησης. Ωστόσο, ορισμένοι μαθητές καθώς και εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να προσαρμοστούν στη νέα τεχνική μάθησης, (Bonwell & Eison, 1991). Η ενεργητική μάθηση πρέπει να μετατρέπει τους μαθητές από παθητικούς ακροατές σε ενεργούς συμμετέχοντες και βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν το θέμα μέσω έρευνας, συλλογής και ανάλυσης δεδομένων για την επίλυση γνωστικών προβλημάτων υψηλότερης τάξης. Υπάρχει έντονη χρήση της επιστημονικής και ποσοτικής γνώσης σε όλο το πρόγραμμα σπουδών και η μάθηση που βασίζεται στην τεχνολογία είναι επίσης σε υψηλή ζήτηση σε σχέση με την ενεργό μάθηση.

Ο Barnes, (1989) πρότεινε τις αρχές της ενεργούς μάθησης:

- Σκοπός: η συνάφεια του έργου με τις ανησυχίες των μαθητών.
- Αντίδραση: ο προβληματισμός των σπουδαστών σχετικά με το νόημα αυτού που έχει μάθει.
- Διαπραγμάτευση: διαπραγμάτευση στόχων και μεθόδων μάθησης μεταξύ φοιτητών και εκπαιδευτικών.
- Κρίση: οι μαθητές εκτιμούν διαφορετικούς τρόπους και μέσα μάθησης του περιεχομένου.
- Σύνθεση: οι μαθητές συγκρίνουν τις μαθησιακές εργασίες με τις πολυπλοκότητες που υπάρχουν στην πραγματική ζωή και κάνουν ανακλαστική ανάλυση.
- Κατάσταση που καθοδηγείται από την κατάσταση: εξετάζεται η ανάγκη της κατάστασης για την καθιέρωση μαθησιακών εργασιών.
- Συμμετοχή: τα καθήκοντα της πραγματικής ζωής αντικατοπτρίζονται στις δραστηριότητες που διεξάγονται για μάθηση.

3.3 Κατασκευαστικό πλαίσιο ενεργούς μάθησης

Η ενεργός μάθηση συντονίζεται με τις αρχές της κατασκευής που είναι γνωστικές, μεταγνωστικές, εξελισσόμενες και συναισθηματικές. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα άμεσα αποτελέσματα στην οικοδόμηση της γνώσης δεν είναι δυνατά μέσω της ενεργούς μάθησης, το παιδί περνά μέσα από τη διαδικασία κατασκευής της καταγραφής της γνώσης, και της απορρόφησης γνώσης. Αυτή η διαδικασία της κατασκευής της γνώσης εξαρτάται από την προηγούμενη γνώση του εκπαιδευόμενου, όπου ο μαθητής είναι από μόνος του γνώστης της διαδικασίας της γνώσης και μπορεί να την ελέγχει και να την ρυθμίζει από μόνος του, (Anthony, 1996).

Υπάρχουν διάφορες πτυχές της μάθησης και μερικές από αυτές είναι:

- Μαθαίνοντας μέσω της ουσιαστικής υποδοχής σύμφωνα με τον David Ausubel, ο οποίος τονίζει την προηγούμενη γνώση που κατέχει ο μαθητής και την θεωρεί βασικό παράγοντα στη μάθηση.
- Μάθηση μέσω ανακάλυψης από τον Jerome Bruner, όπου οι μαθητές μαθαίνουν μέσω της ανακάλυψης ιδεών με τη βοήθεια καταστάσεων που παρέχονται από τον δάσκαλο.
- Εννοιολογική αλλαγή: Οι παρερμηνείες γίνονται καθώς οι μαθητές ανακαλύπτουν τη γνώση χωρίς κατεύθυνση, οι καθηγητές παρέχουν γνώση έχοντας κατά νου τις κοινές παρανοήσεις σχετικά με το περιεχόμενο και τηρούν έλεγχο αξιολόγησης των γνώσεων που κατασκευάζουν οι μαθητές.
- Ο κοινωνικός σχηματισμός κατασκευής από τους Bandura και Vygotsky, η συνεργατική ομαδική εργασία στο πλαίσιο των γνωστικών στρατηγικών όπως η αμφισβήτηση, η αποσαφήνιση, η πρόβλεψη και η σύνοψη, (Rusbult, 2015).

Για να υπάρχει ενεργητική εμπειρία εκμάθησης, η χρήση τεχνολογικών εργαλείων και πολυμέσων συμβάλλει στην ενίσχυση της ατμόσφαιρας της τάξης. Κάθε μαθητής συμμετέχει ενεργά στη διαδικασία εκμάθησης. Χρησιμοποιώντας ταινίες και παίγνια ο δάσκαλος μπορεί να κάνει την εμπειρία πιο αποτελεσματική. Το θεωρητικό υπόβαθρο αυτής της μαθησιακής διαδικασίας είναι:

- Ροή: Η ροή είναι μια ιδέα για την ενίσχυση του επιπέδου εστίασης του μαθητή καθώς κάθε άτομο αντιλαμβάνεται και συμμετέχει πλήρως στην ατμόσφαιρα

μάθησης. Σύμφωνα με τις ικανότητες και τις δυνατότητές τους, μέσω της αυτογνωσίας, οι μαθητές εκτελούν το έργο στο χέρι. Η πρώτη μέθοδος μέτρησης της ροής ήταν η δειγματοληψία Εμπειρίας του Csikszentmihalyi (ESM).

- Στυλ μάθησης: Η απόκτηση γνώσης μέσω της τεχνικής του κάθε μαθητή ονομάζεται στυλ μάθησης. Η εκμάθηση γίνεται σύμφωνα με τις δυνατότητές του, καθώς κάθε παιδί είναι διαφορετικό και έχει δυνατότητες σε διαφορετικές περιοχές. Καλύπτει όλα τα είδη των μαθητών: οπτικού, συγγενικού, αισθητικού, γνωστικού και συναισθηματικού.
- Θέση ελέγχου: Οι άνθρωποι με υψηλή εσωτερική θέση ελέγχου θεωρούν ότι κάθε κατάσταση ή γεγονός οφείλεται στους πόρους και τη συμπεριφορά τους. Αυτοί με υψηλό εξωτερικό τόπο ελέγχου πιστεύουν ότι τίποτα δεν βρίσκεται υπό τον έλεγχό τους.
- Εγγενές κίνητρο: Το ενδογενές κίνητρο είναι ένας παράγοντας που ασχολείται με την αυτο-αντίληψη για το κάθε έργο. Το ενδιαφέρον, η στάση και τα αποτελέσματα εξαρτώνται από την αυτο-αντίληψη της συγκεκριμένης δραστηριότητας, (Karahocaa et al, 2010).

3.4 Στρατηγικές ενεργούς μάθησης

3.4.1 Τεχνική ερώτησης και απάντησης

Οι ερωτήσεις είναι ένας απλός αλλά αποτελεσματικός τρόπος για την προώθηση της αλληλεπίδρασης και δίνουν μια αίσθηση της κατανόησης των μαθητών. Οι ερωτήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε τρόπο. Πρέπει να αναπτυχθούν οι ερωτήσεις πριν από την τάξη και να αποφασιστεί πότε θα ζητηθούν. Μπορούν να ζητηθούν ερωτήσεις ανά πάσα στιγμή, αλλά είναι σημαντικό να διαφοροποιηθεί το χρονοδιάγραμμα για να αποφευχθεί η επανάληψη / η πλήξη (π.χ. μην υποβάλλονται συστηματικά ερωτήσεις μετά από κάθε 5 διαφάνειες). Είναι σημαντικό να τονωθεί η δραστηριότητα από ολόκληρη την τάξη και να αναγνωριστούν όλες οι απαντήσεις, για να υποστηριχθεί η συνεχής συμμετοχή.

3.4.2 Επιδείξεις στην τάξη

Οι διαδραστικές επιδείξεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποδειχθεί η εφαρμογή μιας έννοιας. Οι σπουδαστές θα πρέπει να συμμετέχουν στην επίδειξη και να

υποχρεώνονται να αναλύουν και να απεικονίζουν τη διαδικασία. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να προβλέψουν την έκβαση των επιδείξεων μεμονωμένα και στη συνέχεια να τις συζητήσουν σε ομάδες ή με ολόκληρη την τάξη. Οι επιδείξεις στην τάξη είναι πολύτιμες επειδή αυξάνουν την κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές, ενώ παράλληλα αυξάνουν την απόλαυση των μαθητών στην τάξη.

3.4.3 Καταιγισμός ιδεών (brainstorming)

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές καλούνται να δημιουργήσουν ιδέες σχετικά με ένα συγκεκριμένο θέμα, κατηγορία ή ερώτηση ενώ διευκολύνεται η καταγραφή των απαντήσεων στον μαυροπίνακα / πίνακα. Οι μαθητές πρέπει να ενθαρρύνονται να αξιοποιούν τις προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες. Είναι σημαντικό να αναγνωρίζονται όλες οι απαντήσεις κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου δημιουργίας ιδεών. Το Brainstorming μπορεί να προσαρμοστεί σε μικρές ή μεγάλες τάξεις, σε οποιαδήποτε τρόπο και σε οποιοδήποτε χρονικό διάστημα.

3.4.4 Διαγώνισμα ενός λεπτού

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές γράφουν μια απάντηση 1-2 λεπτών σε μια ανοιχτή ερώτηση. Αυτή η δραστηριότητα μπορεί να γίνει ανά πάσα στιγμή. Εάν χρησιμοποιείται στο τέλος της τάξης, οι μαθητές μπορούν να γράψουν μια απάντηση για να δώσουν ανατροφοδότηση σχετικά με την κατανόησή τους. Μπορεί να ρωτηθούν "Ποιο είναι το πιο σημαντικό πράγμα που μάθατε;"; "Συνοψίστε τη σημερινή διάλεξη σε μία πρόταση". «Ποιες ερωτήσεις παραμένουν;» Μπορεί επίσης να συμπεριληφθεί αυτή η δραστηριότητα σε όλη τη διάλεξη ως μετάβαση μεταξύ των θεμάτων, επιτρέποντάς τους να προβληματιστούν και να συνοψίσουν τις πληροφορίες και να εντοπίσουν αυτό που δεν καταλαβαίνουν, πριν προχωρήσουν.

3.4.5 Σκέψου-συνεργάσου-μοιράσου

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές σκέφτονται μια συγκεκριμένη ερώτηση ξεχωριστά, κατόπιν σχηματίζουν ζεύγη για να συζητήσουν τις απαντήσεις τους. Μετά από αυτό, τα αποτελέσματα μοιράζονται σε μια μεγάλη συζήτηση στην τάξη. Εναλλακτικά, δύο ζευγάρια μαθητών μπορούν να ζευγαρώσουν για να συγκρίνουν και να συζητήσουν τις απαντήσεις. Αυτή η διαδικασία αναγκάζει τους μαθητές να σκέπτονται μεμονωμένα, και στη συνέχεια τους επιτρέπει να αναλύουν και να διευκρινίζουν την απόκριση τους σε

συνεργασία. Βοηθά τους μαθητές να οργανώσουν προηγούμενες γνώσεις, να κατανοήσουν ή να συνοψίσουν και να εφαρμόσουν και να ενσωματώσουν νέες πληροφορίες. Αυτή η δραστηριότητα μπορεί να ποικίλει με την πάροδο του χρόνου (συνήθως 5-10 λεπτά) ανάλογα με την πολυπλοκότητα της ερώτησης. Το Think-pair-share λειτουργεί καλά με τις προγραμματισμένες ερωτήσεις.

3.4.6 Σύντομες περιπτώσεις / σενάρια

Η χρήση σεναρίων / περιπτωσιολογικών μελετών επιτρέπει στους μαθητές να εφαρμόζουν τις έννοιες που μαθαίνουν στην τάξη σε «πραγματικές καταστάσεις». Αυτή η δραστηριότητα είναι ευέλικτη και μπορεί να προσαρμοστεί για χρήση σε διάφορους κλάδους. Μπορεί να είναι τόσο απλό όσο να θέτει μια μόνο ερώτηση στην τάξη, ή να δημιουργεί μια συζήτηση για το πώς οι μαθητές θα προσεγγίσουν ένα δεδομένο σενάριο / κατάσταση. Μπορεί επίσης να είναι εκτεταμένη και να απαιτεί από τους μαθητές να διεξάγουν συμπληρωματικές έρευνες για να προσεγγίσουν αποτελεσματικά το σενάριο. Σε αυτό το παράδειγμα, οι μαθητές θα συζητήσουν και θα αναλύσουν το σενάριο / περίπτωση εφαρμόζοντας τις γνώσεις που έχουν μάθει στο μάθημα. Οι μαθητές μπορούν να παρουσιάσουν εν συντομία τα ευρήματά τους στην τάξη, είτε σε μικρές ομάδες, είτε σε μια εργασία.

3.4.7 Συζητήσεις

Οι συζητήσεις μπορούν να είναι χρήσιμες τόσο στην τάξη όσο και στο διαδίκτυο, και μπορούν να προσαρμοστούν σε οποιοδήποτε μέγεθος τάξης (αν και πιο αποτελεσματικό στις ρυθμίσεις μικρότερων ομάδων) και σε οποιαδήποτε τρόπο. Σε μια συζήτηση ο εκπαιδευτής διευκολύνει την μαθησιακή εμπειρία των μαθητών. Η συζήτηση απαιτεί από τους μαθητές να σκέφτονται κριτικά και να αξιολογούν τις δικές τους και άλλες απαντήσεις. Οι μαθητές είναι σε θέση να διερευνήσουν μια ποικιλία απόψεων και να βασιστούν στη γνώση και την κατανόηση του περιεχομένου του άλλου. Οι συζητήσεις βοηθούν τους μαθητές να αναπτύξουν τις δεξιότητες της σύνθεσης και ολοκλήρωσης της γνώσης.

3.5 Οφέλη ενεργούς μάθησης – βιβλιογραφική ανασκόπηση

Πολλές μελέτες έχουν δείξει στοιχεία για την υποστήριξη της ενεργούς μάθησης, με την κατάλληλη προηγούμενη διδασκαλία. Μια μετα-ανάλυση 225 μελετών συγκρίνοντας την

παραδοσιακή διάλεξη με την ενεργητική μάθηση στα πανεπιστήμια μαθηματικών, επιστημών και μηχανικών διαπίστωσε ότι η ενεργητική μάθηση μειώνει τα ποσοστά αποτυχίας από 32% σε 21% και αυξάνει την απόδοση των μαθητών στις αξιολογήσεις μαθημάτων και τα αποθέματα ιδεών κατά 0,47 τυπικές αποκλίσεις . Επειδή τα ευρήματα ήταν τόσο ισχυρά όσον αφορά τη μεθοδολογία της μελέτης, την έκταση των ελέγχων και το θέμα, η δημοσίευση της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών προτείνει ότι θα ήταν ανήθικο να συνεχίσει να χρησιμοποιείται η παραδοσιακή προσέγγιση των διαλέξεων ως ομάδα ελέγχου σε τέτοιες μελέτες.

Τα μεγαλύτερα θετικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν σε μεγέθη τάξεων κάτω των 50 φοιτητών και μεταξύ των μαθητών που υποεκπροσωπούνται στα πεδία STEM, (Freeman e al, 2014). Ο Richard Hake (1998) εξέτασε τα δεδομένα από πάνω από 6000 μαθητές φυσικής σε 62 εισαγωγικά μαθήματα φυσικής και διαπίστωσε ότι οι μαθητές σε μαθήματα που χρησιμοποίησαν ενεργητική μάθηση και διαδραστικές τεχνικές εμπλοκής βελτιώθηκαν κατά 25 τοις εκατό, επιτυγχάνοντας μέση αύξηση 48% σε μια τυπική δοκιμασία της φυσικής της γνώσης, του Force Concept Inventory, σε σύγκριση με κέρδος 23% για τους φοιτητές σε παραδοσιακά μαθήματα με διδασκαλία.

Ομοίως, οι Hoellwarth & Moelter, (2011), έδειξαν ότι όταν οι εκπαιδευτές άλλαξαν τα μαθήματα φυσικής από την παραδοσιακή διδασκαλία στην ενεργό μάθηση, η μάθηση των μαθητών βελτιώθηκε κατά 38%, από 12% σε πάνω από 50%, όπως μετράται από το Force Concept Inventory, που έχει γίνει το πρότυπο μέτρο της μάθησης των μαθητών στα μαθήματα φυσικής. Το 2004, ο Prince διαπίστωσε ότι «υπάρχει ευρεία αλλά άνιση υποστήριξη για τα βασικά στοιχεία της ενεργούς, συνεργατικής, συνεταιριστικής και βασισμένης σε προβλήματα μάθησης» στην εκπαίδευση των μηχανικών. Ο Michael, (2006), ανασκοπώντας την εφαρμογή της ενεργούς μάθησης στην εκπαίδευση φυσιολογίας, βρήκε ένα "αυξανόμενο σώμα έρευνας μέσα σε συγκεκριμένες επιστημονικές κοινότητες διδασκαλίας που υποστηρίζει και επικυρώνει τις νέες προσεγγίσεις στη διδασκαλία που έχουν υιοθετηθεί".

Σε μια έκθεση του 2012 με τίτλο "Engage to Excel", (President’s Council of Advisors on science and technology, 2012), το Συμβούλιο Συμβούλων Επιστημόνων και Τεχνολογίας (PCAST) του Προέδρου των Ηνωμένων Πολιτειών περιγράφει πως οι βελτιωμένες μέθοδοι διδασκαλίας, συμπεριλαμβανομένης της συμμετοχής των μαθητών στην ενεργητική

μάθηση, θα αυξήσουν τη διατήρηση των σπουδαστών και θα βελτιώσουν τις επιδόσεις στο κύκλο μαθημάτων STEM. Μία μελέτη που περιγράφεται στην έκθεση διαπίστωσε ότι οι μαθητές σε παραδοσιακά μαθήματα διδασκαλίας ήταν διπλάσια πιθανό να εγκαταλείψουν τη μηχανική και τρεις φορές πιο πιθανό να εγκαταλείψουν το κολέγιο εξ ολοκλήρου σε σύγκριση με τους μαθητές που διδάσκονται χρησιμοποιώντας τις ενεργές τεχνικές μάθησης. Σε μια άλλη αναφερόμενη μελέτη, οι μαθητές σε μια τάξη φυσικής που χρησιμοποίησαν μεθόδους ενεργητικής μάθησης έμαθαν δύο φορές περισσότερο από αυτούς που διδάχθηκαν σε μια παραδοσιακή τάξη, όπως μετρήθηκαν με τα αποτελέσματα των δοκιμών.

Η ενεργός μάθηση έχει εφαρμοστεί σε μεγάλες διαλέξεις και έχει αποδειχθεί ότι τόσο οι εγχώριοι όσο και οι διεθνείς φοιτητές αντιλαμβάνονται ευρύ φάσμα πλεονεκτημάτων. Σε μια πρόσφατη μελέτη, επιτεύχθηκαν ευρείες βελτιώσεις στην εμπλοκή των σπουδαστών και την κατανόηση του υλικού μεταξύ των διεθνών σπουδαστών, (Marrone et al, 2018). Οι ενεργές προσεγγίσεις μάθησης έχουν επίσης αποδειχθεί ότι μειώνουν την επαφή μεταξύ των σπουδαστών και της σχολής κατά τα δύο τρίτα, ενώ παράλληλα διατηρούν τα μαθησιακά αποτελέσματα που ήταν τουλάχιστον τόσο καλά, και σε μία περίπτωση, σημαντικά καλύτερα σε σύγκριση με εκείνα που επιτυγχάνονται στις παραδοσιακές αίθουσες διδασκαλίας. Επιπλέον, οι αντιλήψεις των μαθητών για τη μάθησή τους βελτιώθηκαν και οι τάξεις ενεργητικής μάθησης αποδείχθηκαν ότι οδηγούν σε μια πιο αποτελεσματική χρήση του φυσικού χώρου, (Baepler et al, 2014).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ Ε.Π. ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

4.1 Εκπαίδευση μέσω εφαρμογών Ε.Π.

Οι άνθρωποι εκπαιδεύονται και μορφώνονται για να κερδίσουν μια θέση εργασίας σε ένα συγκεκριμένο τομέα. Στο βιβλίο του 2004 με τίτλο "Got game: How the gamer generation is reshaping business forever", οι Beck & Wade αναφέρουν πώς από 2.500 άτομα που ερωτήθηκαν στις εταιρείες των ΗΠΑ για πώς οι παίκτες παιχνιδιών και οι μη-παίκτες αισθάνονται για την εργασία, οι παίκτες παιχνιδιών, ανεξαρτήτως ηλικίας, διέθεταν τις επιθυμητές δεξιότητες που επιθυμούσαν οι περισσότερες εταιρείες. Μέχρι το 2010, θα υπάρξουν 10 εκατομμύρια περισσότερες θέσεις εργασίας από ό, τι εργαζόμενοι και η βιομηχανία και τα σχολεία δεν έχουν άλλη ΕΠΙΛΟΓΗ από το να βρουν τρόπους για να διοχετεύσουν τη γνώση στους γεννημένους μετά το 2000 και να προσαρμοστούν στο περιβάλλον εργασίας. Ο Eric Klopfer (2005) από το εργαστήριο MIT Media πρότεινε ότι οι ενήλικες μπορούν και πρέπει να παίζουν παιχνίδια.

Τα παιχνίδια θα δώσουν μια εικόνα για το πώς τα παιδιά μαθαίνουν μέσω του παιχνιδιού. Ο Τόμας Φρίντμαν παρότρυνε επίσης τις Ηνωμένες Πολιτείες να ξανασκεφτούν τον τρόπο με τον οποίο παρέχεται η εκπαίδευση στους γεννημένους μετά το 2000. "Ο τόπος της ιδιοκτησίας και της διαδικασίας της κατασκευής και η ανταλλαγή γνώσεων, και η ίδια η γνώση, μεταβάλλεται. Οι μαθητές δεν είναι μόνο πρόθυμοι να συμμετάσχουν στην κατασκευή της γνώσης, αρχίζουν να την αναμένουν. "(Friedman, 2005).

Τα περιβάλλοντα εικονικής μάθησης και οι πλατφόρμες παιχνιδιών καθίστανται ο κανόνας στην κοινωνική δικτύωση από άτομα όλων των ηλικιών. Οι άνθρωποι που έχουν προσαρμοστεί σε αυτά τα περιβάλλοντα και άλλα περιβάλλοντα μπορούν και πρέπει να κάνουν το ίδιο ως μέσο πρόσβασης στους γεννημένους μετά το 2000. Επί του παρόντος υπάρχουν 9 εκατομμύρια εγγεγραμμένοι παίκτες του δημοφιλούς παιχνιδιού σε παγκόσμιο επίπεδο, World of Warcraft, οι περισσότεροι από τους οποίους είναι ενήλικες. Η πλατφόρμα της Linden Labs, Second Life έχει 8.6 εκατομμύρια εγγεγραμμένους χρήστες και ακόμη και το εικονικό περιβάλλον Club PenguinTM, που απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας 6 έως 13 ετών, έχει 12 εκατομμύρια χρήστες (Alter, 2007).

Πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη οι διαφορετικές μορφές μάθησης των γεννημένων μετά το 2000. Καθώς οι υπολογιστές και οι τηλεπικοινωνίες συνεχίζουν να εξελίσσονται, αναδύονται νέες μορφές μορφών μάθησης. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι μαθητές που έχουν γεννηθεί μετά το 2000 σκέφτονται με πολύ διαφορετικούς τρόπους από ό, τι οι εκπαιδευτικοί συνηθίζουν να περιμένουν από τους μαθητές τους. Η έρευνα σχετικά με τα εξελιγμένα διαδραστικά μέσα υποδεικνύει ότι τα ακόλουθα μπορεί να προκύψουν ως μορφές μάθησης μεταξύ των ηλικιών (Dede et al., 2005):

- Ευελιξία σε πολλαπλά μέσα, αποτιμώντας το καθένα για τους τύπους δραστηριοτήτων επικοινωνίας, εμπειριών και εκφράσεων που εξουσιοδοτούν.
- Μάθηση με βάση τη συλλογική αναζήτηση, το κοσκίνισμα και τη σύνθεση εμπειριών, αντί του μεμονωμένου εντοπισμού και της απορρόφησης πληροφοριών από κάποια μοναδική καλύτερη πηγή.
- Ενεργός μάθηση βασισμένη στην εμπειρία (πραγματικής και προσομοίωσης) που περιλαμβάνει συχνές ευκαιρίες για προβληματισμό.
- Έκφραση μέσω των μη γραμμικών, συνεργατικών ιστών, των αναπαραστάσεων πέρα από τις γραμμικές "ιστορίες" (π.χ. δημιουργώντας μια προσομοίωση και μια ιστοσελίδα που θα εκφράσει την κατανόηση και όχι μία δημοσίευση).
- Κωδικοποίηση των μαθησιακών εμπειριών εξατομικευμένων στις ατομικές ανάγκες και προτιμήσεις (Dede, 2005).

Είναι πολύ σημαντικό να κατανοηθεί το κοινό και η κατάσταση της τρέχουσας εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, πριν της προσχώρησης στην άβυσσο του εικονικού περιβάλλοντος μάθησης.

4.2 Η Ε.Π. στην εξ’ αποστάσεως εκπαίδευση

Το 2001, ο Serdiukov ανέφερε ότι πάνω από το 70% όλων των πανεπιστημίων ή κολεγίων των ΗΠΑ προσφέρουν μαθήματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Σήμερα τα ποσοστά είναι υψηλότερα. Επιπλέον, πολλά από τα παραδοσιακά μαθήματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν σύνδεση με το διαδίκτυο είτε πρόκειται απλώς για υποβολή εργασιών μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή για έλεγχο ενός ιστότοπου για σημειώσεις τάξης ή άλλα υλικά.

Το Web, και πιο συγκεκριμένα το Web 2.0, έχει γίνει ένα κεντρικό μέρος της εκπαίδευσης σε πολλά μέρη και θα συνεχίσει να γίνεται ακόμα πιο πολύ τα επόμενα χρόνια. Ο Serdiukov (2001) ανέφερε πως η τεχνολογία έχει μετατραπεί από ένα εργαλείο υποστήριξης σε ένα αναπόσπαστο μέρος της εκπαίδευσης και με πολλούς τρόπους έχει αρχίσει να διαμορφώνει και να δημιουργεί νέες μορφές εκπαίδευσης. Χρησιμοποιεί την ορολογία ως παράδειγμα αυτής της αλλαγής.

Τα προηγούμενα μαθήματα χρησιμοποιούνταν για την προσφορά μάθησης με τη βοήθεια υπολογιστή, ενώ σήμερα προσφέρουν μαθήματα βασισμένα σε υπολογιστή ή με βάση το διαδίκτυο. Σήμερα, ο Παγκόσμιος Ιστός είναι η κεντρική μέθοδος για μαθήματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, αλλά υπάρχουν αρκετοί τρόποι που οι εκπαιδευτές και οι φοιτητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν για την παροχή πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένου ενός ευρέος φάσματος εικονικών μαθησιακών περιβαλλόντων από ένα πιο παραδοσιακό σύστημα διαχείρισης μάθησης, μέχρι τη διατήρηση μιας τάξης μαθητών σε έναν 3D εικονικό κόσμο (π.χ. Second Life).

Τι είναι τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης; Τα περιβάλλοντα εικονικής μάθησης είναι απλά προγράμματα λογισμικού ή συστήματα σχεδιασμένα για να βοηθήσουν τη διδασκαλία και τη μάθηση σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον. Μερικά από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης είναι συστήματα διαχείρισης μάθησης (LMS) ή συστήματα διαχείρισης μαθημάτων (CMS) (π.χ. Blackboard και Moodle) που τοποθετούν μια συλλογή εργαλείων σε ένα πρόγραμμα λογισμικού που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτής ή / και ο φοιτητής. Τα εργαλεία περιλαμβάνουν βιβλία βαθμολόγησης, σεμινάρια online, ημερολόγια, φόρουμ κ.λπ. Αλλά ένα εικονικό περιβάλλον μάθησης μπορεί επίσης να είναι ένας εικονικός κόσμος ή ένα online παιχνίδι, στο οποίο οι μαθητές παρακολουθούν μαθήματα ή δουλεύουν.

Οι εικονικοί κόσμοι μπορούν να σχεδιαστούν για οτιδήποτε χρειάζονται οι εκπαιδευτές. Μια τάξη στη Σαίξπηρική λογοτεχνία θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί σε ένα παραδοσιακό Ελισαβετιανό θέατρο όπου οι μαθητές δρουν στα έργα, φέρνοντας μια πλουσιότερη εμπειρία από ότι απλώς διαβάζοντας τα έργα. Πολλά σχολεία και επιχειρήσεις χρησιμοποιούν περιβάλλοντα premade, δηλαδή μερικά κτίρια και αντικείμενα σε αυτά έχουν ήδη δημιουργηθεί (π.χ. Second Life) για να μειώσουν τον αρχικό φόρτο εργασίας του προσωπικού.

Το Second Life έχει χρησιμοποιηθεί για διάφορους εκπαιδευτικούς σκοπούς: ως αίθουσες διδασκαλίας και εργαστήρια και περιβάλλοντα για την άσκηση / δοκιμή διαφόρων δεξιοτήτων. Οι κοινωνικοί επιστήμονες, συμπεριλαμβανομένων των ανθρωπολόγων, των κοινωνιολόγων και των ψυχολόγων, χρησιμοποιούν το Second Life ως εργαστήριο για τη μελέτη ανθρώπων. Βρίσκουν την αλληλεπίδραση των avatars-προσομοιώσεων ανθρώπων ένα ενδιαφέρον θέμα (Foster, 2005). Οι ερευνητές έχουν διαπιστώσει ότι πολλές από τις συνδέσεις και τις εντάσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των avatars είναι πολύ σχετικές με τη συμπεριφορά των ανθρώπων και των οργανώσεων στην πραγματική ζωή.

Έχουν διεξαχθεί ειδικές έρευνες σε θέματα σχετικά με το γάμο, την ταυτότητα φύλου, την κοινωνική θέση και τη θρησκεία. Μια καθηγήτρια στο κολλέγιο Elon λέει ότι «μπορεί να πάρει τον μαθητή της να καταλάβει σε πέντε λεπτά αυτό που θα έπρεπε κανονικά να ακούσει από διάλεξη για περίπου πέντε ώρες» χρησιμοποιώντας το Second Life (Foster, 2005, σελ. A36).

Οι καθηγητές επιχειρήσεων χρησιμοποιούν το Second Life ως μια εικονική οικονομία για να μελετήσουν τις επιπτώσεις των οικονομικών αποφάσεων στον πραγματικό κόσμο. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν, να αγοράσουν και να πουλήσουν μια ποικιλία προϊόντων σε αυτό το 3D VLE για "δολάρια Linden", τα οποία μπορούν να ανταλλαγούν με πραγματικά χρήματα (Foster, 2005). Έτσι, οι σπουδαστές μπορούν να μελετήσουν οικονομικά, τη διαφήμιση, την ακίνητη περιουσία, την επιχειρηματικότητα και πολλά άλλα θέματα επιχειρηματικού ενδιαφέροντος και δεξιοτήτων.

Σε μια συγκεκριμένη περίπτωση, ένα μάθημα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης που αρχικά χρησιμοποίησε το Blackboard LMS για την παράδοση του περιεχομένου του αποφάσισε να χρησιμοποιήσει το Second Life ως μια μέθοδο δημιουργίας ισχυρότερης αίσθησης κοινότητας μεταξύ των μαθητών και βελτίωσης της επικοινωνίας μεταξύ του εκπαιδευτή και των φοιτητών (Childress & Braswell, 2006).

Ο εκπαιδευτής ήθελε να προσελκύσει τους φοιτητές σε ένα περιβάλλον που τους επέτρεψε να εμπλακούν περισσότερο με τον εκπαιδευτικό και τους άλλους φοιτητές. Οι αίθουσες συνομιλίας έχουν χρησιμοποιηθεί πριν για να προσπαθήσουν να καλλιεργήσουν αυτήν την αίσθηση της κοινότητας, αλλά δεν προσφέρουν κανένα οπτικό στοιχείο όπως το 3D VLE. Οι μαθητές και οι εκπαιδευτές μπορούν να παρακολουθήσουν πώς

αλληλοεπιδρούν άλλα μέλη μεταξύ τους και αντικείμενα που βρίσκονται στο περιβάλλον που είναι κάτι που ενισχύει την εμπειρία.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο εκπαιδευτής σχεδίασε ένα τριώροφο κτίριο με καθιστικά, γραφεία, σαλόνι, βιβλιοθήκη, χώρο με εξοπλισμό βίντεο για την παρακολούθηση ταινιών και σαλόνι στον τελευταίο όροφο για μεγαλύτερες ομάδες. Αρχικά, το κτίριο αυτό χρησιμοποιήθηκε μόνο για χρήση σε εικονικές ώρες γραφείου, στο Second Life και κοινωνικοποίηση, αλλά σύμφωνα με τις σχολικές κάρτες σχολίων επίσης χρησιμοποιήθηκε για να δημιουργήσει μια καλύτερη αίσθηση της κοινότητας και της επικοινωνίας στην τάξη.

Στο επόμενο βήμα αυτού του συγκεκριμένου μαθήματος, οι εκπαιδευτές σχεδίαζαν να ενσωματώσουν στο περιβάλλον περισσότερα εργαλεία διδασκαλίας, δραστηριότητες στην τάξη και συνεργατική μαθησιακή εμπειρία (Childress & Braswell, 2006).

4.3 Εκπαιδευτικά παιχνίδια και Ε.Π.

Εξετάζοντας τους διαφορετικούς τύπους εικονικών μαθησιακών περιβαλλόντων, τα συστήματα διαχείρισης μάθησης θεωρήθηκαν ως ο τρόπος χρήσης της δύναμης του Διαδικτύου στη δεκαετία του 1990 και του 2000. Ποια θα είναι η επιλογή του μέλλοντος; Το Πρόγραμμα Horizon το 2007 εντόπισε δύο πιθανές εναλλακτικές λύσεις - εικονικούς κόσμους και μαζικό εκπαιδευτικό παίγνιο για πολλούς παίκτες (MMEG, New Media Consortium & EDUCAUSE Learning Initiative, 2007). Το πρόγραμμα Horizon ξεκίνησε τον Μάρτιο του 2002 και συνεχίζεται. Αυτό το έργο επιδιώκει να προσδιορίσει και να περιγράψει τις αναδυόμενες τεχνολογίες που είναι πιθανό να έχουν μεγάλο αντίκτυπο στη διδασκαλία και τη μάθηση στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Στην έκθεση Horizon 2007 εντοπίστηκαν έξι τεχνολογικές τάσεις. Προέβλεψαν σημαντικό αντίκτυπο στην τριτοβάθμια εκπαίδευση τα επόμενα 1 έως 5 χρόνια (Appel, 2007, New Media Consortium & EDUCAUSE Learning Initiative, 2007).

Οι έξι τάσεις που εντοπίστηκαν ήταν οι εξής:

- Περιεχόμενο που δημιουργήθηκε από το χρήστη
- Κοινωνική δικτύωση
- Κινητά τηλέφωνα
- Εικονικοί Κόσμοι

- Νέες Υποτροφίες και Αναδυόμενες Μορφές Δημοσίευσης
- Μαζικό εκπαιδευτικό παίγνιο για πολλούς παίκτες

Η Έκθεση Horizon 2006 περιλάμβανε εκπαιδευτικά παίγνια ως μία από τις τάσεις που περιλάμβαναν τόσο το Μαζικό Παίγνιο Πολλών Παικτών όσο και τους εικονικούς κόσμους (New Media Consortium & EDUCAUSE Learning Initiative, 2007). Θα γίνει αναφορά στους εικονικούς κόσμους ως 3D VLES. Πολλές από τις τάσεις και τα εργαλεία που απαριθμούνται αφορούν την ιδέα των προσωπικών μαθησιακών περιβαλλόντων.

Το περιεχόμενο που δημιουργείται από χρήστες ενσωματώνει ιστολόγια, wikis και ιστότοπους on-line φωτογραφιών. Οι ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης περιλαμβάνουν το MySpace και το Facebook. Σήμερα, τα κινητά τηλέφωνα επιτρέπουν στα άτομα να έχουν πρόσβαση στο Internet, να συνομιλούν και να κάνουν λήψη podcasts ή βίντεο που κάνουν τις εκπαιδευτικές ευκαιρίες σχεδόν απεριόριστες. Η νέα μορφή υποτροφίας και οι αναδυόμενες μορφές δημοσιεύσεων περιλαμβάνουν τα blogs, τα wikis και άλλα είδη ανταλλαγής εγγράφων ή ανοικτών σχολίων τύπους ιστότοπων. Οι συντάκτες μπορούν να επιλέξουν να γράψουν σε ένα blog ή στο wiki για να λάβουν άμεση ανατροφοδότηση από άλλους επαγγελματίες ή αναγνώστες για να βοηθηθούν στην πραγματοποίηση αλλαγών στην πορεία της εργασίας τους παρά στο τέλος της.

Αυτοί οι τύποι εργαλείων επιτρέπουν την ευκολότερη συνεργασία για ομάδες ατόμων που μπορεί να μην γνωρίζονται ούτε να βρίσκονται κοντά μεταξύ τους. Πολλές από τις τεχνολογίες που αναφέρονται μπορούν να εφαρμοστούν στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Θα αναφερθούν κυρίως οι εικονικοί κόσμοι και το Massive Multiplayer Educational Gaming (MMEG), παρόλο που πολλές από τις άλλες τάσεις μπορούν να συνδεθούν με αυτά τα δύο είδη περιβάλλοντος. Έχουν διερευνηθεί εδώ και χρόνια τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των βιντεοπαιχνιδιών στην εκπαίδευση. Ένα συμπέρασμα στο οποίο συμφωνούν οι περισσότεροι ερευνητές είναι ότι οι παίκτες μαθαίνουν κάτι από τα βιντεοπαιχνίδια (Shaffer, Squire, Halverson, & Gee, 2005). Τα αρνητικά επιχειρήματα σε πολλές περιπτώσεις είναι τα ίδια με οποιαδήποτε νέας μορφής τεχνολογία ψυχαγωγίας.

Πολλά από τα ίδια επιχειρήματα χρησιμοποιήθηκαν κατά των ταινιών με ομιλία και της χρήσης τηλεόρασης σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Squire, 2003). Είναι θέμα χρήσης με μετριοπάθεια και με κατάλληλο τρόπο. Ένα από τα βασικά πράγματα για τα 3D VLES και

MMEG που θα ωφελήσουν την εκπαίδευση είναι ότι επιτρέπουν στους παίκτες να βιώσουν την τεχνολογία από πρώτο χέρι. Όπως επισημαίνει ο Gee (2005), μεγάλο μέρος της επιτυχίας στο σχολείο βασίζεται στην ικανότητα της κατανόησης της πολύπλοκης ακαδημαϊκής γλώσσας όπως το λεξιλόγιο που υπάρχει στα εγχειρίδια. Όταν οι μαθητές κατανοούν μόνο τη λεκτική γλώσσα, μπορεί να είναι σε θέση να ανταλλάξουν λέξεις στους δικούς τους ορισμούς και να περάσουν τις γραπτές εξετάσεις, αλλά δεν μπορούν να την χρησιμοποιήσουν στην επίλυση προβλημάτων στον πραγματικό κόσμο.

Το 3D VLES επιτρέπει στους μαθητές να βιώσουν προβλήματα για τον εαυτό τους και να τα εφαρμόσουν σε μεθόδους δοκιμής και σφάλματος στον κόσμο γύρω τους. Αυτοί οι κόσμοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βιώσουν οι φοιτητές οτιδήποτε από τις συνέπειες της βαρύτητας μέχρι τους ασθενείς που ταξινομούν σε αίθουσα έκτακτης ανάγκης. Ο Gee (2005, σελ. 20) απαρίθμησε έξι λόγους για να εξηγήσει ότι τα βιντεοπαιχνίδια είναι καλά για την μάθηση:

- Μπορούν να δημιουργήσουν μια ενσωματωμένη ενσυναίσθηση για ένα πολύπλοκο σύστημα.
- Πρόκειται για προετοιμασία και προσομοίωση της ενσωματωμένης εμπειρίας.
- Περιλαμβάνουν κατανεμημένη νοημοσύνη μέσω της δημιουργίας έξυπνων εργαλείων.
- Δημιουργούν ευκαιρίες για διαλειτουργική χρήση.
- Επιτρέπουν την τοποθέτηση της έννοιας.
- Μπορούν να είναι ανοιχτά, επιτρέποντας στόχους και σχέδια που συνδυάζουν το προσωπικό και το κοινωνικό επίπεδο.

Προειδοποίησε ότι τα βιντεοπαιχνίδια δεν κάνουν απαραίτητα όλα αυτά τα πράγματα από μόνα τους, αλλά εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται και από τα μαθησιακά συστήματα στα οποία αποτελούν μέρος. Οι εκπαιδευτικές προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια στα σχολεία. Πολλές από αυτές είναι επιστημονικές προσομοιώσεις όπου ο μαθητής παρακολουθεί την οθόνη από εξωτερικό ρόλο ως παρατηρητής. Τα 3D VLES και MMEGs είναι επίσης προσομοιώσεις, αλλά αντί να είναι ο φοιτητής ένας εξωτερικός παρατηρητής ο ίδιος είναι μέρος της προσομοίωσης, επιτρέποντάς του να διερευνήσει, να ανακαλύψει και να δημιουργήσει δικούς του στόχους μέσα στην προσομοίωση (Gee, 2005).

Οι βιομηχανίες, οι κυβερνητικές υπηρεσίες (π.χ. ο στρατός των Η.Π.Α., η NASA) και οι εμπορικές αεροπορικές εταιρείες χρησιμοποίησαν επιτυχώς προσομοιώσεις για την εκπαίδευση του προσωπικού τους. Αυτοί οι τύποι προσομοιώσεων χρησιμοποιούν μάθηση πλήρους κύκλου με την οποία ο σπουδαστής κατανοεί ένα σύστημα, έχει ανάδραση με αυτό και ενημερώνει την γνώση του (Gee, 2005). Οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται καλύτερα σύμφωνα με τον Aldrich (2002) σε τρεις περιπτώσεις.

- Οι προσομοιώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ιδεών και εννοιών που μόνο οι εμπειρίες μπορούν να ενισχύσουν την κατανόησή τους.
- Οι προσομοιώσεις είναι καλές για να δίνουν στους ανθρώπους πρακτική στη λήψη αποφάσεων πριν αντιμετωπίσουν πραγματικές καταστάσεις που μπορεί να είναι επικίνδυνες ή κρίσιμες, ή για θέματα που αφορούν το χρόνο ή την κλίμακα.
- Οι προσομοιώσεις επιτρέπουν στους ανθρώπους να βιώσουν χρόνο ή χώρο που είναι μη πιθανό να βιώσουν άμεσα.

Τα μοντέλα 3D VLES και MMEGS ενσωματώνουν όλους αυτούς τους τύπους προσομοιώσεων που επιτρέπουν απεριόριστες δυνατότητες εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Στην έκθεσή τους, οι New Media Consortium και EDUCAUSE Learning Initiative (2007) δήλωσαν ότι το 3D VLES είναι μια τάση που δεν θα εμφανιστεί για τα επόμενα 2 έως 3 χρόνια, αλλά πολλά μαθήματα αρχίζουν ήδη να τα χρησιμοποιούν. Τα 3D VLES μπορούν να εφαρμοστούν σε όλους σχεδόν τους κλάδους διότι είναι γενικευμένα και όχι σχετικά με το αντικείμενο (New Media Consortium & EDUCAUSE Learning Initiative, 2007).

Μπορούν να δημιουργηθούν ρυθμίσεις που αφορούν οποιοδήποτε θέμα ή περιοχή ενδιαφέροντος. Ζητήματα με κλίμακα στην πραγματική ζωή μπορούν να αντιμετωπιστούν από εικονικά περιβάλλοντα που επιτρέπουν στους μαθητές να απεικονίζουν φυσικά αντικείμενα που συμβαίνουν κανονικά σε κοσμική κλίμακα ή νανοκλίμακα. Οι εικονικοί κόσμοι επιτρέπουν επίσης την κοινωνική αλληλεπίδραση, η οποία μπορεί να αποβεί επωφελής για την ανάπτυξη ρόλων και την ανάπτυξη σεναρίων, επιτρέποντας στους μαθητές να κάνουν το επιπλέον βήμα για να αναλάβουν το ρόλο ή τις ευθύνες ενός παραϊατρικού επιστήμονα, αρχιτέκτονα ή βιολόγου χωρίς να χρειάζεται να ανησυχούν για τις συνέπειες στον πραγματικό κόσμο.

4.4 Εμπόδια εφαρμογής της Ε.Π. στην εκπαίδευση

Πολλοί διαχειριστές προέρχονται από μια γενιά που δεν παίζει βίντεο και που δεν καταλαβαίνει την έκκληση ή το όφελος από τη χρήση αυτών των εργαλείων στην εκπαίδευση (Squire, 2003). Το πρώτο βήμα για την υπέρβαση αυτού του εμποδίου εξηγεί στους διαχειριστές και τους εκπροσώπους των σχολείων το φάσμα των ευκαιριών μάθησης που τα παίγνια και το 3D VLES παρουσιάζουν για τους μαθητές (Shaffer et al., 2005). Τα βιντεοπαιχνίδια χρησιμοποιούνται ήδη από εταιρείες, κυβερνητικές και πολιτικές ομάδες για να μεταφέρουν ιδέες και να διδάσκουν τα γεγονότα και τις απόψεις του κόσμου. Οι Shaffer et al. (2005, σελ. 110) εξηγούν ότι "Τα σχολεία και τα σχολικά συστήματα πρέπει σύντομα να ακολουθήσουν το παράδειγμα ή να διακινδυνεύσουν να παραμείνουν στην άκρη".

Άλλα θέματα που εμποδίζουν τη χρήση των εικονικών κόσμων και των MMEG περιλαμβάνουν τη μη πρόσβαση στην απαιτούμενη τεχνολογία, το κόστος και την έλλειψη αναπτυγμένων προγραμμάτων ή παιγνίων που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι εκπαιδευτές. Πρέπει να χρησιμοποιούνται 3D VLES και MMEG στο σχολείο ή εκτός σχολείου; Οι ερευνητές υποστηρίζουν και τα δύο. Αυτά προσφέρουν μια τεράστια ποικιλία δυνατοτήτων. Και οι δύο μορφές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αντικαταστήσουν τα εργαστήρια που θεωρούνται επικίνδυνα ή δύσκολα να αναδημιουργηθούν στην τάξη. Μπορούν να λειτουργήσουν ως αίθουσες διδασκαλίας. Τα MMEG μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εργασία στο σπίτι ή ως διδασκαλία μετά τη σχολική φοίτηση για φοιτητές που χρειάζονται επιπλέον βοήθεια.

Τα MMEGs μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένας τρόπος για όλους τους μαθητές να μελετήσουν για διαγωνίσματα. Μία από τις διαφορές μεταξύ εικονικών κόσμων και MMEG είναι η αλληλεπίδραση με άλλους μαθητές, αλλά δεν πρέπει πάντα να αποτελούν ένα περιβάλλον για σύγχρονη επικοινωνία. Οι μαθητές μπορούν να επισκεφθούν πηγές, βίντεο και άλλους συνδέσμους που σχετίζονται με τις πληροφορίες της τάξης τους, που κανονικά θα βρεθούν σε μια ιστοσελίδα του μαθήματος. Αυτά τα εργαλεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα εργαλεία για πιο παραδοσιακά μαθήματα σε απευθείας σύνδεση, για εικονικές ώρες γραφείου για συνάντηση μαθητών και καθηγητών, σαν ένας χώρος για τους μαθητές που θα αλληλοεπιδρούν όπως τους αρέσει, σαν ένας χώρος για

ένα άτομο για να βρει περισσότερες πληροφορίες, ή για να τρέξει μία προσομοίωση για κάτι που οι μαθητές δεν καταλαβαίνουν στην τάξη.

Χρησιμοποιώντας το Second Life, οι σπουδαστές μπορούν να μελετήσουν με άλλα άτομα για ένα πρόγραμμα της τάξης τους. Αυτά τα εργαλεία είναι ήδη δημοφιλή με πολλούς ανθρώπους εκτός της εκπαίδευσης. Οι εκπαιδευτές θα μπορούσαν να επωφεληθούν από αυτό κάνοντας το Second Life ή άλλα εικονικά περιβάλλοντα μία συνέχεια της εξωσχολικής ζωής των μαθητών, αντί να το περιορίζουν ειδικά είτε στη σχολική είτε στη μετά το σχολείο χρήση. Τα βιντεοπαιχνίδια είναι δαπανηρά να γίνουν, γεγονός που γίνεται θέμα εκπαίδευσης. Οι σπουδαστές προτιμούν το ίδιο επίπεδο λεπτομέρειας να τίθεται σε εκπαιδευτικά παιχνίδια όπως σε εκείνα τα παιχνίδια για ψυχαγωγία, παρόλο που αυτό δεν είναι απαραίτητο για τους μαθητές για να μάθουν από αυτά.

Πολλές κυβερνητικές υπηρεσίες (π.χ. ο στρατός των Η.Π.Α. και η NASA) και ιδιωτικές εταιρείες που χρησιμοποιούν προσομοιώσεις για εκπαιδευτικό προσωπικό έχουν ήδη βρει λύση σε αυτό το πρόβλημα (Gee, 2005, Shaffer et al., 2005). Δημιούργησαν έναν προσομοιωτή πτήσης ή εκπαιδευτή στρατιωτικού προσωπικού σχεδιασμένο για τις ανάγκες τους και τροποποίησαν την προσομοίωση για να δημιουργήσουν μια εμπορική έκδοση ψυχαγωγίας. Δεν υπάρχει κανένας λόγος ότι αυτό δεν μπορεί να γίνει με τα εκπαιδευτικά 3D VLE και MMEG, ή οποιοδήποτε εκπαιδευτικό παιχνίδι, για να διατηρηθεί το χαμηλότερο κόστος. Το Second Life, για παράδειγμα. Τα πανεπιστήμια και οι επιχειρήσεις έχουν ελεύθερο χώρο για χρήση για ένα εξάμηνο, ενώ το κοινό αγοράζει για $ 5 έως $ 195 ανά μήνα, ανάλογα με το μέγεθος των πακέτων που επιθυμούν (Linden Research, Inc., 2008). Εάν αυτά τα 3D VLES ή MMEGs λειτουργούν επίσης στο να κάνουν τη μάθηση συναρπαστική με τον τρόπο που οι ερευνητές αναμένουν, δεν υπάρχει κανένας λόγος ότι οι μαθητές που εκτίθενται σε αυτά τα περιβάλλοντα τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό του σχολείου δεν θα θέλουν να ξοδέψουν χρόνο σε αυτά έξω από το σχολείο. Παράδειγμα αποτελούν οι σπουδαστές από απόσταση που συναντιούνται και εργάζονται μαζί σε ένα 3D VLE ως μέρος μιας τάξης. Γίνονται φίλοι, αλλά μπορούν να ζουν εκατοντάδες μίλια μακριά ή να μάθουν ότι παίρνουν περισσότερα από τα ίδια μαθήματα μαζί που δεν χρησιμοποιούν αυτό το είδος της τεχνολογίας και μπορεί να θέλουν να συναντηθούν για να εργαστούν για μία εργασία ή να μελετήσουν για ένα διαγώνισμα.

Οι φοιτητές της ιατρικής σχολής μπορεί να θέλουν να τρέξουν περισσότερα σενάρια σε ένα εικονικό νοσοκομείο που χρησιμοποιούν για την τάξη για να εξασκήσουν τα καθήκοντα τους με τους ασθενείς και τα μέλη της οικογένειάς τους, αλλά μπορούν να ασκηθούν με πραγματικούς ανθρώπους που πάσχουν από οποιεσδήποτε ασθένειες (πραγματικές ή πλασματικές) χωρίς να ανησυχούν για τις πραγματικές συνέπειες.

Μια άλλη επιλογή για τη συμβολή στη μείωση του κόστους των εκπαιδευτικών παιχνιδιών είναι μέσω της διαφήμισης. Οι τοποθετήσεις προϊόντων γίνονται συχνές στα βιντεοπαιχνίδια (Abelson, 2005). Μια καθαρή, χωρίς διαφήμιση έκδοση θα πρέπει να είναι διαθέσιμη για χρήση στα σχολεία, αλλά μπορούν να προστεθούν διαφημίσεις στην έκδοση που πωλείται για ψυχαγωγία. Πολλά blogs και wikis κάνουν αυτό για να προσφέρουν δωρεάν ιστοσελίδες. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ζητήσουν έναν ιστότοπο χωρίς διαφήμιση για σχολική χρήση, ενώ διαφημίσεις προστίθενται στους ίδιους ιστότοπους όταν χρησιμοποιούνται από το ευρύ κοινό. Τα έξοδα διαφήμισης σε βιντεοπαιχνίδια μπορεί να κυμανθούν από $ 5.000 έως $ 500.000. Οι διαφημίσεις μπορεί να είναι απλές. Για παράδειγμα, ένας υπολογιστής Apple μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να λάβει τα αποτελέσματα της εργαστηριακής εργασίας ως μέρος της ιστορίας του παιχνιδιού. Ένα θύμα δολοφονίας στο παιχνίδι "Law & Order: Justice is Served" επρόκειτο να υπογράψει σύμβαση με τη σχεδιάστρια μόδας Lacoste (Abelson, 2005).

Τελικά, η πρόσβαση σε αυτούς τους εικονικούς κόσμους και MMEG πρέπει να είναι σε όσο χαμηλό κόστος απαιτείται για χρήση από τους εκπαιδευτικούς. Τα καλύτερα παίγνια που αποδείχθηκαν ότι δίνουν στους μαθητές μια καλή εκμάθηση δεν θα χρησιμοποιηθούν αν δεν είναι προσιτά για τους εκπαιδευτικούς που εργάζονται με μικρούς προϋπολογισμούς. Τα παιχνίδια ενθαρρύνουν την εξερεύνηση, την ατομική έκφραση και τον πειραματισμό με κοινωνικά όρια (Shaffer et al., 2005). Έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν την εκπαίδευση όπως είναι τώρα γνωστή τόσο στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση όσο και στην παραδοσιακή εκπαίδευση. Πολλοί άνθρωποι αισθάνονται ότι οι γραμμές μεταξύ μιας παραδοσιακής τάξης και της εικονικής τάξης θα συνεχίσει να θολώνει μέχρι να διακριθεί δύσκολα η διαφορά. Οι εικονικοί κόσμοι μπορούν να αναδημιουργήσουν μια αίσθηση κοινότητας που έχει χαθεί σε πολλά μαθήματα που μετακινούνται από τις παραδοσιακές αίθουσες διδασκαλίας σε online διδασκαλία, ενώ θα επιτρέπουν στους μαθητές να βιώσουν πράγματα που ποτέ δεν θα μπορέσουν να βιώσουν σε πραγματικές καταστάσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ Ε.Π. ΣΤΗ ΔΙΑΔΑΣΚΑΛΙΑ

5.1. Η διδασκαλία του κύκλου του νερού με Ε.Π.

Το άρθρο των Bogusevschi et al. (2020) αναφέρεται στη χρήση του προγράμματος NEWTON 3D Cycle Water in Nature ως μέρος μιας μελέτης περιπτώσεων από την άποψη της εμπειρίας του εκπαιδευόμενου, εκτός από τη γνώση που είχε αποκτηθεί προηγουμένως (Bogusevschi, et al., 2018). Η εφαρμογή της "εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality - VR)" που βασίζεται σε υπολογιστή επικεντρώνεται στην ορολογία της φυσικής που είναι μέρος του φυσικού κύκλου του νερού και του σχηματισμού καθίζησης, συμπεριλαμβανομένης της εξάτμισης, του βρασμού και της συμπύκνωσης. Η μελέτη περίπτωσης των Bogusevschi et al. (2020) χρησιμοποιήθηκε στο Belvedere College, στο Δουβλίνο της Ιρλανδίας, όπου μια τάξη ορίστηκε ως πειραματική ομάδα που αλληλοεπιδρά με την εφαρμογή NEWTON, ώστε να αξιολογηθεί η εμπειρία των μαθητών και η χρηστικότητα των εφαρμογών κατά την αλληλεπίδραση με την εφαρμογή Water Cycle in Nature.

Η εργασία των Bogusevschi et al. (2020) οργανώνεται με τον παρακάτω τρόπο. Αρχικά, παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο της μελέτης και περιγράφονται οι ερευνητικές εργασίες για καινοτόμες τεχνολογίες, όπως AR, VR, VL, Smart Glasses και Kinect, οι οποίες εφαρμόζονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση STEM, με έμφαση στα θέματα Φυσικής. Αυτό ακολουθείται από την περιγραφή της εφαρμογής Water Cycle in Nature, συμπεριλαμβανομένης της επισκόπησης της μελέτης περίπτωσης και της ανάλυσης των αποτελεσμάτων της, ενώ στο τέλος συνοψίζονται τα παρατηρούμενα συμπεράσματα και τα μελλοντικά σχέδια.

Διάφορες καινοτόμες μέθοδοι TEL χρησιμοποιούνται σε ιδρύματα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, προκειμένου να αυξηθεί η εμπλοκή και το ενδιαφέρον των μαθητών στα μαθήματα STEM. Η Ε.Π. είναι μια πολύ δημοφιλής τεχνολογία που επιτρέπει την οπτικοποίηση διαφόρων φαινομένων και εννοιών στους μαθητές ώστε να κατανοήσουν καλύτερα τους περίπλοκους ορισμούς της ορολογίας. Για παράδειγμα, τα οφέλη του από τη στάση των μαθητών στα μαθηματικά και τις δραστηριότητες σχεδιασμού διερευνώνται σε 28 μαθητές τρίτης τάξης της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, δείχνοντας αυξημένες

θετικές στάσεις και ενδιαφέρον για τα μαθηματικά για την πειραματική ομάδα (Simsek, 2016). Ένα άλλο θετικό παράδειγμα χρήσης της Ε.Π., ειδικά στη διδασκαλία της γεωμετρίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, παρουσιάζεται στην έρευνα των Guerrero et al. (2016), όπου η τεχνολογία μικτής πραγματικότητας δημιουργήθηκε συνδυάζοντας απτές διεπαφές και εικονικούς κόσμους και επέτρεψε μια πιο ουσιαστική μάθηση εξασφαλίζοντας υψηλότερο βαθμό διατήρησης των γνώσεων. Η Ε.Π. μπορεί επίσης να παίξει σημαντικό ρόλο στα VL, τα οποία επιτρέπουν την οπτικοποίηση διαφόρων πειραμάτων σε θέματα όπως η Φυσική ή η Χημεία, σε περίπτωση που ορισμένες εγκαταστάσεις δεν είναι διαθέσιμες (Heradio et al., 2016). Πρέπει να σημειωθεί ακόμα ότι η χρήση του VL έχει αποδειχθεί ότι παρέχει ένα παρόμοιο ή αυξημένο επίπεδο γνώσης σε σύγκριση με τα παραδοσιακά εργαστήρια (Brinson, 2015).

Μια άλλη εξέχουσα καινοτόμος τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε μαθήματα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης STEM είναι η "επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented reality - AR)". Η AR αποτελεί ένα άλλο εργαλείο που επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τα δύσκολα θέματα (Yoon et al., 2017). Στην μελέτη των Wojciechowski και Cellary (2013), ένα σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης AR για τους εκπαιδευτικούς ώστε να δημιουργούν σκηνές μάθησης AR αξιολογείται σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, παρουσιάζοντας τα οφέλη από την άποψη της ευχαρίστησης των μαθητών κατά τη διάρκεια των πειραματικών μαθημάτων που ειδικεύονται στη χημεία. Τα οφέλη του AR διερευνήθηκαν επίσης σε 65 μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, όταν διδάσκονται φυσική, και ειδικά ηλεκτρομαγνητισμό, ενώ έδειξαν υψηλότερο επίπεδο συγκέντρωσης για τους μαθητές της πειραματικής ομάδας, οι οποίοι παρουσίασαν περισσότερη βελτίωση της γνώσης σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (Ibáñez et al., 2014). Η χρήση του AR στα μαθήματα Φυσικής παρουσιάστηκε επίσης στη μελέτη των Cai et al. (2017), η οποία εστίασε στη διδασκαλία μαγνητικών πεδίων και έδειξε υψηλότερες βαθμολογίες απόκτησης γνώσης καθώς και βελτιωμένη στάση των μαθητών της πειραματικής τάξης. Η ευεργετική επίδραση της τεχνολογίας AR στη διδασκαλία της χημείας επισημάνθηκε και στη μελέτη περίπτωσης των Cai, Wang και Chiang (2014) που αφορούσε στην εφαρμογή του συστήματος προσομοίωσης AR στο μάθημα της χημείας, και ειδικά στους μαθητές με χαμηλή επιτυχία.

Η τελευταία έρευνα εξέτασε τη χρήση έξυπνων κινητών, tablet και έξυπνων γυαλιών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση STEM. Οι Hochberg et al. (2018) επικεντρώθηκαν στη μηχανική και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πειραματική ομάδα εξέφρασε ένα βελτιωμένο επίπεδο ενδιαφέροντος και περιέργειας στο θέμα κατά τη διάρκεια της χρήσης ενός smartphone. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην απόκτηση γνώσεων μεταξύ της κλασικής προσέγγισης και της πειραματικής. Μια εφαρμογή που αφορά στην Φυσική χρησιμοποιήθηκε σε επιτραπέζιους υπολογιστές και smartphone παρουσιάζοντας σημαντικά οφέλη στην επιστημονική μάθηση από οπτικά βοηθήματα, όπως γραφήματα (Purba & Hwang, 2017). Αποδείχθηκε, επίσης, ότι οι προσομοιώσεις υπολογιστών παρέχουν υψηλότερη απόκτηση γνώσης στη μάθηση της Φυσικής σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους (Sarabandoa, Cravinob, & Soares, 2014).

Οι Kuhn et al. (2016) διερεύνησαν τη χρήση των Google Smart Glasses κατά τη διάρκεια μάθησης εννοιών Φυσικής, ενώ τα αποτελέσματα έδειξαν αυξημένα επίπεδα ενδιαφέροντος κατά την εκμάθηση πειραμάτων φυσικής, αλλά είχαν την ίδια επίδραση στην αύξηση της γνώσης με τη χρήση της ίδιας πλατφόρμας σε tablet PC.

Η τεχνολογία Kinect είναι μια άλλη μέθοδος TEL σε εκπαιδευτικές μελέτες STEM. Για παράδειγμα, στη μελέτη των Anderson και Wall (2016) η χρήση αυτής της τεχνολογίας θεωρείται ως ένα σημαντικό εργαλείο υποστήριξης στην εκμάθηση της κινητικής στη Φυσική. Ακόμα, ένα περίεργο παράδειγμα για τα οφέλη της καινοτόμου τεχνολογίας που βελτιώνει τη πειραματική μάθηση της Φυσικής διερευνάται σε ένα θεματικό πάρκο στη μελέτη των Tho et al. (2015).

Καθώς η Φυσική περιλαμβάνει όχι μόνο τη μελέτη του παγκόσμιου νόμου και τις συμπεριφορές αλλά και τη σχέση μεταξύ ενός ευρέος φάσματος φυσικών εννοιών και φαινομένων, τα πειράματα διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης. Ένα κοινό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν πολλά σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είναι η έλλειψη εξοπλισμού και υλικών στο εργαστήριο Φυσικής τους λόγω τόσο του περιορισμένου προϋπολογισμού που διατίθεται στο σχολείο όσο και του υψηλού κόστους συντήρησης του εργαστηρίου. Ωστόσο, οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις όπως VR, AR, VL, Smart Glasses, Kinect και smartphone παρέχουν τώρα μεγάλες ευκαιρίες στα σχολεία να κάνουν χρήση ενός τρισδιάστατου εικονικού περιβάλλοντος μάθησης χαμηλού κόστους που υποστηρίζει προσομοιώσεις και

παρατηρήσεις διαφόρων πειραμάτων. Αυτά τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης επιτρέπουν στους μαθητές να πειραματιστούν χωρίς απομιμήσεις χώρου ή χρόνου και είναι διαθέσιμα όλο το χρόνο, ακόμη και από το σπίτι.

Η εφαρμογή Water Cycle in Nature είναι μια διαδραστική τρισδιάστατη εντυπωσιακή εφαρμογή Φυσικής που βασίζεται σε υπολογιστή και συνδυάζει τεχνολογίες VL και VR που αναπτύχθηκαν από τον συνεργάτη NEWTON Project Consortium, SIVECO από το Βουκουρέστι της Ρουμανίας. Το εκπαιδευτικό περιεχόμενο είναι ενσωματωμένο στο περιβάλλον VL-VR, όπου ο εκπαιδευόμενος εξερευνά μια συναρπαστική προσομοίωση 3D πολυμέσων ενός περιβάλλοντος ρύθμισης της Φύσης και ενός εργαστηριακού περιβάλλοντος. Η ρύθμιση Φύση παρέχει μια περιγραφή των ορισμών του φυσικού κύκλου νερού, όπως η εξάτμιση, ο βρασμός και η συμπύκνωση και διάφορα παραδείγματα αυτών των φαινομένων που συμβαίνουν στη φύση, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 (α). Η εργαστηριακή ρύθμιση του κύκλου νερού στη φύση αποσκοπεί στην παροχή περισσότερων λεπτομερειών σχετικά με τους ορισμούς που παρουσιάζονται στο περιβάλλον της Φύσης, δείχνοντας παραδείγματα αυτών των φαινομένων σε εργαστήριο ή ακόμα και σε οικιακό περιβάλλον, που παρουσιάζονται στο Εικόνα 1 (β). Για να προχωρήσουν στην εφαρμογή, οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να ακολουθήσουν τις οδηγίες που παρουσιάζονται σε μορφή ήχου και κειμένου, καθώς και στη νοηματική γλώσσα για μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, ειδικά όσα διαθέτουν προβλήματα ακοής. Οι ορισμοί που παρουσιάζονται στη ρύθμιση Φύση ταιριάζουν με εικονικά πειράματα στο εργαστήριο, προκειμένου να διευκρινιστεί και να ενσωματωθεί όλο το εκπαιδευτικό περιεχόμενο που παρουσιάζεται.

α) Περιβάλλον φύσης VR **β)** Πειραματικό περιβάλλον VL

Εικόνα 1. Εφαρμογή NEWTON Project Water Cycle in Nature.
Πηγή: (Bogusevschi et al., 2020)

Τα βήματα που ακολούθησαν κατά το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του Water Cycle in Nature ήταν παρόμοια με αυτά των Paquette et al. (2006) και των Marfisi et al. (2010). Τα βήματα αυτά περιλαμβάνουν την παιδαγωγική προδιαγραφή των στόχων, το μοντέλο εφαρμογής, το συνολικό σκίτσο του σεναρίου, τα εικονικά εργαστήρια και τα περιβάλλοντα φύσης, τα στοιχεία του λογισμικού, την λεπτομερή περιγραφή του σεναρίου, την ανάπτυξη εκπαιδευτικού περιεχομένου, όπως το κείμενο και τον ήχο, την ανάπτυξη αξιολόγησης της ικανοποίησης των μαθητών, τον παιδαγωγικό ποιοτικό έλεγχο και την διάδοση των εφαρμογών. Λεπτομέρειες σχετικά με τη μεθοδολογία σχεδιασμού των εφαρμογών παρέχονται στους Bogusevschi et al. (2018). Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με συμβουλές και πληροφορίες σχετικά με εκπαιδευτικό περιεχόμενο από εκπαιδευτικούς, ενώ ακολουθεί το πρόγραμμα σπουδών και ανταποκρίνεται στα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα.

5.2. Διδασκαλία των μαθηματικών με χρήση Ε.Π.

Προκειμένου να ευθυγραμμιστούν τα ερευνητικά ερωτήματα με τα πλεονεκτήματα της “επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented reality - AR)” στο πλαίσιο των μαθηματικών, χρησιμοποιήθηκε η περιπτωσιακή προοπτική για τη διαμόρφωση της επισκόπησης της βιβλιογραφίας και του σχεδιασμού της έρευνας. Οι περιπτωσιακοί θεωρητικοί εφιστούν την προσοχή στην κοινωνική φύση της μάθησης και στον κεντρικό ρόλο που διαδραματίζουν οι κοινότητες της πρακτικής στον καθορισμό του τι και πώς μαθαίνουν οι άνθρωποι. Οι περιπτωσιακοί θεωρητικοί υποστηρίζουν ότι τα πλαίσια και οι

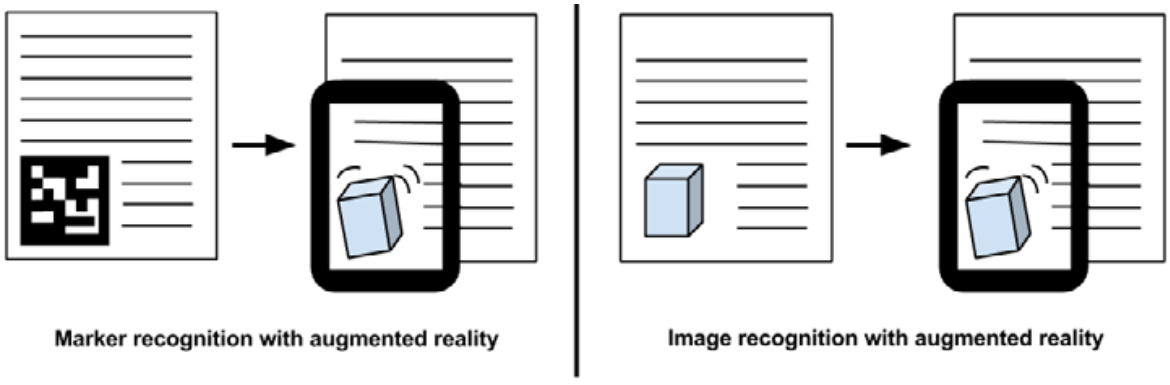
δραστηριότητες στις οποίες μαθαίνουν τα άτομα είναι πολύ σημαντικά για όσα μαθαίνουν (Greeno, Collins, & Resnick, 1996). Ως εκ τούτου, στην έρευνα τους οι Estapa και Nadolny (2015) υιοθέτησαν μια προοπτική που επέτρεψε την ανάλυση της μάθησης όχι μόνο σε ένα κοινωνικό πλαίσιο αλλά και σε ισχυρές δραστηριότητες στην τάξη που χρησιμοποιούν εργαλεία όπως ο λόγος, η τεχνολογία και το AR (Putnam & Borko, 2000). Συγκεκριμένα, επιδίωξαν να προσδιορίσουμε τον αντίκτυπο που έχει η AR στην εκμάθηση και στα κίνητρα των μαθητών, ενώ εστίασαν σε εννοιολογικές και τεχνικές μαθηματικές δραστηριότητες για να κατανοήσουν τελικά τις δυνατότητες της AR στις τάξεις των μαθηματικών.

Το "Εθνικό Συμβούλιο Καθηγητών Μαθηματικών (National Council of Teachers of Mathematics - NCTM)" παρέχει ένα όραμα για την εφαρμογή της τεχνολογίας στην τάξη των μαθηματικών με επίκεντρο την ιδέα ότι η τεχνολογία έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει την εκμάθηση αλλά και να υποστηρίξει την αποτελεσματική διδασκαλία των μαθηματικών, όπως επίσης και να επηρεάσει αυτό που διδάσκονται οι μαθηματικοί (NCTM, 2008). Μια πρόσφατη ανακοίνωση του NCTM (2008) αναφέρει ότι μέσω της καθοδήγησης από αποτελεσματικούς καθηγητές μαθηματικών, οι μαθητές σε διαφορετικά επίπεδα μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα εργαλεία για να υποστηρίξουν και να επεκτείνουν τη μαθηματική λογική, να αποκτήσουν πρόσβαση σε μαθηματικά περιβάλλοντα επίλυσης προβλημάτων και να ενισχύσουν την υπολογιστική τους ευχέρεια. Σε ένα σαφές πρόγραμμα μαθηματικών, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα εργαλεία με σκοπό τον υπολογισμό, την κατασκευή και την αναπαράσταση καθώς ερευνούν τα προβλήματα. Η χρήση της τεχνολογίας συμβάλλει επίσης στον μαθηματικό προβληματισμό, στον εντοπισμό προβλημάτων και στη λήψη αποφάσεων, ένα όραμα που υποστηρίζεται περαιτέρω από την ερευνητική βιβλιογραφία. Μια μετα-ανάλυση των Cheung και Slavin (2013) που εκτείνεται τα τελευταία 30 χρόνια, καθόρισε ότι η χρήση της τεχνολογίας στην τάξη των μαθηματικών επηρεάζει το επίτευγμα και ποικίλλει ανάλογα με το πλαίσιο, όπως για παράδειγμα η διάρκεια χρήσης, ο τύπος του λογισμικού και η ηλικία των μαθητών. Με μια αυξανόμενη ποσότητα ψηφιακών εφαρμογών και εργαλείων Web 2.0 που είναι άμεσα διαθέσιμα, η τεχνολογία έχει βασικό ρόλο στην τάξη του 21ου αιώνα (Purcell et al., 2013). Αν και η χρήση της τεχνολογίας για την πρόοδο των μαθητών αυξάνεται, ο ρόλος της τεχνολογίας στην τάξη των μαθηματικών

απαιτεί προσεκτική διάκριση μεταξύ των δύο διαφορετικών ειδών μαθηματικής δραστηριότητας: της τεχνικής και της εννοιολογικής (Zbiek, Heid, & Bloom, 2007). Όπως ορίζεται στο Δεύτερο Εγχειρίδιο Έρευνας για τη Διδασκαλία και τη Μάθηση των Μαθηματικών (2007), τα τεχνικά μαθηματικά περιλαμβάνουν διαδικασίες και παραστάσεις, ενώ τα εννοιολογικά μαθηματικά περιλαμβάνουν κατανόηση, επικοινωνία και εφαρμογή μαθηματικών. Ο Kaput (1992) ανέφερε ότι η χρήση της τεχνολογίας στα μαθηματικά θα μπορούσε να συνδυάσει την τεχνική δραστηριότητα, παρέχοντας παράλληλα την ευκαιρία για ενισχυμένη εννοιολογική δραστηριότητα. Επομένως, η χρήση της τεχνολογίας μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές στη μάθηση, την εξερεύνηση και την αναπαράσταση των μαθηματικών. Ωστόσο, απαιτείται έρευνα για να προχωρήσουμε όχι μόνο πέρα από τη συνολική κατανόηση των μαθηματικών με βελτιωμένη τεχνολογία αλλά και στα οφέλη για κάθε είδους μαθηματικής δραστηριότητας, τεχνικής και εννοιολογικής, μεταξύ των τομέων μαθηματικού περιεχομένου.

Η έρευνα δείχνει ότι τα περιβάλλοντα AR μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες και γνώσεις με πιο αποτελεσματικό τρόπο. Για τους σκοπούς αυτής της εργασίας, το AR θα αναφέρεται σε μια τεχνολογία που δημιουργεί μια πραγματικότητα που ενισχύεται και αυξάνεται. Η δημιουργία περιβαλλόντων με βελτιωμένη και επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να αυξήσει το κίνητρο και το ενδιαφέρον των μαθητών, με αποτέλεσμα την αποτελεσματικότερη και βαθύτερη κατανόηση της μάθησης του περιεχομένου (Wu et al., 2013) Ως εκ τούτου, η εφαρμογή του AR μέσα στη διδασκαλία των μαθηματικών έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει και τα δύο είδη μαθηματικής δραστηριότητας, τόσο της τεχνικής όσο και της εννοιολογικής, σε συνδυασμό με τα κίνητρα των μαθητών. Η χρήση του AR ευθυγραμμίζεται με αποτελεσματικές εκπαιδευτικές πρακτικές με τους ακόλουθους πέντε τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι η αφοσίωση στη μάθηση, ο δεύτερος είναι η συγκέντρωση και η παρουσία στο περιεχόμενο, ο τρίτος είναι η τοποθέτηση της μάθησης σε μια τοποθεσία ή ένα περιβάλλον, ο τέταρτος είναι ο έλεγχος ταυτότητας του περιεχομένου και ο πέμπτος τρόπος είναι η δημιουργία κοινότητας, όπως μιας συνεργασίας ή ανταγωνισμού. Για παράδειγμα, το Alien Contact ήταν μια εφαρμογή για κινητά όπου δίνονταν στους μαθητές στοιχεία για ένα μυστήριο που βρισκόταν σε διαφορετικές φυσικές τοποθεσίες. Τα αποτελέσματα της μελέτης αποκάλυψαν ότι οι μαθητές ήταν αφοσιωμένοι και

παρακινημένοι, ενώ μερικοί από αυτούς έγιναν πιο ανταγωνιστικοί στις ομάδες. Οι ερευνητές διαπίστωσαν επίσης ότι η τεχνολογία μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο στη μάθηση, λόγω του όγκου των πληροφοριών που παρουσιάζονται στους μαθητές (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009). Παρόλο που η έρευνα για την ενσωμάτωση ψηφιακών αντικειμένων μέσα σε έντυπο υλικό πραγματοποιείται εδώ και 15 χρόνια, οι ραγδαίες εξελίξεις στην τεχνολογία κινητής τεχνολογίας και στα προγράμματα λογισμικού AR έχουν οδηγήσει σε αύξηση της διαθεσιμότητας και της πρόσβασης σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Τα συνδυασμένα αυτά συστήματα αναφέρονται ως διαδραστική εκτύπωση, όπως για παράδειγμα το project MagicBook απαιτούσε από τους χρήστες να κρατούν γυαλιά σαν μια οθόνη που ήταν συνδεδεμένα σε έναν υπολογιστή για να ερμηνεύσουν έναν γραφικό δείκτη, ενώ πιο πρόσφατες μελέτες χρησιμοποίησαν tablet και κινητές συσκευές ως διασύνδεση με τον υπολογιστή (Billinghurst, et al. 2001). Μέχρι πρόσφατα, οι δείκτες όπως οι κωδικοί QR αποτελούν ουσιαστικό μέρος του διαδραστικού συστήματος εκτύπωσης ως διαμεσολαβητές μεταξύ του χρήστη και του περιεχομένου. Αυτό το επιπλέον βήμα στη διαδικασία έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει αρνητικά την εμπειρία του χρήστη (Chen, Teng, & Lee, 2011). Οι νέες εφαρμογές λογισμικού σε κινητές συσκευές δεν χρειάζονται πλέον δείκτες για την ενεργοποίηση του περιεχομένου, αλλά αντ 'αυτού αναγνωρίζουν τη διάταξη και το σχεδιασμό της σελίδας στο σύνολό της για τον προσδιορισμό ενός διαδραστικού εγγράφου. Για παράδειγμα, αντί να ενσωματώσουν έναν τετράγωνο δείκτη σε μια σελίδα, οι μαθητές μπορούν να κατευθύνουν την κινητή συσκευή σε αυτήν τη σελίδα και το περιεχόμενο AR θα εμφανιστεί αμέσως (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Επαυξημένη πραγματικότητα με τη χρήση ενός δείκτη και της αναγνώρισης εικόνας. Πηγή: (Estapa & Nadolny, 2015).

Εκτός από τους δείκτες, ορισμένες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει ομάδες σύγκρισης στη συλλογή δεδομένων. Οι Dunser et al. (2012) δείχνουν τα κέρδη σε επιτεύγματα και κίνητρα

όταν συγκρίνουν βιβλία που είναι σχεδιασμένα με AR και όσα είναι έντυπα. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα μπορεί να είναι παραπλανητικά, καθώς η βιβλιογραφία είναι ξεκάθαρη ότι η χρήση της τεχνολογίας από μόνη της δίνει μεγάλο κίνητρο στους μαθητές. Προκειμένου να παρουσιάσουν τα αποδεικτικά στοιχεία για τη χρήση του AR στην εκπαίδευση, οι μελέτες θα πρέπει να επικεντρωθούν στο εάν οι μαθητές αποκτούν πραγματικά γνώσεις και σε ποιο βαθμό αυξάνεται η γνώση τους για τις έννοιες και τις διαδικασίες που παρουσιάζονται σε περιβάλλοντα AR (Wojciechowski, & Cellary, 2013). Κατά την έρευνα των μαθηματικών, το AR βρίσκεται στα αρχικά του στάδια, αλλά παρουσιάζει ισχυρά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, η έρευνα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση εξέτασε μια μαθητική δραστηριότητα η οποία είχε ως επίκεντρο την έννοια της κλίμακας χρησιμοποιώντας δείκτες και κάμερα web. Η μελέτη διαπίστωσε ότι οι μαθητές που χρησιμοποιούν AR παρουσίασαν συλλογική ομαδική εργασία με αποτέλεσμα την επίλυση των προβλημάτων (Sollervall, 2012). Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, οι μαθητές χρησιμοποίησαν χαρτί, κωδικούς QR και μια κάμερα εγγράφων για να εξερευνήσουν τετράπλευρα, το μοιρογνωμόνιο και τις γωνίες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι νεότεροι μαθητές ασχολήθηκαν πολύ με τη δραστηριότητα και συνεργάστηκαν σε ομάδες (Bonnard et a., 2012). Η υπάρχουσα έρευνα σχετικά με το AR και τη διαδραστική εκτύπωση στα μαθηματικά έχει κυρίως εννοιολογικούς χειρισμούς, βασικό υπολογισμό και περιεχόμενο γεωμετρίας για να έχει τη μεγαλύτερη δυνατότητα να βελτιώσει τη μάθηση των μαθητών. Για παράδειγμα, δύο κινητές εφαρμογές που εστιάζουν στα μαθηματικά, οι οποίες αναπτύχθηκαν από το PBS Kids, επιτρέπουν στους νέους μαθητές να μετακινούν σχήματα (CyberChase Patch the Path) και να εξασκούν την πρόσθεση και την αφαίρεση (Fetch Lunch Rush). Αν και αυτές οι χρήσεις αντιστοιχούν στα πλεονεκτήματα του AR, πρόκειται για μια στενή άποψη που επικεντρώνεται μόνο σε ένα είδος μαθηματικής δραστηριότητας, της τεχνικής. Υπάρχει, λοιπόν, ανάγκη τόσο για στενότερη εξέταση της μαθηματικής μάθησης μέσω του AR όσο και για διεύρυνση των εφαρμογών στην τάξη. Οι ερευνητές έχουν αρχίσει να οραματίζονται τον τρόπο με τον οποίο η διαδραστική εκτύπωση και οι διάφορες εμπειρίες AR μπορούν να αντιμετωπίσουν τις μαθησιακές ανάγκες.

Χρησιμοποιώντας ένα σχεδόν πειραματικό σχέδιο, τόσο οι τάξεις άλγεβρας όσο και γεωμετρίας ανατέθηκαν τυχαία σε ομάδες θεραπείας, με αποτέλεσμα τις ακόλουθες δύο

ομάδες: την αλληλεπίδραση ιστοτόπου, δηλαδή τη σύγκριση και την αλληλεπίδραση AR, δηλαδή τη θεραπεία.

Το σύστημα αυτής της μελέτης περιλάμβανε την ανάπτυξη τριών στοιχείων για μια μαθητική δραστηριότητα: την εκτύπωση εγγράφου, τις βελτιώσεις AR για το έγγραφο και τον συνοδευτικό ιστότοπο. Πρώτον, η ερευνητική ομάδα και ο καθηγητής μαθηματικών γυμνασίου δημιούργησαν ένα έντυπο που αποτελούνταν από έξι διαφορετικά προβλήματα τα οποία ήταν επικεντρωμένα στις μετατροπές μονάδων με τη χρήση της διαστατικής ανάλυσης. Ο καθηγητής μαθηματικών του γυμνασίου επέλεξε τη διαστατική ανάλυση λόγω της έλλειψης κατανόησης των μαθητών σε πολλές τάξεις μαθηματικών. Επιπλέον, ανέφερε ότι ένας συνάδελφος του, καθηγητής φυσικής, αναφέρθηκε επίσης στην ανάγκη να επαναπροσδιορίσει αυτή την ιδέα στους μαθητές. Ως εκ τούτου, μια μαθηματική δραστηριότητα που ήταν επικεντρωμένη στην διαστατική ανάλυση παρείχε την ευκαιρία να υποστηρίξει εκπαιδευτικές ανάγκες σε διάφορους τομείς της μελέτης. Τα συγκεκριμένα προβλήματα συνδέθηκαν με ένα ενοποιητικό θέμα που αφορούσε σε ένα οδικό ταξίδι την άνοιξη από την Αϊόβα στο Κανκούν του Μεξικού. Στην πορεία, οι μαθητές αντιμετωπίζουν προκλήσεις και ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν για να φτάσουν στον προορισμό. Το θέμα αυτό επιλέχθηκε σκόπιμα καθώς ήταν σχετικό με τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, στο οποίο συμπεριλήφθηκαν μαθηματικά προβλήματα της πραγματικής ζωής ακολουθώντας τις βέλτιστες πρακτικές με σκοπό τις αποτελεσματικές μαθηματικές εργασίες, οι οποίες παρέχονται από τους Hiebert et. al (1997).

Για παράδειγμα, ένα πρόβλημα ανέφερε ότι οι μαθητές έφτασαν στο Wichita στο Κάνσας που απέχει περίπου 390 μίλια από την αρχική τους τοποθεσία. Εκεί παρατήρησαν ότι ένας από τους φίλους τους απολαμβάνει να τρώει βόειο κρέας. Ως βέλτιστη εικασία, υποθέτουν ότι αυτός τρώει μια ουγκιά κρέατος κάθε 3-4 ώρες. Τα ερωτήματα που προκύπτουν από το πρόβλημα είναι τα εξής:

- Εάν μια σακούλα από βόειο κρέας είναι γεμάτη 10 ουγκιές, πόσο καιρό χρειάζεται ο φίλος τους για να τελειώσει μια τσάντα;
- Πόσα μίλια θα διαρκέσει μια τσάντα κρέατος στον φίλο τους, εάν συνεχίσει να τρώει με αυτό το ρυθμό; Ας υποθέσουμε ότι οι μαθητές οδηγούν στον αυτοκινητόδρομο με ταχύτητα 70 μιλίων ανά ώρα.
- Πόσες λίβρες βοδινού κρέατος θα καταναλώσει για το υπόλοιπο ταξίδι;

Το περιβάλλον AR αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό Layar Creator και μια σχετική εφαρμογή για κινητά, ενώ προστέθηκαν βίντεο, ιστότοποι, ήχος και εικόνες για την αύξηση του εγγράφου εκτύπωσης (www.layar.com). Δημιουργήθηκε επίσης ένας απλός ιστότοπος για να μιμηθεί τους πόρους για την ομάδα σύγκρισης (Εικόνα 3).

Εικόνα 3. Αλληλεπίδραση μαθητών με ψηφιακό περιεχόμενο.

Πηγή: (Estapa & Nadolny, 2015).

Για παράδειγμα, ένας μαθητής στην ομάδα θεραπείας τοποθέτησε την κινητή συσκευή πάνω από το φυλλάδιο, με αποτέλεσμα τα βίντεο, ο ήχος και οι σύνδεσμοι να εμφανιστούν φυσικά στη σελίδα. Ένας μαθητής στην ομάδα σύγκρισης χρησιμοποίησε το φυλλάδιο ανεξάρτητα από την κινητή συσκευή, το οποίο παρείχε πληροφορίες, ενώ παρουσιάστηκε ένας ιστότοπος στην κινητή συσκευή βίντεο, ήχου και συνδέσμων με γραμμικό τρόπο. Και για τις δύο ομάδες, οι πόροι επιλέχθηκαν σκόπιμα για να υποστηρίξουν τη μάθηση των μαθητών και επιλέχθηκαν κατά μέσο όρο 7-9 στοιχεία σε κάθε σελίδα (Εικόνα 4. Για παράδειγμα, το "Quick Hint" σχεδιάστηκε για να παρέχει μια

γρήγορη συμβουλή σε μαθητές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες με τα μαθηματικά. Αντίθετα, η περιοχή "Highway Assistance" παρουσίασε εικόνες ενός παρόμοιου προβλήματος που λύθηκε από τον εκπαιδευτή.

Εικόνα 4. Δείγμα σελίδας με αλληλεπίδραση AR.

Πηγή: (Estapa & Nadolny, 2015).

Όλοι οι μαθητές ξεκίνησαν τη δραστηριότητα στην Αϊόβα, η οποία ήταν η αφετηρία για το ταξίδι στο Μεξικό. Για να ξεκινήσει η δραστηριότητα οι μαθητές επέλεξαν ένα όχημα για να ταξιδέψουν και υπολόγισαν τα προβλεπόμενα στατιστικά στοιχεία για το ταξίδι, όπως για παράδειγμα τα γαλόνια αερίου που απαιτούνται για ολόκληρο το ταξίδι. Χρησιμοποιώντας τις παρεχόμενες πληροφορίες και το ειδικό εργαλείο για κάθε ομάδα, οι μαθητές λύνουν τα προβλήματα μέσω μαθηματικών ερωτήσεων και προκλήσεων που παρέχονται εντός και εκτός των στάσεων του ταξιδιού (Αϊόβα, Κάνσας, Οκλαχόμα και Τέξας) έως ότου επιτευχθεί ο τελικός προορισμός τους στο Μεξικό. Πριν από την εφαρμογή της δραστηριότητας, οι κινητές συσκευές στο σχολείο, δηλαδή τα IPads, ελέγχθηκαν για να καταστεί βέβαιο ότι οι μαθητές θα μπορούν να έχουν πρόσβαση στα

ψηφιακά βίντεο και τους πόρους. Στη συνέχεια, οι μαθητές των ομάδων θεραπείας και σύγκρισης συμμετείχαν στη δραστηριότητα.

5.2. Εφαρμογή της Ε.Π. στη δευτεροβάθμια εκπαίδευσης

Εδώ και αρκετές δεκαετίες πραγματοποιείται έρευνα σχετικά με την εικονική πραγματικότητα για την εκπαίδευση και την κατάρτιση, η οποία εστιάζεται κυρίως στην εικονική πραγματικότητα που παρέχεται μέσω επιτραπέζιων υπολογιστών. Η πρώτη ολοκληρωμένη περιγραφή της εννοιολογικής βάσης για τις εκπαιδευτικές εφαρμογές της Ε.Π. δημιουργήθηκε από τον Winn (1993), ο οποίος υπογράμμισε πώς τα εικονικά περιβάλλοντα επιτρέπουν στους μαθητές να βιώσουν τις μικροσκοπικές και τις αναπαραστάσεις αφηρημένων εννοιών με συγκεκριμένους τρόπους. Αυτό αργότερα εκπονήθηκε από τους Dalgano και Lee (2010) οι οποίοι έθεσαν ένα σύνολο «μαθησιακών επιδόσεων» από τρισδιάστατα μαθησιακά περιβάλλοντα, όπως η ενίσχυση της γνώσης του μαθητή σχετικά με τις έννοιες του χώρου, ενώ του επιτρεπόταν να εκτελούν καθήκοντα που θα ήταν μη πρακτικά ή αδύνατα να αναληφθούν στον πραγματικό κόσμο και είχαν ευκαιρίες για συνεργασίες. Μια πρόσφατη ανασκόπηση των εικονικών εργαστηρίων για την πανεπιστημιακή εκπαίδευση της επιστήμης, της τεχνολογίας και της μηχανικής περιέγραψε τα μαθησιακά «πλεονεκτήματα» της Ε.Π. ως εξής. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να πειραματιστούν αναδιαμορφώνοντας συστήματα που δεν μπορούν να αλλάξουν σε πραγματικό εργαστηριακό ή βιομηχανικό πλαίσιο, ενώ καθίσταται δυνατή η «αντίσταση ζημιών» των εικονικών πλαισίων, όπως επίσης και το αόρατο γίνεται ορατό, για παράδειγμα αφαιρώντας καλύμματα για να αποκαλυφθεί η εσωτερική λειτουργία των μηχανών (Potkonjak et al.,2016).

Εμπειρικά, υπήρξαν τρεις ουσιαστικές έρευνες που επικεντρώθηκαν στην Ε.Π. και στην εκπαίδευση. Οι Hew και Cheung (2010) εστίασαν σε συναρπαστικούς εικονικούς κόσμους στο K-12 και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Από τις δεκαπέντε εμπειρικές εργασίες που αξιολόγησαν, το 69% αναφέρθηκε σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε σχολεία δευτεροβάθμιας και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, το 19% στα σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και το 12% στα δημοτικά σχολεία με την πλειοψηφία να έχει περιγραφική φύση και να διεξάγεται σε κλάδους υγείας και περιβάλλοντος. Οι περισσότερες έρευνες επικεντρώθηκαν στην κατανόηση των συναισθηματικών απαντήσεων των συμμετεχόντων, των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων και των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Οι συγγραφείς προτείνουν ότι η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στην κάλυψη των κενών της βιβλιογραφίας που σχετίζεται τόσο με την παροχή μεγεθών εφέ για μαθησιακά αποτελέσματα όσο και με την διαχρονική έρευνα που θα μπορούσε να εξηγήσει εάν οι αντιλήψεις των μαθητών όσο και των εκπαιδευτικών για τους εικονικούς κόσμους άλλαξαν με την πάροδο του χρόνου, καθώς και να πραγματοποιηθεί πιο λεπτομερής έρευνα σχετικά με τις οικονομικές δυνατότητες των εικονικών κόσμων για μάθηση. Τέλος, η έρευνα χρειάζεται να επικεντρωθεί στις κοινωνικοπολιτισμικές επιρροές των προσεγγίσεων για τη χρήση εικονικών κόσμων για την εκπαίδευση.

Μια δεύτερη ανασκόπηση πενήντα τριών άρθρων σχετικά με εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα διαπίστωσε ότι η πλειοψηφία, δηλαδή τα 40 από τα 53, αναφέρεται στην εκπαίδευση της επιστήμης, της τεχνολογίας και των μαθηματικών (Mikropoulos & Natsis, 2011). Η αυθεντικότητα στα πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα αποδείχθηκε ότι ήταν περιορισμένη, ειδικά για τη σχολική εκπαίδευση, αφού μόνο πέντε από τις μελέτες διεξήχθησαν σύμφωνα με συγκεκριμένες απαιτήσεις προγράμματος σπουδών. Υπήρχαν μόνο τρεις μελέτες όπου το μαθησιακό πρόβλημα επιλέχθηκε σε συνεργασία με τους εκπαιδευτικούς, και μόνο μια όπου η μελέτη αφορούσε μαθητές στο σχολείο. Συμφωνώντας με το έργο του Winn (1993), οι συγγραφείς προτείνουν ότι οι λειτουργίες που συμβάλλουν στη μάθηση περιλαμβάνουν δωρεάν πλοήγηση και υποκειμενική άποψη, χειρισμό του μεγέθους, μεταγωγή και πραγμάτωση και αυτονομία. Θεωρούν ότι η έρευνα δείχνει ότι οι δάσκαλοι και οι μαθητές έχουν θετική στάση απέναντι στην Ε.Π., αλλά ότι τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά όπως η συγκέντρωση και οι ατομικοί παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, η εμπειρία στον υπολογιστή, οι ψυχολογικοί παράγοντες, τα γνωστικά και μαθησιακά στυλ που επηρεάζουν την παρουσία πρέπει να μελετηθούν σε σχέση με τα μαθησιακά αποτελέσματα. Καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι περισσότερες εμπειρικές μελέτες χρειάζεται να δείξουν πώς τα χαρακτηριστικά και οι λειτουργίες των εικονικών περιβαλλόντων της εκπαίδευσης μπορούν να αξιοποιηθούν με παιδαγωγικό τρόπο.

Μια πιο πρόσφατη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με το εκπαιδευτικό δυναμικό των τρισδιάστατων εικονικών κόσμων πολλαπλών χρηστών, κυρίως μέσω των υπολογιστών, για την εκπαίδευση STEM διαπίστωσε ότι από τις 50 μελέτες, που δημοσιεύθηκαν από το 2000 έως τις αρχές του 2016, οι περισσότερες αφορούσαν την

τριτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ οι 8 από αυτές αφορούσαν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και οι 8 από αυτές στο γυμνάσιο (Pellas et al., 2017). Οι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι οι τρισδιάστατοι εικονικοί κόσμοι πολλαπλών χρηστών προσφέρουν δυνατότητες για συνεργατική επίλυση προβλημάτων και δραστηριότητες υψηλότερης σκέψης που αφορούσαν τους μαθητές. Ωστόσο, σημειώνουν επίσης ότι το λειτουργικό και ο διακομιστής του υπολογιστή παρουσίαζαν συχνά τεχνολογικά - λειτουργικά μειονεκτήματα και ότι μερικές φορές υπήρχε μια απότομη καμπύλη στη μάθηση των μαθητών οι οποίοι χρειάζονταν να μάθουν τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια της μάθησης του περιεχομένου. Δεδομένης της πρόσφατης εμπορικής διαθεσιμότητας της "διαδραστικής φωνητικής απόκρισης (Interactive Voice Response - IVR)" υψηλών προδιαγραφών, των HTC Vive και Oculus Rift που κυκλοφόρησαν στο εμπόριο στις αρχές του 2016, δεν προκαλεί έκπληξη ότι υπάρχει περιορισμένη έρευνα σχετικά με τις επιπτώσεις της τεχνολογίας στα παιδιά ή την εφαρμογή της στη μάθηση σε πραγματικές τάξεις (Freina & Ott, 2015). Έχουν διατυπωθεί σοβαρές ηθικές ανησυχίες σχετικά με την έκθεση των παιδιών και νέων σε Ε.Π., συμπεριλαμβανομένων των ζητημάτων περιεχομένου. Ο κώδικας δεοντολογίας των Madary και Metzinger (2016) για τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας εκδίδει μια προειδοποίηση σχετικά με τους πιθανούς ψυχολογικούς κινδύνους της μακροχρόνιας εμβύθισης για τα παιδιά.

Οι Southgate et al. (2017) παρέχουν δύο εννοιολογικά πλαίσια για να παροτρύνουν τους ερευνητές να κάνουν ηθικές ερωτήσεις σχετικά με τα πλεονεκτήματα των εμβυθιστικών τεχνολογιών σε σχέση με το αναπτυξιακό στάδιο του εκπαιδευόμενου και υποστηρίζουν ότι οι ερευνητές πρέπει να εφαρμόσουν στην πράξη μια συνεχή ηθική προκειμένου να παρακολουθείται η συγκατάθεση των παιδιών, να αναγνωρίζονται και να αποτρέπονται βλάβες ενώ ταυτόχρονα θα υπάρχει σεβασμός προς τα παιδιά.

Οι νέοι ανησυχούν επίσης για τον πιθανό αντίκτυπο της Ε.Π. Μια πρόσφατη έρευνα μάρκετινγκ ανέφερε ότι μια μειονότητα μαθητών είχε εμπειρία Ε.Π. την οποία θεώρησαν «πολύ έντονη» με κάποια αίσθηση σωματικής δυσφορίας. Οι κατασκευαστές Ε.Π. προειδοποιούν για την υγεία και την ασφάλεια ορίζοντας ότι η τεχνολογία τους δεν είναι κατάλληλη για παιδιά κάτω των 12–13 ετών και συνιστώντας στους νέους να περιορίσουν το χρόνο τους σε HMD και να κάνουν συχνά διαλείμματα υπό την επίβλεψη ενηλίκων (Southgate et al., 2019). Αν και προς το παρόν δεν έχει δοκιμαστεί, υπάρχει η πιθανότητα

να κινηθεί νομική δράση εναντίον των ερευνητών και άλλων επαγγελματιών που δεν συμμορφώνονται με τις συμβουλές του κατασκευαστή και εκθέτουν μικρά παιδιά σε αυτήν την τεχνολογία.

Η τεκμηριωμένη βάση για το τι αποτελεί μια ασφαλή εμπειρία για τα παιδιά και τους νέους στην Ε.Π.δεν έχει μελετηθεί διαχρονικά. Ένα πρώιμο πείραμα Ε.Π. [21] έθεσε σοβαρές ανησυχίες σχετικά με την ικανότητα των παιδιών να ρυθμίζουν γνωστικά και συναισθηματικά τις εμπειρίες Ε.Π. (Baumgartner et al., 2008). Το πείραμα συνέκρινε την προμετωπιαία εγκεφαλική διέγερση σε ενήλικες και παιδιά, των οποίων η μέση ηλικία ήταν 8,7 ετών, σε μια βόλτα με ρόλερ κόστερ και διαπίστωσε ότι τα παιδιά ήταν πιο ευαίσθητα στον αντίκτυπο των ηχητικών / οπτικών ερεθισμάτων, ενώ φαινόταν ότι δεν μπορούσαν να αξιολογήσουν και να παρακολουθήσουν την εμπειρία ή να εμποδίσουν την αίσθηση παρουσίας. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι πρέπει να υπάρχει περισσότερη απροθυμία να εκθέσουμε τα παιδιά σε συναισθηματικά ερεθίσματα εικονικής πραγματικότητας όπως ασκείται αυτή τη στιγμή. Είναι ενδιαφέρον ότι οι Segovia και Bailenson (2009) διαπίστωσαν ότι μερικά παιδιά δημοτικής εκπαίδευσης που εκτέθηκαν σε μια εμπειρία Ε.Π., και συγκεκριμένα σε κολύμπι με Orcas, απέκτησαν μια «ψευδή μνήμη» αυτής της εμπειρίας. Το ζήτημα της διαφοροποίησης της φαντασίας από την πραγματικότητα των παιδιών διερευνήθηκε σε ένα πείραμα μικρής κλίμακας, το οποίο διαπίστωσε ότι το 50% των παιδιών δημοτικής εκπαίδευσης πίστευαν ότι η εμπειρία Ε.Π. τους ήταν πραγματική μία εβδομάδα μετά το πείραμα (Stanford University Virtual Human Interaction Lab, 2015).

Μια πρόσφατη μελέτη (Stanford University Virtual Human Interaction Lab, 2015) είκοσι παιδιών ηλικίας 8 έως 12 ετών τα οποία έπαιξαν ένα παιχνίδι είκοσι λεπτών σε Ε.Π. διαπίστωσε ότι για την πλειονότητα των παιδιών, ένα παιχνίδι Ε.Π. 20 λεπτών είχε μικρό αντίκτυπο στην ικανότητα να εντοπίζουν διαφορές σε απόσταση, ή στη βραχυπρόθεσμη ισορροπία. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι τα χαρακτηριστικά των παιδιών που ενδέχεται να είναι πιο επιρρεπή σε διαταραχή της διόφθαλμης όρασης είναι επί του παρόντος άγνωστα. Επίσης, δεν είναι γνωστό για πόσο καιρό υπάρχει οποιαδήποτε διαταραχή, ούτε οι συνέπειες της επαναλαμβανόμενης έκθεσης σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Επομένως, χρειάζεται περαιτέρω έρευνα σχετικά με αυτούς τους πιθανούς παράγοντες (Yamada-Rice, 2017).

Οι περισσότερες έρευνες που χρησιμοποιούν Ε.Π. με παιδιά και νέους έχουν διεξαχθεί σε πολύ ελεγχόμενες κλινικές ή πειραματικές συνθήκες συχνά με σχετικά μικρά δείγματα. Οι συστηματικές ανασκοπήσεις δείχνουν κάποια ποιοτικά στοιχεία για την Ε.Π. για παιδιατρική απόσπαση του έντονου πόνου, αλλά λιγότερα στοιχεία για την απόσπαση του χρόνιου πόνου. Υπάρχουν επίσης πειραματικές, πιλοτικές ή μικρής κλίμακας μελέτες οι οποίες δείχνουν κάποια αποτελεσματικότητα όταν χρησιμοποιείται Ε.Π. σε παρεμβάσεις που σχετίζονται με την εκπαίδευση των παιδιών με προβλήματα ακοής, την πρόληψη καπνίσματος των εφήβων, χρόνος συγκέντρωσης των παιδιών με ΔΕΠ-Υ, τις δεξιότητες κοινωνικής και συναισθηματικής αναγνώρισης των παιδιών και των νέων με αυτισμό ή γνωστικές αναπηρίες καθώς και την οδική ασφάλεια (Clancy et al., 2006; Plumert et al., 2004).

Η έρευνα για τη χρήση της Ε.Π. με HMDs στα σχολεία είναι ελάχιστη. Οι πιο σχετικές μελέτες περιλαμβάνουν τη χρήση HMDs με λογισμικό χορού για τη διδασκαλία υπολογιστών και μαθημάτων προγραμματισμού σε κορίτσια της μέσης εκπαίδευσης σε προγράμματα μετά το σχολείο και σε καλοκαιρινό camp (Parmar et al., 2016). Η ίδια ερευνητική ομάδα διεξήγαγε επίσης ένα πείραμα με 36 μαθητές γυμνασίου για να διερευνήσει πώς η παρουσία ή η απουσία προσαρμογής χαρακτήρων επηρέασε τα μαθησιακά αποτελέσματα (Lin et al., 2017). Η μελέτη προσφέρθηκε ως δραστηριότητα συμμετοχής στην τάξη επικοινωνίας γραφικών του σχολείου, αλλά ήταν υποχρεωτική για μαθητές στην τάξη χορού / αερόμπικ. Η έρευνα διαπίστωσε ότι οι συμμετέχοντες με προσαρμόσιμους χαρακτήρες εμφάνισαν βαθύτερη μάθηση, ενώ άλλες έρευνες που βασίζονται στο σχολείο, παρόλο δεν χρησιμοποιούν HMD αλλά πολωτικά γυαλιά και απτικές συσκευές, διαπίστωσαν ότι η επαυξημένη προσομοίωση συσχετίστηκε με τη βαθιά εκμάθηση αφηρημένων επιστημονικών εννοιών με σημαντική επίδραση στην επιτυχία (Civelek e al., 2014).

Το άρθρο των Southgate et al. (2019) πραγματεύεται ένα ιδιαίτερο κενό που υπάρχει στη βιβλιογραφία σχετικά με την Ε.Π. για τη σχολική εκπαίδευση. Σε αντίθεση με τα πειράματα με επικεφαλής τον ερευνητή που χρησιμοποιούν Ε.Π. στα σχολεία, η έρευνα που αναφέρθηκε στο άρθρο τους περιλάμβανε έρευνα με την συμμετοχή εκπαιδευτικών ως μέρος της ερευνητικής ομάδας, αποτελώντας ένα είδος παρέμβασης που περιλάμβανε την ενσωμάτωση της Ε.Π. ως επέκταση της καθημερινής πρακτικής στην τάξη η οποία ήταν

άμεσα ευθυγραμμισμένη με το πρόγραμμα σπουδών και εντός των περιορισμών του οργανωτικού πλαισίου της σχολικής εκπαίδευσης (Lin et al., 2017).

Η VR School Study είναι μια μελέτη περίπτωσης μικτής μεθόδου για την εφαρμογή της Ε.Π. σε τάξεις μαθημάτων STEM σε δύο γυμνάσια χαμηλού εισοδήματος που ανήκουν στην ίδια σχολική κοινότητα, η οποία είναι γνωστή ως Callaghan College. Η μελέτη καθοδηγείται από τις ακόλουθες ερευνητικές ερωτήσεις. Η πρώτη ερώτηση σχετίζεται με το τι συμβαίνει όταν οι μαθητές και οι δάσκαλοι χρησιμοποιούν Ε.Π. για τη μάθηση και η δεύτερη με το πώς μπορεί το πρόγραμμα σπουδών να προσαρμοστεί για να χρησιμοποιεί τα οικονομικά επίπεδα της Ε.Π. και πώς μπορούμε να εκτιμήσουμε εάν βελτιώνει τη μάθηση, συμπεριλαμβανομένης της συνεργασίας. Η τρίτη ερώτηση σχετίζεται με το ποιες είναι οι ευκαιρίες και οι προκλήσεις της χρήσης της τελευταίας τεχνολογίας Ε.Π. σε σχολικές κοινότητες χαμηλού εισοδήματος, η τέταρτη για το πώς οι μαθητές και οι δάσκαλοι αντιμετωπίζουν την Ε.Π. στις τάξεις τους και η πέμπτη ερώτηση για το πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτόν τον τύπο τεχνολογίας με ασφάλεια και ηθική στα σχολεία δεδομένων των αναπτυξιακών σταδίων των μαθητών.

Η μελέτη διεξήχθη σε δύο κυβερνητικά γυμνάσια στο Newcastle της Αυστραλίας. Οι μαθητές ήταν στα μεταξύ 12–15 ετών. Το πρώτο σχολείο βρισκόταν σε μια εσωτερική προαστιακή περιοχή, ενώ το δεύτερο σε ένα εξωτερικό προάστιο, ενώ και τα δύο θεωρούνται σχολεία χαμηλού εισοδήματος. Και τα δύο θεωρούνται σχολεία χαμηλού εισοδήματος με ποσοστό μεταξύ 44% -48% των μαθητών από το χαμηλότερο “κοινωνικοοικονομικό καθεστώς (socioeconomic status - SES)”. Ενώ το 2,3% του πληθυσμού της Αυστραλίας αναγνωρίζεται ως αυτόχθονες, το 12% –15% των μαθητών στα σχολεία είναι αυτόχθονες (Hill et al., 2016). Η έρευνα που βασίζεται σε τυποποιημένες βαθμολογίες δοκιμών δείχνει ότι, σε γενικές γραμμές, υπάρχουν σημαντικά κενά 2-3 ετών στην επίτευξη του γραμματισμού και της αριθμητικότητας μεταξύ των σπουδαστών υψηλού SES και εκείνων από χαμηλό SES αλλά και όσων έχουν αυτόχθονες καταβολές (Cobbold, 2017). Τρεις Oculus Rift δημιουργήθηκαν και δικτυώθηκαν σε καθορισμένες αίθουσες εικονικής πραγματικότητας που συνδέονται με τις αίθουσες διδασκαλίας σε κάθε σχολείο, ενώ η αίθουσα εικονικής πραγματικότητας σε ένα σχολείο ήταν μια αποθήκη διαστάσεων περίπου 4 x 3 μέτρα (Εικ. 5).

Εικόνα 5. Ένα από τα δωμάτια VR.

Πηγή (Southgate et al., 2019).

Είναι σημαντικό η έρευνα που σχετίζεται με τη χρήση της τεχνολογίας για εκπαιδευτικούς σκοπούς να διεξάγεται στο φυσικό περιβάλλον το οποίο επηρεάζει άμεσα. Αυτό όχι μόνο βελτιώνει την αξιοπιστία των ερευνητικών ευρημάτων, εκτός από το άμεσο πλαίσιο της μελέτης, αλλά και τονίζει την αξία των συμμετοχικών προσεγγίσεων στην έρευνα ως μέσο συγκέντρωσης ειδικών συστημάτων γνώσης για την αντιμετώπιση και την επίλυση ζητημάτων που αναπόφευκτα προκύπτουν όταν χρησιμοποιείται αναδυόμενη τεχνολογία στις αίθουσες διδασκαλίας (Creswell & Miller, 2000; Goff & Veresov, 2015). Η συμμετοχική έρευνα απαιτεί χρόνο για την οικοδόμηση της ομαδικής εμπιστοσύνης, την ανάπτυξη συνεργασίας ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της έρευνας και τη διαπραγμάτευση της πολυπλοκότητας των θεσμικών ρυθμίσεων, έτσι ώστε να επιτύχει η μελέτη.

Ο χρόνος ήταν επίσης ζωτικής σημασίας για την καλλιέργεια ηθικής πρακτικής. Διαιρώντας τη μελέτη σε δύο φάσεις, η ερευνητική ομάδα των Southgate et al. (2018) είχε επαρκή χρόνο για να προβληματιστεί σοβαρά και να απαντήσει στο ερευνητικό ερώτημα σχετικά με τον τρόπο χρήσης της τεχνολογίας με ασφάλεια και ηθική στις τάξεις του γυμνασίου, ένα πλαίσιο που απέχει πολύ από την ελεγχόμενη προβλεψιμότητα του εργαστηριακού περιβάλλοντος. Μέσω της υποτροφίας, δημιούργησαν μια πολύπλευρη προσέγγιση για

να μετριάσουν την πιθανή βλάβη στο στάδιο της διαδικαστικής ηθικής δημιουργώντας μια απλή Δήλωση Πληροφοριών στα Αγγλικά σε γραπτή μορφή και σε μορφή βίντεο καθώς και μια απλή έρευνα ελέγχου για τους γονείς. Πραγματοποίησαν, επίσης, μια εκπαιδευτική προσέγγιση παράγοντας πόρους στους δασκάλους και τους μαθητές υπό την προϋπόθεση ότι ήταν εξουσιοδοτημένοι να το αναγνωρίσουν και να ανταποκριθούν σε αυτό.

Εξίσου σημαντικός ήταν ο προβληματισμός σχετικά με την ηθική στην πράξη, όπου οι καθηγητές-ερευνητές εργάστηκαν για να εντοπίσουν και να ανταποκριθούν σε αναδυόμενα ηθικά ζητήματα, όπως η προστασία των παιδιών, δηλαδή μια ηθική δέσμευση των ερευνητών του πανεπιστημίου που απαιτούσε πολύ χρόνο. Στο πρόγραμμά τους, οι ερευνητές του πανεπιστημίου ήταν υπεύθυνοι για τη συλλογή μιας σειράς δεδομένων συμμετέχοντας ενεργά στην παρακολούθηση της ευημερίας των μαθητών και στην εκπαίδευση των μαθητών σχετικά με την τεχνολογία. Ομοίως, οι καθηγητές-ερευνητές δραστηριοποιήθηκαν σε θέματα πέρα από την καθοδήγηση της μάθησης των μαθητών στις τάξεις τους. Για παράδειγμα, αφιέρωσαν πολύ χρόνο τόσο σκεπτόμενοι για την ασφάλεια των μαθητών και επιλύοντας τεχνικά ζητήματα, όσο και για να προβληματιστούν σχετικά με τα αναδυόμενα ευρήματα μέσω ενός πρακτικού και παιδαγωγικού φακού και τροφοδοτώντας την ερμηνεία των ερευνητικών ευρημάτων. Παρόλο που είναι γνωστή η λεπτομερής περιγραφή του τρόπου με τον οποίο η συμμετοχική έρευνα μπορεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ έρευνας και πρακτικής, οποιαδήποτε τέτοια πρωτοβουλία βρίσκεται μέσα σε ένα ευρύτερο κοινωνικοοικονομικό, κοινωνικοπολιτισμικό και θεσμικό πλαίσιο που περιορίζει ή επιτρέπει τη δράση. Όπως προτείνουν οι Hew και Cheung (2010), η προσοχή στον τρόπο με τον οποίο αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν τη μάθηση με την Ε.Π. είναι ένας τομέας που έχει λάβει ελάχιστη προσοχή. Σε απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα σχετικά με τις ευκαιρίες και τις προκλήσεις της χρήσης της τελευταίας τεχνολογίας Ε.Π. στις τάξεις γενικά, και συγκεκριμένα σε σχολικές κοινότητες χαμηλού εισοδήματος, έχουν γίνει αρκετές παρατηρήσεις.

Πρώτον, τα σχολεία και τα εκπαιδευτικά συστήματα στα οποία είναι ενσωματωμένες οι τεχνολογίες Ε.Π. έχουν χωροχρονικές δομές που συχνά είναι άκαμπτες και δύσκολο να τεθούν υπό διαπραγμάτευση. Η εύρεση κατάλληλου φυσικού χώρου μέσα στα σχολεία

για τη δημιουργία Ε.Π. και η χάραξη χώρου μέσα σε ένα πρόγραμμα σπουδών αποτελεί μια πρόκληση. Το να δοθεί στους μαθητές και τους δασκάλους ο χρόνος να εξερευνήσουν σε βάθος την παιδαγωγική και μαθησιακή επίδοση της Ε.Π. ήταν δύσκολο να πραγματοποιηθεί λόγω των περιορισμών του χρονοδιαγράμματος.

Δεύτερον, σύμφωνα με τους Pellas et al. (2017), παρατηρήθηκε ότι οι λειτουργίες του λειτουργικού και του διακομιστή του υπολογιστή παρουσίαζαν συχνά τεχνολογικά και λειτουργικά μειονεκτήματα για την ανάπτυξη της εικονικής πραγματικότητας με σκοπό τη μάθηση, γεγονός που επιβεβαιώθηκε στη πρώτη φάση της μελέτης. Η πρόσβαση των σχολείων στο Διαδίκτυο περιορίστηκε από το κρατικό τμήμα εκπαίδευσης που μπλόκαρε τον ιστότοπο του Oculus και εμφάνιζε στους εκπαιδευτικούς την ανάγκη να αναπτύξουν μια σειρά «λύσεων» για να επιτρέψουν τη συνέχιση της μελέτης. Αυτό σήμαινε ότι χρειαζόταν να δημιουργηθεί πρόσβαση στο Διαδίκτυο εκτός του δικτύου του εκπαιδευτικού τμήματος, ένα πρόβλημα που δεν θα είχαν να αντιμετωπίσουν σε τέτοιο βαθμό ιδιωτικά ή ανεξάρτητα σχολεία τα οποία έχουν περισσότερο έλεγχο στο δίκτυό τους αλλά και τη διακριτική ευχέρεια σχετικά με την πρόσβαση σε ιστότοπους του διαδικτύου, όπως για παράδειγμα καταστήματα παιχνιδιών που είναι μπλοκαρισμένα στα σχολικά συστήματα.

Επιπλέον, η κατάσταση χαμηλού εισοδήματος της σχολικής κοινότητας σήμαινε ότι δεν ήταν επιθυμητό να βασιστούν στους μαθητές που φέρνουν τις δικές τους συσκευές για τη μελέτη. Ωστόσο, σε ένα γυμνάσιο βασίστηκαν σε μαθητές που χρησιμοποιούσαν τις δικές τους συσκευές για να επιτρέψουν την ασύρματη δικτύωση προκειμένου να διευκολύνουν το έργο. Ωστόσο, αυτό δεν ήταν ιδανικό καθώς είναι πιθανό το είδος και η ηλικία των συσκευών όπως και οι διαφορετικές προδιαγραφές τους να επηρέασαν ενδεχομένως την τεχνική απόδοση του έργου, αν και παρόμοια ζητήματα ήταν εμφανή στο άλλο σχολείο που χρησιμοποίησε εναλλακτική πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Ένα πολύ σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι τα περισσότερα σχολεία δεν θα διαθέτουν υπερσύγχρονα εργαστήρια τεχνολογίας και ότι το να φέρνουν τις συσκευές τους οι μαθητές σε σχολικές κοινότητες χαμηλού εισοδήματος παρουσιάζει σοβαρά ζητήματα όσον αφορά την ψηφιακή ένταξη για μάθηση. Για αυτό το λόγο, η δημιουργικότητα και η επινοητικότητα των δασκάλων και των μαθητών ώστε να υπερβούν τα τεχνικά εμπόδια ήταν εμφανείς στα γυμνάσια χαμηλού εισοδήματος, ένα φαινόμενο που απαιτεί περισσότερη επιστημονική προσοχή.

Με αυτό τον τρόπο γίνονται κατανοητές και οι κοινωνικοπολιτισμικές πτυχές της χρήσης τεχνολογίας για μάθηση, δίνεται και απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα σχετικά με τις βιωματικές πτυχές της Ε.Π. στις αίθουσες διδασκαλίας. Επιπλέον, η μελέτη προτείνει ότι η εμπλοκή των μαθητών με την Ε.Π. για μάθηση απαιτεί στενότερη εστίαση στο φύλο. Τα ζητήματα που σχετίζονται με την ισότητα των φύλων και με την εκπαιδευτική τεχνολογία απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση, ιδίως υπό το φως των γενικευμένων επιπτώσεων κοινωνικοποίησης των διαφορετικών κατασκευών θηλυκότητας και αρρενωπότητας, ειδικά σε σχέση με το STEM. Στη μελέτη των Southgate (2018), τα κορίτσια ήταν πολύ λιγότερο πιθανό να είχαν προηγούμενη έκθεση σε Ε.Π. με HMD και η χρήση του HMD ήταν προβληματική για έναν μικρό αριθμό κοριτσιών που το βρήκαν κοινωνικά άβολο ή «ενοχλητικό». Η αντίδραση αυτών των κοριτσιών υποδηλώνει ότι απαιτούνται λύσεις σχεδιασμού HMD, ώστε οι γυναίκες να μπορούν εύκολα να εναλλάσσονται μεταξύ του εικονικού και του πραγματικού κόσμου. Οποιαδήποτε έρευνα που περιλαμβάνει Ε.Π. με παιδιά και νέους θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη δυναμική του φύλου, ειδικά τις διαφορετικές κατασκευές της θηλυκότητας και της αρρενωπότητας, και πώς αυτές τέμνονται με άλλους κοινωνικούς παράγοντες, όπως το πολιτιστικό υπόβαθρο, η κοινωνική τάξη, η γεωγραφική θέση και η διαφορετικότητα. Μια πιο προσεκτική ματιά σε αυτούς τους παράγοντες θα δώσει πολλές πληροφορίες για το πώς οι μαθητές σχετίζονται με την τεχνολογία και την ελκυστικότητά της ως εργαλείο μάθησης.

.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εικονική πραγματικότητα παρουσιάστηκε στον τύπο ως μέσο, όπως είναι το τηλέφωνο ή η τηλεόραση. Αυτό το νέο μέσο συνήθως ορίζεται με όρους μιας συγκεκριμένης συλλογής τεχνολογικού υλικού -συμπεριλαμβανομένων των υπολογιστών- δηλαδή οθόνες, ακουστικά και γάντια ανίχνευσης κίνησης. Η εστίαση της εικονικής πραγματικότητας είναι συνεπώς τεχνολογική και όχι βιωματική (Held & Durlach, 1992).

Η θέση της εικονικής πραγματικότητας συνεπάγεται μια συλλογή μηχανών. Μια τέτοια ιδέα μπορεί να είναι χρήσιμη διότι παρέχει στους πελάτες ένα σημαντικό στοιχείο εργαλείου μάρκετινγκ. Πράγματι, ο όρος εικονική πραγματικότητα δημιουργήθηκε το 1989 από τον Jaron Lanier, διευθύνοντα σύμβουλο της VPL Research, Inc (Eschenbrenner et al., 2008).

Η Εικονική Πραγματικότητα (Ε.Π.) σχετίζεται με ένα υποθετικό κόσμο, που κατασκευάζεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω του οποίου οι άνθρωποι αλληλοεπιδρούν άμεσα με τον ψηφιακό. Η εικονική πραγματικότητα σχετίζεται άμεσα με την προσθήκη στοιχείων της πραγματικότητας σε ένα εικονικό περιβάλλον, και συνεπώς περιλαμβάνει περισσότερες εικονικές πληροφορίες, όπου έχουν ενσωματωθεί και μπορούν να αλληλοεπιδράσουν τα φυσικά στοιχεία με τον εικονικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο (Martin et al., 2011).

Επομένως, η εικονική πραγματικότητα αφορά τον συνδυασμό πραγματικού και εικονικού κόσμου που μπορεί να ληφθεί υπόψη ως μεικτή πραγματικότητα, που ενέχει πιο πολλά πραγματικά παρά εικονικά στοιχεία. Συνεπώς πρόκειται για μια οθόνη στην οποία προσομοιωμένα γραφικά και σύμβολα βρίσκονται πάνω από μια εικόνα του φυσικού περιβάλλοντος. Άρα μέσω της εικονικής πραγματικότητας οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με τα δεδομένα που αναδύονται στον πραγματικό κόσμο και έτσι να δημιουργηθεί μία πραγματικότητα που είναι ενισχυμένη και εμπλουτισμένη (Martin – Gutierrez et al., 2010).

Ιδιαίτερα, οι τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας συχνά χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση και τις ασκήσεις προσομοιωτή πτήσης. Η εισαγωγή της τεχνολογίας εικονικής πραγματικότητας στην K-12 και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ξεκίνησε στις αρχές της

δεκαετίας του 1990 με έργα όπως το Space Science, ο World Safety, η Παγκόσμια Αλλαγή, το Virtual Gorilla Exhibit, το AtomWorld και η Cell Biology (Martin et al., 2011). Οι σχεδιαστές αυτών των έργων χρησιμοποίησαν διάφορες περιφερειακές συσκευές, όπως εργαλεία προβολής, γάντια δεδομένων και αξεσουάρ σώματος για μια πλήρως εμβληματική μαθησιακή εμπειρία.

Η εικονική πραγματικότητα βοηθάει την υπέρθεση εικόνων που έχουν φτιαχτεί από υπολογιστή πάνω σε πραγματικές καταστάσεις και αληθινό χρόνο. Ο χρήστης είναι δυνατό να βλέπει τον πραγματικό κόσμο όπως και τα αντικείμενα του εικονικού κόσμου ταυτόχρονα, αλλά και να αλληλοεπιδρά με αυτά. Η εικονική πραγματικότητα, εκτός από την ψυχαγωγία επεκτείνεται και σε άλλες επιστήμες όπως η ιατρική, οι ανθρωπιστικές επιστήμες αλλά και αλλού. Στην εκπαίδευση, ειδικότερα, οι μαθητές είναι πιθανό να επωφεληθούν μέσα από τη διδασκαλία με εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας (Martin et al., 2011).. Η εικονική πραγματικότητα ως διαδραστική αλληλεπίδραση παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην εμπειρία του χρήστη. Βασικές κατηγορίες που αφορούν στον εικονικό κόσμο είναι η πλοήγηση, ο χειρισμός και η επικοινωνία.

Η τάση στις σύγχρονες εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας είναι να μιμηθούν όσο είναι δυνατό τις αλληλεπιδράσεις στον πραγματικό κόσμο μέσω μιας φορητής συσκευής (Medicherla et al., 2010).

Η πλοήγηση στον εικονικό κόσμο πραγματοποιείται με διάφορες ενέργειες μέσω του συστήματος του λογισμικού. Ακόμη η επικοινωνία ενισχύεται με τη δυνατότητα των ατόμων να βλέπουν τα ίδια αντικείμενα ταυτόχρονα, μέσω του λογισμικού σε πραγματικό χρόνο και επιπλέον με τη χρήση του διαδικτύου, οι χρήστες μπορούν να μιλάνε μεταξύ τους και να ανταλλάζουν απόψεις (Mayer & Moreno, 2003).

Οι προσομοιώσεις είναι διαδραστικά ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης που μιμούνται μια πραγματική διαδικασία ή μια κατάσταση. Οι προσομοιώσεις επιτρέπουν στους μαθητές να δοκιμάσουν τις υποθέσεις τους για τις επιδράσεις των μεταβλητών εισροών στα επιδιωκόμενα αποτελέσματα. Οι προσομοιώσεις μπορούν να προσφέρουν οικονομικά αποδοτική πρακτική των διαδικασιών που χρησιμοποιούν εικονικές συσκευές, οι οποίες στην πραγματική ζωή θα μπορούσαν να είναι δαπανηρές. Για παράδειγμα, η ανατομία του βάτραχου είναι μια συνηθισμένη διαδικασία για την διδασκαλία της ανατομίας στις τάξεις βιολογίας του σχολείου. Το Vfrog είναι μια δημοφιλής προσομοίωση που επιτρέπει στους

μαθητές να διεξάγουν ανατομία βατράχων πολλές φορές χρησιμοποιώντας εικονικές συσκευές (Martin et al., 2011).

Η διεξαγωγή των διαδικασιών ανατομίας σε ένα εργαστήριο μπορεί όχι μόνο να επιβάλει οικονομική επιβάρυνση, αλλά και να μην είναι σύμφωνη με τις προσωπικές πεποιθήσεις των μαθητών για τη διεξαγωγή ανατομιών των ζώων. Οι προσομοιώσεις είναι επίσης ωφέλιμες επειδή μπορούν να επιτρέψουν σε μαθητές να ασκήσουν δεξιότητες που διαφορετικά θα μπορούσαν να είναι επικίνδυνες για την άσκηση στην πραγματική ζωή, σε ένα ασφαλές περιβάλλον. Για παράδειγμα, στον τομέα της ιατρικής, ο κ. Vetro είναι μια κοινώς χρησιμοποιούμενη προσομοίωση αρκετών ιατρικών σεναρίων που παρέχουν στους φοιτητές την ευκαιρία να οξύνουν τις δεξιότητές τους πριν την εξασκηθούν σε πραγματικούς ασθενείς (Medicherla et al., 2010). Σε αυτή την κατεύθυνση, οι φοιτητές ιατρικής μπορούν να αποφύγουν τον κίνδυνο εφαρμογής ορισμένων διαδικασιών απευθείας στον ασθενή χωρίς να έχουν επαρκή πρακτική, η οποία μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη ζωή των ασθενών.

Οι ερευνητές έχουν αναθέσει παιχνίδια για μάθηση ως ειδική κατηγορία προσομοίωσης. Οι έρευνες δείχνουν ότι για να προωθηθεί η μάθηση, τα παιχνίδια πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να παρέχουν στους παίκτες μια αίσθηση αυτονομίας, ταυτότητας και αλληλεπίδρασης. Προκειμένου ένα παιχνίδι να προκαλέσει μακρόχρονη κινητοποίηση των μαθητών και παρατεταμένη δέσμευση με τα μαθησιακά υλικά, ο σχεδιασμός του παιχνιδιού πρέπει να παρέχει στους μαθητές τις ευκαιρίες να στρατηγικοποιήσουν τις κινήσεις τους, να δοκιμάσουν τις υποθέσεις και να λύσουν το πρόβλημα (Squire & Klopfer, 2007).

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα εναλλακτικών επιλογών για τον όρο «ενεργητική μάθηση» όπως η μάθηση μέσω του παιχνιδιού, η μάθηση βασισμένη στην τεχνολογία, η μάθηση βάσει δραστηριοτήτων, η ομαδική εργασία, η μέθοδος έργου κλπ. Ο βασικός παράγοντας πίσω από αυτά είναι ορισμένες σημαντικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά της ενεργητικής μάθησης. Η ενεργητική μάθηση είναι το αντίθετο της παθητικής μάθησης. είναι στο επίκεντρο του μαθητή, όχι στο επίκεντρο των εκπαιδευτικών, και απαιτεί κάτι περισσότερο από ακρόαση, η ενεργός συμμετοχή όλων των φοιτητών αποτελεί απαραίτητη πτυχή της ενεργούς μάθησης. Οι μαθητές πρέπει να κάνουν πράγματα και

ταυτόχρονα να σκεφτούν για το έργο που έχει γίνει και για το σκοπό πίσω από αυτό, ώστε να μπορέσουν να ενισχύσουν τις ικανότητες σκέψης υψηλότερης τάξης.

Πολλές ερευνητικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι η ενεργητική μάθηση ως στρατηγική έχει προωθήσει τα επίπεδα επίτευξης και κάποιες άλλες λένε ότι η μάθηση του περιεχομένου είναι δυνατή μέσω ενεργών στρατηγικών μάθησης. Ωστόσο, ορισμένοι μαθητές καθώς και εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να προσαρμοστούν στη νέα τεχνική μάθησης, (Bonwell & Eison, 1991). Η ενεργητική μάθηση πρέπει να μετατρέπει τους μαθητές από παθητικούς ακροατές σε ενεργούς συμμετέχοντες και βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν το θέμα μέσω έρευνας, συλλογής και ανάλυσης δεδομένων για την επίλυση γνωστικών προβλημάτων υψηλότερης τάξης. Υπάρχει έντονη χρήση της επιστημονικής και ποσοτικής γνώσης σε όλο το πρόγραμμα σπουδών και η μάθηση που βασίζεται στην τεχνολογία είναι επίσης σε υψηλή ζήτηση σε σχέση με την ενεργό μάθηση.

Η γενιά G, η επόμενη γενιά, οι γεννημένοι μετά το 2000, όπως θα μπορούσαν να καταταχθούν, μαθαίνουν με θεμελιωδώς διαφορετικούς τρόπους από ό, τι οι μαθητές του παρελθόντος. Έχουν ωριμάσει σε έναν συνδεδεμένο κόσμο όπου οι πληροφορίες είναι στα χέρια τους και η ψυχαγωγία και η μάθηση αρχίζουν να γίνονται κάπως συμβιωτικές. Η αυξανόμενη χρήση του Web 2.0 (ο ορισμός των ιστότοπων που δημιουργούνται από χρήστες, όπως το wikis, τα blogs και οι ιστότοποι όπως το youtubeTM) και η κοινωνική δικτύωση (δηλ. FacebookTM, MySapceTM και BeboTM) αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να παραδοθούν οδηγίες.

Συνοψίζοντας, μια ομάδα γεννημένων μετά το 2000 (σημερινοί φοιτητές), ερωτήθηκαν σχετικά με την κουλτούρα της πανεπιστημιούπολης. Σε άρθρο που γράφτηκε στο «The Chronicle of Higher Education» (2007) που συνοψίζει μια ομάδα απόψεων των γεννημένων μετά το 2000 για την κουλτούρα της πανεπιστημιούπολης, ειπώθηκαν οι ανάγκες και οι προοπτικές. Όταν ρωτήθηκαν για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση, οι ερωτηθέντες γενικά είπαν ότι δεν τους άρεσε επειδή "ήταν μια εμπειρία γλώσσας και εκπαίδευσης".

Ωστόσο, όταν ρωτήθηκαν για τη σύγκρισή της με την παραδοσιακή εκπαίδευση, οι φοιτητές ανέφεραν ότι τους άρεσε περισσότερο επειδή μπορούσαν να λένε πράγματα σε απευθείας σύνδεση που δεν θα έλεγαν κανονικά σε μία συνηθισμένη τάξη. Κάποιοι δήλωσαν ότι τους άρεσαν οι ασύγχρονες πλατφόρμες (δηλ. Web CTTM,

Blackboard και Moodle) καλύτερα από μια Web-cam τάξη λόγω της ανωνυμίας.

Αυτοί οι σπουδαστές θέλουν περισσότερη προσπάθεια για να είναι ενεργητικοί στη μάθηση και οι διαχειριστές και οι σχολές πρέπει να προσαρμοστούν. Αυτή είναι η γραμμή που ορίζει τα περιβάλλοντα εικονικής μάθησης 3D που θα αναπτυχθούν κατωτέρω. Οι φοιτητές που αποτυγχάνουν στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση γενικά στερούνται κάποιες θεμελιώδεις δεξιότητες που απαιτούνται για να επιτύχουν σε αυτό το μάθημα γενικά λόγω του τρόπου με τον οποίο παραδίδονται τα μαθήματα.

Οι στρατηγικές εκμάθησης από απόσταση περιλαμβάνουν ερωτήσεις που οι μαθητές πρέπει να αναρωτηθούν, όπως το τι τους παρακινεί, πώς σκέφτονται για τα μαθησιακά τους καθήκοντα και ποιες δραστηριότητες είναι πιο ευνοϊκές για το μαθησιακό ύφος τους. Ο Saba (2004) είπε ότι υπάρχει ένα χάσμα μεταξύ της διαδικτυακής μάθησης από την παραδοσιακή εκπαίδευση στα ακόλουθα: έλλειψη της πρόσωπο με πρόσωπο ανατροφοδότησης από τον εκπαιδευτή, απουσία μιας άμεσης ομότιμης ομάδας, μάθηση με απομόνωση, και μάθηση στο σπίτι ή σε ένα περιβάλλον όπου υπάρχουν πολλοί περισπασμοί.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Abelson, J. (2005). Video games work, study says. The Boston Globe.

[2] Aldrich, C. (2002). A field guide to educational simulations. Alexandria, VA: American Society for Training & Development.

[3] Alter, A. (2007). Is this man cheating on his wife. Wall Street Journal, 10, W8.

[4] Anderson, J. L., & Wall, S. D. (2016). Kinecting physics: Conceptualization of motion through visualization and embodiment. *Journal of Science Education and Technology*, *25*(2), 161-173.

[5] Anthony, G. (1996). Active learning in a constructivist framework. Educational studies in mathematics, 31(4), 349-369.

[6] Appel, J. (2007). Report Identifies Ed-Tech Trends to Watch: Emerging Forms of Publication, Massively Multiplayer Educational Gaming among Trends on the Horizon Expected to Have a Huge Impact on Schools. eSchool News.

[7] Baepler, P., Walker, J. D., & Driessen, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. Computers & Education, 78, 227-236.

[8] Barnes, D. R. (1989). Active learning. Leeds University TVEI Support Project.

[9] Baumgartner, T., Speck, D., Wettstein, D., Masnari, O., Beeli, G., & Jäncke, L. (2008). Feeling present in arousing virtual reality worlds: prefrontal brain regions differentially orchestrate presence experience in adults and children. *Frontiers in human neuroscience*, *2*, 8.

[10] Beck, J. C., & Wade, M. (2004). Got game. Harvard Business School Press, Boston.

[11] Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The MagicBook: a transitional AR interface. *Computers & Graphics*, *25*(5), 745-753.

[12] Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Cognitive domain.

[13] Boas, Y. A. G. V. (2013). Overview of virtual reality technologies. In Interactive Multimedia Conference (Vol. 2013).

[14] Bogusevschi, D., Bratu, M., Ghergulescu, I., Muntean, C. H., & Muntean, G. M. (2018, April). Primary school STEM education: using 3D computer-based virtual reality and experimental laboratory simulation in a physics case study. In *Ireland International Conference on Education, IPeTEL workshop, Dublin*.

[15] Bogusevschi, D., Muntean, C., & Muntean, G. M. (2020). Teaching and learning physics using 3D virtual learning environment: A case study of combined virtual reality and virtual laboratory in secondary school. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 39(1), 5-18.

[16] Bogusevschi, D., Muntean, C., & Muntean, G. M. (2020). Teaching and learning physics using 3D virtual learning environment: A case study of combined virtual reality and virtual laboratory in secondary school. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, *39*(1), 5-18.

[17] Bonnard, Q., Verma, H., Kaplan, F., & Dillenbourg, P. (2012, September). Paper interfaces for learning geometry. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 37-50). Springer, Berlin, Heidelberg.

[18] Bonwell, C., & Eison, J. (1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. Information Analyses-ERIC Clearing house Products (071) (p. 3). ISBN 978-1-878380-06-7. ISSN 0884-0040.

[19] Brinson, J. R. (2015). Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research. *Computers & Education*, *87*, 218-237.

[20] Cai, S., Chiang, F. K., Sun, Y., Lin, C., & Lee, J. J. (2017). Applications of augmented reality-based natural interactive learning in magnetic field instruction. *Interactive Learning Environments*, *25*(6), 778-791.

[21] Chen, N. S., Teng, D. C. E., & Lee, C. H. (2011). Augmenting paper-based reading activity with direct access to digital materials and scaffolded questioning. *Computers & Education*, *57*(2), 1705-1715.

[22] Childress, M. D., & Braswell, R. (2006). Using massively multiplayer online role-playing games for online learning. Distance Education, 27(2), 187-196.

[23] Civelek, T., Ucar, E., Ustunel, H., & Aydın, M. K. (2014). Effects of a haptic augmented simulation on K-12 students' achievement and their attitudes towards physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *10*(6), 565-574.

[24] Clancy, T. A., Rucklidge, J. J., & Owen, D. (2006). Road-crossing safety in virtual reality: a comparison of adolescents with and without ADHD. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, *35*(2), 203-215.

[25] Cobbold, T. (2017). What's behind Australia's tottering PISA results: A review of Australia's PISA results. *Retrieved July*, *24*, 2017.

[26] Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into practice*, *39*(3), 124-130.

[27] Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. *British Journal of Educational Technology*, *41*(1), 10-32.

[28] Dede, C. (2005). Planning for neomillennial learning styles. Educause Quarterly, 28(1), 7-12.

[29] Dede, C., Korte, S., Nelson, R., Valdez, G., & Ward, D. J. (2005). Transforming learning for the 21st century: An economic imperative. Common Knowledge, 399, 1-66.

[30] Delialioglu, O. (2012) 'Student engagement in blended learning environments with lecture-based and problem-based instructional approaches', Journal of Educational Technology and Society, Vol. 15, No. 3, pp.310–n/a,

[31] Driscoll, M.P. (2012) 'Psychological Foundations of Instructional Design', in Reiser, R.A. and Dempsey, J.V. (Eds.): Trends and Issues in Instructional Design and Technology, 3rd ed., Boston: Pearson, pp.35–44.

[32] 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.

[33] Dünser, A., Walker, L., Horner, H., & Bentall, D. (2012, November). Creating interactive physics education books with augmented reality. In *Proceedings of the 24th Australian computer-human interaction conference* (pp. 107-114).

[34] Eschenbrenner, B., Nah, F.F. and Siau, K. (2008) '3-D virtual worlds in education: applications, benefits, issues and opportunities', Journal of Database Management, Vol. 19, No. 4, pp.91–110.

[35] Estapa, A., & Nadolny, L. (2015). The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation. Journal of STEM education, 16(3).

[36] Estapa, A., & Nadolny, L. (2015). The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation. *Journal of STEM education*, *16*(3).

[37] Foster, A. (2005, September 30). The avatars of research. The Chronicle of Higher Education.

[38] Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410-8415.

[39] Freina, L., & Ott, M. (2015, April). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In *The international scientific conference elearning and software for education* (Vol. 1, No. 133, pp. 10-1007).

[40] Friedman, T. L. (2005). The world is flat: A brief history of the twenty-first century. Macmillan.

[41] Gee, J. P. (2005). Why Are Video Games Good For Learning? This paper was, in part, inspired by reading Michael Zyda's recent paper. From visual simulation to virtual reality to games. Computer, 38(9), 25-32.

[42] Gee, J.P. (2004) 'Situated Language and Learning: A Critique of Traditional Schooling, Routledge, London.

[43] Gee, J.P. (2009) 'Deep learning properties of good digital games: how far can they go?', in Rittenfeld, U., Cody, M. and Vorderer, P. (Eds.): Serious Games: Mechanisms and Effects, Routledge, New York, pp.67–82.

[44] Gigante, M. A. (1993). Virtual reality: definitions, history and applications. In Virtual reality systems (pp. 3-14). Academic Press.

[45] Goff, W., & Veresov, N. (2015). Examining teacher-researcher collaboration through the cultural interface. *Cultural Studies of Science Education*, *10*(3), 621-627.

[46] Greeno, J. G., Collins, A. M., & Resnick, L. B. (1996). Cognition and learning. *Handbook of educational psychology*, *77*, 15-46.

[47] Guerrero, G., Ayala, A., Mateu, J., Casades, L., & Alamán, X. (2016). Integrating virtual worlds with tangible user interfaces for teaching mathematics: A pilot study. *Sensors*, *16*(11), 1775.

[48] Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. American journal of Physics, 66(1), 64-74.

[49] Hamilton, I. (2016) Exclusive: Titans of space 2' Arrives in Early Access Next Week for Vive and Rift, Upload, V.R.

[50] Held, R. M., B Durlach, N I . (1992). Telepresence. Presence: Teleoperators and tWztal environnients, I(I), 102-1 12.

[51] Heradio, R., De La Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F. J., Herrera-Viedma, E., & Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. *Computers & Education*, *98*, 14-38.

[52] Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2010). Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research. *British journal of educational technology*, *41*(1), 33-55.

[53] Hiebert, J. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Heinemann, 361 Hanover Street, Portsmouth, NH 03801-3912..

[54] Hill, M., Hudson, A., McKendry, S., Raven, N., Saunders, D., Storan, J., & Ward, T. (2016, July). Closing the Gap: Bridges for Access and Lifelong Learning. FACE: Forum for Access and Continuing Education.

[55] Hochberg, K., Kuhn, J., & Müller, A. (2018). Using smartphones as experimental tools—effects on interest, curiosity, and learning in physics education. *Journal of Science Education and Technology*, *27*(5), 385-403.

[56] Hoellwarth, C., & Moelter, M. J. (2011). The implications of a robust curriculum in introductory mechanics. American Journal of Physics, 79(5), 540-545.

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

[58] Kaput, J. (1992). Technology and mathematics education. *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, *515*, 556.

[59] Karahoca, A., Karahoca, D., & Yengin, İ. (2010). Computer assisted active learning system development for critical thinking in history of civilization. Cypriot Journal of Educational Sciences, 5(1), 4-25.

[60] Klopfer, E. R. I. C. (2005). Playing to learn: State-of-the-art computer games go to school. Access Learning, 10-11.

[61] Kuhn, J., Lukowicz, P., Hirth, M., Poxrucker, A., Weppner, J., & Younas, J. (2016). gPhysics—Using smart glasses for head-centered, context-aware learning in physics experiments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *9*(4), 304-317.

[62] Lin, L., Parmar, D., Babu, S. V., Leonard, A. E., Daily, S. B., & Jörg, S. (2017, September). How character customization affects learning in computational thinking. In *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception* (pp. 1-8).

[63] Linden Research Inc. (2008). Mainland pricing and fees. SecondLife.

[64] Madary, M., & Metzinger, T. K. Real Virtuality (2016): A Code of Ethical Conduct. *Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of VR-Technology. Front. Robot. AI*, *3*(3).

[65] Marfisi-Schottman, I., George, S., & Tarpin-Bernard, F. (2010, October). Tools and methods for efficiently designing serious games. In *Proceedings of the 4th Europeen Conference on Games Based Learning ECGBL* (pp. 226-234).

[66] Marrone, M., Taylor, M., & Hammerle, M. (2018). Do International Students Appreciate Active Learning in Lectures?. Australasian Journal of Information Systems, 22.

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

[68] Martin-Gutierrez, J., Saorin, J. L., Contero, M., Alcaniz, M., Perez-Lopez, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. Computers & Graphics, 34(1), 77–91.

[69] Mayer, R. & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. Educational Psychologist, 38(1), 43-52.

[70] Mazuryk, T., & Gervautz, M. (1996). Virtual reality-history, applications, technology and future.

[71] Medicherla, P. S., Chang, G., & Morreale, P. (2010). Visualization for increased understanding and learning using augmented reality. In Proceedings of the international conference on Multimedia information retrieval (pp. 441-444). ACM.

[72] Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works?. Advances in physiology education, 30(4), 159-167.

[73] Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education*, *56*(3), 769-780.

[74] National Council of Teacher of Mathematics (2008). The role of technology in the teaching and learning of mathematics: A position of the National Council of Teachers of Mathematics. Accessed at:

[75] New Media Consortium & EDUCAUSE Learning Initiative. (2007). The horizon report. Stanford, CA: New Media Consortium.

[76] Paquette, G., Léonard, M., Lundgren-Cayrol, K., Mihaila, S., & Gareau, D. (2006). Learning design based on graphical knowledge-modelling. *Journal of Educational Technology & Society*, *9*(1), 97-112.

[77] Parmar, D., Isaac, J., Babu, S. V., D'Souza, N., Leonard, A. E., Jörg, S., ... & Daily, S. B. (2016, March). Programming moves: Design and evaluation of applying embodied interaction in virtual environments to enhance computational thinking in middle school students. In *2016 IEEE Virtual Reality (VR)* (pp. 131-140). IEEE.

[78] Pellas, N., Kazanidis, I., Konstantinou, N., & Georgiou, G. (2017). Exploring the educational potential of three-dimensional multi-user virtual worlds for STEM education: A mixed-method systematic literature review. *Education and Information Technologies*, *22*(5), 2235-2279.

[79] Plumert, J. M., Kearney, J. K., & Cremer, J. F. (2004). Children's perception of gap affordances: bicycling across traffic-filled intersections in an immersive virtual environment. *Child development*, *75*(4), 1243-1253.

[80] Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, *95*, 309-327.

[81] President's Council of Advisors on Science and Technology. (2012). Engage to excel: Producing on million additional college graduates with degrees in science, technology, engineering, and mathematics. Retrieved from whitehouse.gov

[82] Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. Journal of engineering education, 93(3), 223-231.

[83] Purba, S. W. D., & Hwang, W. Y. (2017). Investigation of learning behaviors and achievement of vocational high school students using an ubiquitous physics tablet PC app. *Journal of Science Education and Technology*, *26*(3), 322-331.

[84] Purcell, K., Heaps, A., Buchanan, J., & Friedrich, L. (2013). How teachers are using technology at home and in their classrooms. *Washington, DC: Pew Research Center's Internet & American Life Project*.

[85] Putnam, R. T., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning?. *Educational researcher*, *29*(1), 4-15.

[86] Renkl, A., Atkinson, R. K., Maier, U. H., & Staley, R. (2002). From example study to problem solving: Smooth transitions help learning. The Journal of Experimental Education, 70(4), 293-315.

[87] Rusbult, Craig. "Constructivism as a Theory of Active Learning". Retrieved 25 September 2015.

[88] Saba, F. (2004). Strategies to succeed in distance learning. Distance-Eclucatorconi. Retrieved August, 27, 2004.

[89] Sarabando, C., Cravino, J. P., & Soares, A. A. (2014). Contribution of a computer simulation to students' learning of the physics concepts of weight and mass. *Procedia Technology*, *13*, 112-121.

[90] Segovia, K. Y., & Bailenson, J. N. (2009). Virtually true: Children's acquisition of false memories in virtual reality. *Media Psychology*, *12*(4), 371-393.

[91] Serdiukov, P. (2001). Models of distance higher education: Fully automated or partially human?. AACE Journal, 9(1), 15-25.

[92] Shaffer, D., Squire, K., Halverson, R., & Gee, J. (2005). Video games and the future of learning. Phi Delta Kappan, 87(2), 104–111.

[93] Sheridan, '1'. H. (1992). Musings on telepresence and virtual presence. 1're.sence: 7i?leopc~t-ufors

[94] Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). Understanding virtual reality: Interface, application, and design. Morgan Kaufmann.

[95] Simsek, I. (2016). The Effect of 3D Virtual Learning Environment on Secondary School Third Grade Students' Attitudes toward Mathematics. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, *15*(3), 162-168.

[96] Smith, J. and Hu, R. (2013) 'Rethinking teacher education: synchronizing eastern and western views of teaching and learning to promote 21st century skills and global perspectives', Education Research and Perspectives (Online), Vol. 40, pp.86–108,

[97] Sollervall, H. (2012). COLLABORATIVE MATHEMATICAL INQUIRY WITH AUGMENTED REALITY. *Research & Practice in Technology Enhanced Learning*, *7*(3).

[98] Southgate, E., Smith, S. P., & Scevak, J. (2017, March). Asking ethical questions in research using immersive virtual and augmented reality technologies with children and youth. In *2017 IEEE virtual reality (VR)* (pp. 12-18). IEEE.

[99] Southgate, E., Smith, S. P., Cividino, C., Saxby, S., Kilham, J., Eather, G., ... & Bergin, C. (2019). Embedding immersive virtual reality in classrooms: Ethical, organisational and educational lessons in bridging research and practice. International Journal of Child-Computer Interaction, 19, 19-29.

[100] Southgate, E., Smith, S. P., Cividino, C., Saxby, S., Kilham, J., Eather, G., ... & Bergin, C. (2019). Embedding immersive virtual reality in classrooms: Ethical, organisational and educational lessons in bridging research and practice. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *19*, 19-29.

[101] Squire, K. (2003). Video games in education. Int. J. Intell. Games & Simulation, 2(1), 49-62.

[102] Squire, K., & Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. Journal of the Learning Sciences, 16(3), 371–413.

[103] Standen, P.J. and Brown, D.J. (2006) 'Virtual reality and its role in removing the barriers that turn cognitive impairments into intellectual disability', Virtual Reality, Vol. 10, Nos. 3–4, pp.241–252.

[104] Stanford University Virtual Human Interaction Lab, Stanford studies virtual reality kids and the effects of make-believe (2015).

[105] Sweeny, R. T. (2007). How the new generation of well-wired multitaskers is changing campus culture. Chronicle of Higher Education, 53(18), 10-15.

[106] Tho, S. W., Chan, K. W., & Yeung, Y. Y. (2015). Technology-enhanced physics programme for community-based science learning: Innovative design and programme evaluation in a theme park. *Journal of Science Education and Technology*, *24*(5), 580-594.

[107] Winn, W. (1993). A conceptual basis for educational applications of virtual reality. *Technical Publication R-93-9, Human Interface Technology Laboratory of the Washington Technology Center, Seattle: University of Washington*.

[108] Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & education*, *68*, 570-585.

[109] Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & education*, *68*, 570-585.

[110] Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, *62*, 41-49.

[111] Yamada-Rice, D., Mushtaq, F., Woodgate, A., Bosmans, D., Douthwaite, A., Douthwaite, I., ... & Whitley, S. (2017). Children and virtual reality: Emerging possibilities and challenges.

[112] Yoon, S., Anderson, E., Lin, J., & Elinich, K. (2017). How augmented reality enables conceptual understanding of challenging science content. *Journal of Educational Technology & Society*, *20*(1), 156-168.

[113] Zacharia, Z. (2003). Beliefs, attitudes, and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. Journal of Research in Science Teaching, 40(8), 792-823.

[114] Zbiek, R. M., Heid, M. K., Blume, G. W., & Dick, T. P. (2007). Research on technology in mathematics education: A perspective of constructs. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, *2*, 1169-1207.