

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Αντώνιος Νάτσης

«Παιδαγωγική αξιοποίηση των ιδιαίτερων
χαρακτηριστικών της εικονικής πραγματικότητας»

Διδακτορική Διατριβή

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2012

Αντώνιος Νάτσης

«Παιδαγωγική αξιοποίηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της εικονικής πραγματικότητας»

Διδακτορική διατριβή

που υποβλήθηκε στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

της Σχολής Επιστημών Αγωγής

του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

1. Αναστάσιος Μικρόπουλος, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης - Σχολή Επιστημών Αγωγής - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, επιβλέπων
2. Κωνσταντίνος Κώτσης, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης - Σχολή Επιστημών Αγωγής - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
3. Αθανάσιος Τζιμογιάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής - Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. Αναστάσιος Μικρόπουλος, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης - Σχολή Επιστημών Αγωγής - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, επιβλέπων
2. Κωνσταντίνος Κώτσης, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης - Σχολή Επιστημών Αγωγής - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
3. Αθανάσιος Τζιμογιάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής - Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
4. Δημήτριος Μαυρίδης, Λέκτορας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης - Σχολή Επιστημών Αγωγής - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
5. Γεώργιος Σμύρης, Επικουρος Καθηγητής, Τμήμα Πλαστικών Τεχνών και Επιστημών της Τέχνης - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
6. Παναγιώτης Πιντέλας, Καθηγητής, Τμήμα Μαθηματικών - Σχολή Θετικών Επιστημών - Πανεπιστήμιο Πατρών
7. Χρήστος Παναγιωτακόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης – Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών – Πανεπιστήμιο Πατρών

Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης της Σχολής Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα

(ν. 5343/32, άρθρο 202, §2)

Στην οικογένειά μου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αίσθηση της παρουσίας αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης ενός χρήστη με ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας. Τεχνολογικά χαρακτηριστικά, ατομικοί παράγοντες των χρηστών και χαρακτηριστικά του περιεχομένου ενός εικονικού περιβάλλοντος μπορούν να επηρεάσουν τα επίπεδα παρουσίας των χρηστών. Ενώ η αίσθηση της παρουσίας θεωρείται ένα χαρακτηριστικό των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων που μπορεί να συνεισφέρει θετικά στη μαθησιακή εμπειρία, εντούτοις η επίδρασή της στα μαθησιακά αποτελέσματα δεν έχει μελετηθεί επαρκώς. Στόχος της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι να διερευνήσει την επίδραση χαρακτηριστικών της εικονικής πραγματικότητας (τεχνολογικών και περιεχομένου) και των χρηστών στην αίσθηση της παρουσίας και στα μαθησιακά αποτελέσματα και να διερευνήσει την πιθανή συσχέτιση της αίσθησης της παρουσίας με την επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων μετά την αλληλεπίδραση με ένα εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον με θέμα την αρχαία ελληνική αγγειογραφία.

Σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα υψηλά αλληλεπιδραστικό εικονικό περιβάλλον, το οποίο αναπαριστά τον χώρο μιας ανασκαφής. Οι χρήστες αρχικά επισκέπτονται την συλλογή με τα αρχαία αγγεία όπου αποκτούν τις απαραίτητες γνώσεις για να εμπλακούν στη συνέχεια σε διαδραστικές δραστηριότητες σχετικές με την γνώση που απέκτησαν κατά την περιήγηση στη συλλογή των αγγείων. Διενεργήθηκαν δύο εμπειρικές μελέτες όπου το δείγμα αποτέλεσαν φοιτήτριες και φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Ως προς τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, οι έρευνες εστίασαν στις συσκευές προβολής και έτσι στην πρώτη έρευνα μελετήθηκε το μέγεθος της οθόνης ενώ στη δεύτερη η στερεοσκοπική ή μη προβολή. Το ενδιαφέρον των χρηστών ως προς το θέμα το εκπαιδευτικού εικονικού περιβάλλοντος και η εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών ήταν οι ατομικοί παράγοντες που εξετάστηκαν. Το περιεχόμενο του εικονικού περιβάλλοντος διαφοροποιήθηκε από την εφαρμογή δύο διαφορετικών διδακτικών στρατηγικών.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η διδακτική στρατηγική ήταν ο μόνος παράγοντας που είχε επίδραση στα μαθησιακά αποτελέσματα με τους χρήστες που ενεπλάκησαν σε αυθεντικές δραστηριότητες να έχουν καλύτερη επίδοση από τους χρήστες που εξερεύνησαν την συλλογή με τα αγγεία. Η στερεοσκοπική προβολή δεν είχε επίδραση ούτε στα μαθησιακά αποτελέσματα ούτε στην αίσθηση της παρουσίας. Αυξημένο ενδιαφέρον προς το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος οδηγεί σε υψηλότερα επίπεδα αίσθησης παρουσίας, ενώ οι πιο έμπειροι στην χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών ολοκλήρωσαν σε λιγότερο χρόνο τις μαθησιακές δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος. Τέλος, δεν βρέθηκε συσχέτιση ανάμεσα στην αίσθηση της παρουσίας και τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Η διατριβή αναδεικνύει την σημασία του σωστού διδακτικού σχεδιασμού για την επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων κατά την αλληλεπίδραση με ένα εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον και υποστηρίζει με νέα εμπειρικά δεδομένα την έρευνα για την αναγνώριση τεχνολογικών χαρακτηριστικών, ατομικών παραγόντων και χαρακτηριστικών του περιεχομένου ενός εκπαιδευτικού εικονικού περιβάλλοντος που μπορούν να επηρεάσουν την αίσθηση της παρουσίας και τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα, αίσθηση παρουσίας, μαθησιακά αποτελέσματα, τεχνολογικοί παράγοντες, ατομικοί παράγοντες, παράγοντες περιεχομένου

ABSTRACT

The sense of presence is a key feature of user interaction with a virtual reality system. Technological factors, user characteristics and content factors may influence user's sense of presence. While presence is considered an important feature of educational virtual environments which may contribute in a positive student experience, its benefits in learning outcomes has rarely been investigated. The aim of this doctoral thesis is to investigate the impact of virtual reality characteristics (technological and content) and user characteristics on sense of presence and learning outcomes, in an educational virtual environment concerning ancient Greek pottery.

A highly interactive virtual environment depicting an excavation site was designed and developed. Initially, users were visited the showroom with a collection of ancient pots where they acquired the necessary knowledge in order to involve in authentic interactive learning activities inside the virtual environment. Two empirical studies were conducted and the sample consisted of pre-service education students of the Department of Primary Education, the University of Ioannina. Regarding technological factors, the studies were focused on viewing condition. In the first study, the impact of screen size was studied, whether in the second study the impact of stereoscopic or monoscopic presentation of the virtual content was investigated. Domain specific interest in the discipline and user experience in playing video-games were the user factors examined. The content of the virtual environment were differentiated by applying two different didactic strategies.

Results showed that didactic strategy is the only factor that influences the learning outcomes. Users who involved in learning tasks have better performance in the post-test than the students who just visited the collection of ancient pots. Stereoscopic presentation did not affect learning outcomes or the sense of presence. Domain specific interest associated with higher level of presence, while user experience in playing video-games resulted in less time for completing the learning activities. Finally, the sense of presence was not related to learning outcomes.

This thesis highlights the necessity of the proper didactic design for the accomplishment of learning goals in an educational virtual environment. It also provides new empirical data in the research of identifying technological factors, user characteristics and content factors which may influence the sense of presence and learning outcomes in an educational virtual environment.

Keywords: Educational virtual environments, sense of presence, learning outcomes, technological factors, user characteristics, content factors

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου σε όλους εκείνους τους ανθρώπους που συνέβαλαν ουσιαστικά, άμεσα ή έμμεσα, στην ολοκλήρωση της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

Αρχικά, οφείλω να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Αναστάσιο Μικρόπουλο, στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης της Σχολής Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, επιβλέποντα της διδακτορικής διατριβής, για τη γενικότερη συμπαράσταση, τη συνεχή καθοδήγηση, επίβλεψη, υπομονή και επιμονή και την άψογη συνεργασία. Όλα όσα με δίδαξε με όρεξη και ενδιαφέρον και οι πολύτιμες συμβουλές του με ενέπνευσαν σε όλα τα στάδια εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής μου. Άλλωστε, καθοριστική υπήρξε και η παροχή του απαραίτητου εξοπλισμού που διαθέτει το Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, του οποίου είναι Διευθυντής, ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα διδακτορική διατριβή.

Πολύτιμες υπήρξαν οι συμβουλές και τα σχόλια και των υπολοίπων μελών της συμβουλευτικής επιτροπής, του Καθηγητή στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης της Σχολής Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. Κωνσταντίνου Κώτση και του Αναπληρωτή Καθηγητή στο Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, κ. Αθανάσιου Τζιμογιάννη.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω όλα τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής για την πολύτιμη καθοδήγησή τους:

- Δημήτριο Μαυρίδη, Λέκτορα στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης της Σχολής Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
- Γεώργιο Σμύρη, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Πλαστικών Τεχνών και Επιστημών της Τέχνης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
- Παναγιώτη Πιντέλα, Καθηγητή του Τμήματος Μαθηματικών της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Πατρών
- Χρήστο Παναγιωτακόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης της Σχολής Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Πατρών

Ευχαριστώ, επίσης, το συνάδελφο Ιωάννη Βρέλλη, του οποίου η συμβολή σε θέματα τεχνολογικού και μεθοδολογικού περιεχομένου ήταν καταλυτική. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω και τους συναδέλφους Γεώργιο Ζαχαρή και Παρασκευή Αναστασοπούλου

οι οποίοι συνεισέφεραν στην δημιουργία των ηχητικών αποσπασμάτων που απαιτήθηκαν για την ολοκλήρωση του εικονικού περιβάλλοντος που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής.

Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ. Γεωργία Πλιάκου, επιμελήτρια αρχαιοτήτων στην ΙΒ' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων και τη φίλη μου Νότα Πάντζου για τις συμβουλές τους περί αρχαιολογικών θεμάτων.

Ακόμα, ευχαριστίες εκφράζονται και στους συνεργάτες και φίλους μου από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για τη συνεχή υποστήριξή τους κατά τη διάρκεια της διατριβής μου.

Εξίσου σημαντική ήταν και η πρόθυμη συμμετοχή των φοιτητριών και των φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στις δύο έρευνες που διεξήχθησαν στα πλαίσια της παρούσας διατριβής.

Τέλος, θερμές ευχαριστίες οφείλω να εκφράσω στην οικογένειά μου και τους φίλους μου για την ενθάρρυνση και υποστήριξη κατά τη διάρκεια της διατριβής μου. Τους ευχαριστώ όλους!

Περιεχόμενα

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	v
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	vii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1 ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	5
1.1 Εισαγωγή	5
1.2 Εικονική Πραγματικότητα	6
1.3 Αίσθηση της παρουσίας σε εικονικά περιβάλλοντα.....	9
1.3.1 Ορισμοί και τυπολογίες της αίσθησης της παρουσίας	10
1.3.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την αίσθηση της παρουσίας	13
1.3.3 Τρόποι μέτρησης της αίσθησης παρουσίας.....	14
1.4 Ορισμός Εκπαιδευτικών Εικονικών Περιβαλλόντων	16
1.5 Ιδιότητες των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων.....	17
1.6 Δυνατότητες των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων.....	19
1.7 Εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα: κριτική επισκόπηση εμπειρικών ερευνών .	20
1.7.1 Εκπαιδευτικό πλαίσιο	27
1.7.2 Τεχνολογικά χαρακτηριστικά.....	31
1.7.3 Ιδιότητες των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων	33
1.7.4 Θεωρητική προσέγγιση	35
1.7.5 Συζήτηση	40
1.8 Σύνοψη	47
2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	49
2.1 Εισαγωγή	49
2.2 Σχεδίαση τρισδιάστατων μοντέλων και ανάπτυξη εικονικού περιβάλλοντος	53
2.2.1 Σχεδίαση τρισδιάστατων μοντέλων	53
2.2.2 Εικονικοί χαρακτήρες	57
2.2.3 Ανάπτυξη εικονικού περιβάλλοντος	59
2.3. Σύνοψη	65

3 ΠΡΩΤΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΤΩΝ ΣΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ.....	67
3.1 Εισαγωγή.....	67
3.2 Ερευνητικά ερωτήματα	68
3.3 Μεθοδολογία.....	68
3.3.1 Δείγμα	68
3.3.2 Εξοπλισμός.....	69
3.3.3 Διαδικασία	69
3.3.4 Κλίμακες μέτρησης μεταβλητών	71
3.4 Αποτελέσματα	72
3.4.1 Δημογραφικά στοιχεία.....	72
3.4.2 Επίδοση σε ερωτήσεις γνώσεων.....	73
3.4.3 Αίσθηση χωρικής παρουσίας.....	76
3.4.4 Απόδοση στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος.....	76
3.4.5 Μαθησιακά αποτελέσματα	77
3.4.6 Ασθένεια προσομοίωσης.....	78
3.4.7 Αντιληπτός ρεαλισμός	78
3.4.8 Ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης	79
3.4.9 Αξιολόγηση συνολικής εμπειρίας.....	81
4 ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΤΩΝ ΣΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ.....	85
4.1 Εισαγωγή.....	85
4.2 Ερευνητικά ερωτήματα	87
4.3 Μεθοδολογία.....	87
4.3.1 Δείγμα	87
4.3.2 Εξοπλισμός.....	87
4.3.3 Διαδικασία	88
4.3.4 Κλίμακες μέτρησης μεταβλητών	88
4.4 Αποτελέσματα	91
4.4.1 Δημογραφικά στοιχεία.....	91
4.4.2 Εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών	92

4.4.3 Επίδοση σε ερωτήσεις γνώσεων	93
4.4.4 Αίσθηση παρουσίας.....	95
4.4.5 Απόδοση στις δραστηριότητες εντός εικονικού περιβάλλοντος	96
4.4.6 Μαθησιακά αποτελέσματα	97
4.4.7 Αντιληπτός ρεαλισμός	97
4.4.8 Αξιολόγηση συσκευών εισόδου	98
4.4.9 Αξιολόγηση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων	99
4.4.10 Αξιολόγηση συνολικής εμπειρίας.....	99
4.4.11 Απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα.....	102
5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	111
6 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	119
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	123
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ ΣΤΟΝ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΚΟΣΜΟ	133
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 1 ^{ης} ΕΜΠΕΙΡΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	135
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 2 ^{ης} ΕΜΠΕΙΡΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	147

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Γενικά χαρακτηριστικά των ερευνών που συμπεριλήφθησαν στην βιβλιογραφική επισκόπηση	22
Πίνακας 1.2: Τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ΕΠ που συμπεριλήφθησαν στη βιβλιογραφική επισκόπηση	24
Πίνακας 2.1: Ενέργειες στο εικονικό περιβάλλον	59
Πίνακας 3.1: Δημογραφικά στατιστικά των πειραματικών ομάδων της 1 ^{ης} έρευνας	73
Πίνακας 3.2: Απαντήσεις συμμετεχόντων στην ερώτηση: «Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;»	74
Πίνακας 3.3: Απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση: «Ποια είδη αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;»	75
Πίνακας 3.4: Αίσθηση Χωρικής Παρουσίας για κάθε συνθήκη προβολής	76
Πίνακας 3.5: Χρόνος ολοκλήρωσης και αριθμός λαθών στις δραστηριότητες εντός εικονικού περιβάλλοντος, για κάθε συνθήκη προβολής	77
Πίνακας 3.6: Μαθησιακά αποτελέσματα για κάθε συνθήκη προβολής.....	77
Πίνακας 3.7: Ασθένεια προσομοίωσης μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο ΕΠ, για κάθε συνθήκη προβολής	78
Πίνακας 3.8: Αντιληπτός ρεαλισμός του ΕΕΠ, για κάθε συνθήκη προβολής.....	79
Πίνακας 3.9: Ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης των χρηστών της κάθε συνθήκης προβολής.....	79
Πίνακας 3.10: Συσχετίσεις ανάμεσα στην αίσθηση παρουσίας, στο ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης, στον αντιληπτό ρεαλισμό, στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων εντός ΕΠ, στον αριθμό των λαθών στις δραστηριότητες εντός ΕΠ και στα μαθησιακά αποτελέσματα, για την οθόνη	80
Πίνακας 3.11: Συσχετίσεις ανάμεσα στην αίσθηση παρουσίας, στο ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης, στον αντιληπτό ρεαλισμό, στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων εντός ΕΠ, στον αριθμό των λαθών στις δραστηριότητες εντός ΕΠ και στα μαθησιακά αποτελέσματα, για τον προβολέα.....	80
Πίνακας 3.12: Αξιολόγηση συνολικής εμπειρία των χρηστών για κάθε πειραματική συνθήκη.....	81
Πίνακας 3.13: Σχόλια των χρηστών για την αξιολόγηση της εικονικής εμπειρίας: οθόνη	82
Πίνακας 3.14: Σχόλια των χρηστών για την αξιολόγηση της εικονικής εμπειρίας: προβολέας.....	82
Πίνακας 4.1: Δημογραφικά στατιστικά των πειραματικών ομάδων της 2 ^{ης} έρευνας	92
Πίνακας 4.2: Εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών	92
Πίνακας 4.3: Εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών ανά φύλο	92
Πίνακας 4.4: Απαντήσεις συμμετεχόντων στην ερώτηση: «Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;»	94

Πίνακας 4.5: Απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση: «Ποια είδη αρχαίων αγγείων γνωρίζεις»;	94
Πίνακας 4.6: Περιγραφικά στατιστικά των μεταβλητών του MEC-SPQ για κάθε πειραματική συνθήκη	95
Πίνακας 4.7: Χρόνος ολοκλήρωσης και αριθμός λαθών στις δραστηριότητες εντός εικονικού περιβάλλοντος, για κάθε τεχνολογία προβολής.....	96
Πίνακας 4.8: Αριθμός λαθών στις ερωτήσεις κατανόησης μετά την επίσκεψη στο εικονικό περιβάλλον, για κάθε πειραματική συνθήκη	97
Πίνακας 4.9: Αντιληπτός ρεαλισμός μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο ΕΠ, για κάθε πειραματική συνθήκη	98
Πίνακας 4.10: Αξιολόγηση των συσκευών εισόδου για κάθε πειραματική συνθήκη.....	98
Πίνακας 4.11: Αξιολόγηση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για κάθε πειραματική συνθήκη.....	99
Πίνακας 4.12: Αξιολόγηση συνολικής εμπειρία των χρηστών για κάθε πειραματική συνθήκη.....	100
Πίνακας 4.13: Σχόλια των χρηστών για την αξιολόγηση της εικονικής εμπειρίας: στερεοσκοπική προβολή.....	100
Πίνακας 4.14: Σχόλια των χρηστών για την αξιολόγηση της εικονικής εμπειρίας: μονοσκοπική προβολή	101
Πίνακας 4.15: Συσχετίσεις ανάμεσα σε κατανομή προσοχής, αναστολή δυσπιστίας, χωρική παρουσία, αντιληπτό ρεαλισμό, αριθμό λαθών στις ερωτήσεις κατανόησης και ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης.....	105
Πίνακας 4.16: Συσχετίσεις ανάμεσα σε κατανομή προσοχής, αναστολή δυσπιστίας, χωρική παρουσία, αριθμό λαθών στις ερωτήσεις κατανόησης και δεξιότητα χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών.....	106
Πίνακας 4.17: Μαθησιακά αποτελέσματα στις ομάδες υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας	106
Πίνακας 4.18: Συσχετίσεις ανάμεσα στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων, τον αριθμό των λαθών και το ενδιαφέρον των χρηστών ως προς το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος.....	108
Πίνακας 4.19: Συσχετίσεις ανάμεσα στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων, τον αριθμό των λαθών και την εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών	108
Πίνακας 4.20: Χρόνος ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων στις ομάδες υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας.....	109
Πίνακας 4.21: Αριθμός λαθών κατά την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων ταξινόμησης στις ομάδες υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας	109

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1: Συλλογή αρχαιοελληνικών αγγείων	50
Σχήμα 2.2: Ο εξωτερικός χώρος της ανασκαφής.....	51
Σχήμα 2.3: Αποθήκη αγγείων.....	51
Σχήμα 2.4: Χώρος ανασκαφής, επιλογή κομματιού αγγείου	52
Σχήμα 2.5: Αποθήκη, τοποθέτηση αγγείων σε βάθρα	52
Σχήμα 2.6: 3Δ μοντέλα αγγείων.....	54
Σχήμα 2.7: Αγγεία ερυθρόμορφου, μελανόμορφου και γεωμετρικού ρυθμού	56
Σχήμα 2.8: Ενδεικτικά κομμάτια αγγείων.....	56
Σχήμα 2.9: Οι εικονικοί χαρακτήρες – ξεναγοί στο εικονικό περιβάλλον.....	57
Σχήμα 2.10: Πρώτος άνδρας ξεναγός, υποδοχή χρήστη	58
Σχήμα 2.11: Γυναίκα ξεναγός, συλλογή με αγγεία	58
Σχήμα 2.12: Δεύτερος άνδρας ξεναγός, αποθήκη.....	58
Σχήμα 2.13: Σκηνή 1, υποδοχή χρήστη	61
Σχήμα 2.14: Σκηνή 2, συλλογή με αγγεία	61
Σχήμα 2.15: Σκηνή 2, επιλογή και περιστροφή αγγείου	62
Σχήμα 2.16: Σκηνή 3, μπλοκ ανασκαφής	63
Σχήμα 2.17: Σκηνή 3, κιβώτιο της ανασκαφής	63
Σχήμα 2.18: Σκηνή 4, αποθήκη	64
Σχήμα 2.19: Σκηνή 5, αποχαιρετισμός χρήστη	64
Σχήμα 3.1: Χρήστης αλληλεπιδρά με το εικονικό περιβάλλον.....	69
Σχήμα 3.2: Εικονικό περιβάλλον εξοικείωσης, συλλογή αντικειμένων	70
Σχήμα 3.3: Εικονικό περιβάλλον εξοικείωσης, μπλοκ ανασκαφής	70
Σχήμα 4.1: Ερώτηση κατανόησης σχετική με τους ρυθμούς διακόσμησης των αγγείων .	90
Σχήμα 4.2: Ερώτηση κατανόησης σχετική με τις χρήσεις των αγγείων	90
Σχήμα 4.3: Σχηματική αναπαράσταση της μέσης τιμής της επικέντρωσης προσοχής, της αναστολής δυσπιστίας, της αίσθησης χωρικής παρουσίας, του αντιληπτού ρεαλισμού και των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε κάθε πειραματική ομάδα.....	103

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) θεωρούνται ένα από τα πιο ισχυρά εργαλεία για την υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας (Jonassen, 1999; Smeets, 2005). Τα συστήματα Εικονικής Πραγματικότητας (ΕΠ) αποτελούν ένα ισχυρό και πολλά υποσχόμενο εργαλείο στην εκπαίδευση, λόγω των τεχνολογικών χαρακτηριστικών και των μοναδικών ιδιοτήτων που προκύπτουν από αυτά και τα οποία τις διαφοροποιούν από τις άλλες εφαρμογές ΤΠΕ. Βασικό χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης με ένα σύστημα ΕΠ αποτελεί η αίσθηση της παρουσίας, η υποκειμενική αίσθηση δηλαδή του χρήστη ότι βρίσκεται και ενεργεί στο εικονικό περιβάλλον και όχι στον πραγματικό κόσμο. Χαρακτηριστικά ενός συστήματος ΕΠ και των χρηστών μπορούν να επηρεάσουν τα επίπεδα αίσθησης παρουσίας των χρηστών κατά την αλληλεπίδρασή τους με ένα εικονικό περιβάλλον.

Ένα Εκπαιδευτικό Εικονικό Περιβάλλον (ΕΕΠ) ορίζεται ως ένα εικονικό περιβάλλον που βασίζεται σε κάποιο συγκεκριμένο παιδαγωγικό μοντέλο, περιλαμβάνει ή υποδεικνύει έναν ή περισσότερους εκπαιδευτικούς στόχους, παρέχει στους χρήστες εμπειρίες που είναι αδύνατο ή απίθανο να βιώσουν στον πραγματικό κόσμο και οδηγεί σε συγκεκριμένα μαθησιακά αποτελέσματα (Ζαχαρής, Νάτσης, & Μικρόπουλος, 2008; Νάτσης, Ζαχαρής, & Μικρόπουλος, 2008). Ο εποικοδομισμός αποτελεί την προτιμώμενη θεωρία μάθησης των σχεδιαστών ΕΕΠ και η πλειονότητα των ΕΕΠ της τελευταίας δεκαετίας αναφέρονται σε θέματα θετικών επιστημών (Mikropoulos & Natsis, 2011).

Σύμφωνα με το θεωρητικό μοντέλο των Salzman et al. (1999) για τα συστήματα εμπύθισης και το μοντέλο των Lee et al. (2010) για τα επιτραπέζια συστήματα, η μαθησιακή εμπειρία και τα μαθησιακά αποτελέσματα κατά την χρήση ενός ΕΕΠ συνδέονται με τεχνολογικά χαρακτηριστικά, ατομικούς παράγοντες των εκπαιδευόμενων και χαρακτηριστικά του θέματος που πρόκειται να διδαχθεί. Ωστόσο δεν υπάρχουν πολλά εμπειρικά δεδομένα που να υποστηρίζουν την άποψη αυτή. Παράλληλα, η εκτεταμένη βιβλιογραφική επισκόπηση των εμπειρικών ερευνών της τελευταίας δεκαετίας στο πεδίο των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων έδειξε ότι ενώ η αίσθηση της παρουσίας αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης με ένα ΕΕΠ η πιθανή συσχέτισή της με τα μαθησιακά αποτελέσματα δεν έχει μελετηθεί επαρκώς (Dalgarno & Lee, 2010; Mikropoulos & Natsis, 2011).

Βασικό σκοπό της παρούσας διατριβής αποτελεί η διερεύνηση της επίδρασης χαρακτηριστικών της ΕΠ και των χρηστών στην αίσθηση της παρουσίας και στα μαθησιακά αποτελέσματα καθώς και η διερεύνηση της πιθανής συσχέτισης της αίσθησης της παρουσίας με την επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων. Η

δημιουργία ενός ΕΕΠ στο οποίο οι χρήστες θα βιώσουν υψηλά επίπεδα παρουσίας αποτέλεσε ένα κύριο ερευνητικό στόχο της παρούσας διατριβής. Για το λόγο αυτό, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα υψηλά αλληλεπιδραστικό εικονικό περιβάλλον, το οποίο μπορεί να προβληθεί στους χρήστες στερεοσκοπικά και υποστηρίζει τα χαρακτηριστικά της ελεύθερης πλοήγησης, της οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου, της κλίμακας χώρου, της αυτονομίας και της παρουσίας. Ως θέμα επιλέχθηκε η αρχαία ελληνική αγγειογραφία και στόχος ήταν η εκπαίδευση των χρηστών όσον αφορά στα είδη των αρχαίων αγγείων, στους βασικούς ρυθμούς διακόσμησής τους και στις χρήσεις τους. Το ΕΕΠ αναπαριστά τον χώρο μιας ανασκαφής. Οι χρήστες αρχικά επισκέπτονται την συλλογή με τα αρχαία αγγεία όπου αποκτούν τις απαραίτητες γνώσεις για να εμπλακούν στη συνέχεια σε διαδραστικές δραστηριότητες σχετικές με την γνώση που απέκτησαν κατά την περιήγηση στη συλλογή των αγγείων.

Διενεργήθηκαν δύο εμπειρικές μελέτες, όπου διερευνήθηκε ο δεύτερος κύριος ερευνητικός στόχος της διατριβής, η επίδραση τεχνολογικών παραγόντων, χαρακτηριστικών των χρηστών και του περιεχομένου του ΕΕΠ στην αίσθηση χωρικής παρουσίας και στα μαθησιακά αποτελέσματα. Το δείγμα και στις δύο έρευνες αποτέλεσαν φοιτήτριες και φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Ο τεχνολογικός παράγοντας που επιλέχθηκε να μελετηθεί είναι η τεχνολογία προβολής του εικονικού περιβάλλοντος. Στην πρώτη έρευνα εξετάστηκε η επίδραση του μεγέθους της οθόνης στην αίσθηση της παρουσίας και στα μαθησιακά αποτελέσματα ενώ στην δεύτερη έρευνα μελετήθηκε η επίδραση της στερεοσκοπικής προβολής, η οποία δημιουργεί την ψευδαίσθηση του βάθους και της τρισδιάστατης (3D) απεικόνισης στους χρήστες μέσω της προβολής διαφορετικής εικόνας σε κάθε μάτι.

Ως ατομικό χαρακτηριστικό επιλέχθηκε το ενδιαφέρον των χρηστών ως προς το θέμα του ΕΕΠ, δηλαδή την τέχνη των αρχαίων αγγείων. Το ενδιαφέρον προς το θέμα ενός εικονικού περιβάλλοντος, αν και θεωρείται ότι μπορεί να συνεισφέρει στην αίσθηση παρουσίας, δεν έχει μελετηθεί επαρκώς (Sacau, Laarni, & Hartmann, 2008). Για το λόγο αυτό, το ενδιαφέρον προς το θέμα του ΕΕΠ μελετήθηκε και στην δεύτερη έρευνα ώστε να εξεταστεί αν θα επαναληφθούν τα αποτελέσματα της πρώτης. Παράλληλα, στην δεύτερη έρευνα επιλέχθηκε ως ατομικό χαρακτηριστικό η εμπειρία στη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών καθώς τα αποτελέσματά της επίδρασής της στην αίσθηση της παρουσίας είναι αντικρουόμενα.

Στην δεύτερη έρευνα μελετήθηκε και η επίδραση του περιεχομένου του εικονικού περιβάλλοντος. Το περιεχόμενο διαφοροποιείται από την εφαρμογή δύο διαφορετικών διδακτικών στρατηγικών, οι οποίες βασίζονται στην εποικοδομιστική θεωρία μάθησης. Στην πρώτη διδακτική στρατηγική (εξερεύνηση της συλλογής των αγγείων), οι συμμετέχοντες επισκέφθηκαν τη συλλογή με τα κομμάτια των αγγείων και μόλις

θεώρησαν ότι απέκτησαν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, ολοκλήρωσαν την επίσκεψή τους στο εικονικό περιβάλλον. Οι συμμετέχοντες της δεύτερης διδακτικής στρατηγικής (δραστηριότητες ταξινόμησης) είχαν ένα πιο ενεργό ρόλο, καθώς ενεπλάκησαν σε αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες.

Τα αποτελέσματα των δύο ερευνών έδειξαν ότι η διδακτική στρατηγική ήταν ο μόνος παράγοντας που είχε επίδραση στα μαθησιακά αποτελέσματα. Η στερεοσκοπική προβολή δεν οδήγησε σε καλύτερη επίδοση των χρηστών στις ερωτήσεις κατανόησης που κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν μετά την ολοκλήρωση της εικονικής επίσκεψης. Η αίσθηση παρουσίας ήταν υψηλή σε όλες τις συνθήκες προβολής και δεν επηρεάστηκε από την τεχνολογία προβολής, τα ατομικά χαρακτηριστικά των χρηστών και την διδακτική στρατηγική. Δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στην αίσθηση παρουσίας και στα μαθησιακά αποτελέσματα ή στην απόδοση των χρηστών στις εντός του ΕΕΠ μαθησιακές δραστηριότητες.

Η διάρθρωση της διδακτορικής διατριβής είναι η εξής: Στο πρώτο κεφάλαιο ορίζεται η έννοια της εικονικής πραγματικότητας και παρουσιάζονται τα βασικά τεχνολογικά της στοιχεία, ενώ η περιγραφή των τεχνολογιών ΕΠ ολοκληρώνεται με την κατηγοριοποίηση των συστημάτων ΕΠ. Στην συνέχεια αναφέρονται οι ορισμοί και οι τυπολογίες της αίσθησης της παρουσίας, τα χαρακτηριστικά των συστημάτων ΕΠ και των χρηστών που μπορούν να επηρεάσουν την παρουσία καθώς και οι συνηθέστεροι τρόποι μέτρησής της. Ακολουθεί ο ορισμός των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων και περιγράφονται οι μοναδικές ιδιότητες της εικονικής πραγματικότητας που ενισχύουν την μάθηση μέσω των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων καθώς και τα είδη των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων. Τέλος, παρατίθεται η κριτική θεώρηση των εμπειρικών ερευνών της τελευταίας δεκαετίας στο πεδίο των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων, τα συμπεράσματα της οποίας καθοδήγησαν την περαιτέρω πορεία της παρούσας διδακτορικής διατριβής. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης του ΕΕΠ της εικονικής ανασκαφής. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της πρώτης εμπειρικής έρευνας με φοιτητές του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της δεύτερης εμπειρικής έρευνας. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας διατριβής. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο προτείνονται τρόποι με τους οποίους τα συμπεράσματα της διατριβής μπορούν να αξιοποιηθούν σε πρακτικό και θεωρητικό επίπεδο.

1 ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

1.1 Εισαγωγή

Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) θεωρούνται ένα από τα πιο ισχυρά εργαλεία για την υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας (Jonassen, 1999; Smeets, 2005). Η συνεισφορά των ΤΠΕ προκύπτει κυρίως από τα τεχνολογικά τους χαρακτηριστικά, τα οποία αφορούν στην καταγραφή και διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων και πληροφοριών σε σύντομο χρονικό διάστημα, στην παρουσίαση της πληροφορίας μέσω δυναμικών, αλληλεπιδραστικών και πολλαπλών αναπαραστάσεων και τέλος, στην διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων και πληροφοριών. Ωστόσο, η βασική συμβολή των ΤΠΕ στην μαθησιακή διαδικασία προέρχεται έμμεσα μέσω της παιδαγωγικής αξιοποίησης και των συγκεκριμένων ιδιοτήτων που προκύπτουν από τα προαναφερόμενα τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Η συμβολή αυτή περιλαμβάνει κυρίως εργασίες που ενθαρρύνουν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών και των εκπαιδευτικών στην μαθησιακή διαδικασία, ενέργειες και ανατροφοδότηση μέσω διδακτικών σεναρίων και αλληλεπιδραστικών μαθησιακών δραστηριοτήτων που βασίζονται σε θεωρητικά μοντέλα και τέλος, διεργασίες που υποστηρίζουν τη δημιουργία κατάλληλων νοητικών μοντέλων των μαθητών. Βέβαια, καμιά τεχνολογία δεν περιέχει εγγενή παιδαγωγικά χαρακτηριστικά. Τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά δεν οδηγούν άμεσα στη μάθηση, αλλά υποστηρίζουν συγκεκριμένες εργασίες οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν στη μάθηση, άποψη που συναντάται και σε άλλους ερευνητές (Dalgarno & Lee, 2010; Papastergiou, 2009).

Οι τεχνολογίες ΕΠ αποτελούν ένα ισχυρό και πολλά υποσχόμενο εργαλείο στην εκπαίδευση, λόγω των τεχνολογικών χαρακτηριστικών που τις διαφοροποιούν από τις άλλες εφαρμογές ΤΠΕ. Βασικό χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης με ένα σύστημα ΕΠ αποτελεί η αίσθηση της παρουσίας, η υποκειμενική αίσθηση δηλαδή του χρήστη ότι βρίσκεται και ενεργεί στο εικονικό περιβάλλον και όχι στον πραγματικό κόσμο. Ωστόσο, ο μικρός αριθμός εμπειρικών μελετών σχετικών με την διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν την διαμόρφωση της αίσθησης της παρουσίας και της επίδρασής της στην απόδοση των χρηστών κατά την αλληλεπίδρασή τους με ένα ΕΕΠ έχει καταδείξει την απαίτηση για περαιτέρω έρευνα σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την αίσθηση της παρουσίας και τα αποτελέσματά της στα ΕΕΠ (Dalgarno & Lee, 2010; Mikropoulos & Natsis, 2011).

Στο παρόν κεφάλαιο αρχικά ορίζεται η έννοια της εικονικής πραγματικότητας και παρουσιάζονται τα βασικά της τεχνολογικά στοιχεία ενώ η περιγραφή των τεχνολογιών

ΕΠ ολοκληρώνεται με την κατηγοριοποίηση των συστημάτων ΕΠ. Στην συνέχεια αναφέρονται οι ορισμοί και οι τυπολογίες της αίσθησης της παρουσίας, τα χαρακτηριστικά των συστημάτων ΕΠ και των χρηστών που μπορούν να επηρεάσουν την παρουσία καθώς και οι συνηθέστεροι τρόποι μέτρησής της. Ακολουθεί ο ορισμός των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων και περιγράφονται οι μοναδικές ιδιότητες της εικονικής πραγματικότητας που ενισχύουν τη μάθηση μέσω των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων καθώς και τα είδη των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων. Τέλος, παρατίθεται η κριτική θεώρηση των εμπειρικών ερευνών της τελευταίας δεκαετίας στο πεδίο των ΕΕΠ, τα συμπεράσματα της οποίας καθοδήγησαν την περαιτέρω πορεία της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

1.2 Εικονική Πραγματικότητα

Ο όρος εικονική πραγματικότητα (ΕΠ) είναι η ελληνική μετάφραση του όρου “virtual reality”, ο οποίος επινοήθηκε το 1989 από τον Jaron Lanier για να ενοποιήσει τους διάφορους όρους (εικονικοί κόσμοι, εικονικοί σταθμοί εργασίας κτλ.) που χρησιμοποιούνταν για να περιγράψουν εφαρμογές παρόμοιου τύπου (Krueger, 1991). Στη συνέχεια, στις πρώτες προσπάθειες ορισμού του νέου αυτού όρου, η εικονική πραγματικότητα περιγραφόταν σε σχέση με τις συσκευές που χρησιμοποιούνταν. Καθώς οι πρώτες συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν σε εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας ήταν τα οπτικά κράνη εικονικής πραγματικότητας (Head Mounted Displays, HMDs) και τα γάντια δεδομένων (data gloves), οι περισσότεροι συνέδεαν την εικονική πραγματικότητα με την χρήση αυτών των συσκευών.

Ωστόσο, οι τεχνοκεντρικοί ορισμοί της εικονικής πραγματικότητας δεν μπορούν να παράσχουν οποιαδήποτε πληροφορία για τις διεργασίες που επιτελούνται ή τα αποτελέσματα της χρήσης συστημάτων εικονικής πραγματικότητας (Steuer, 1992). Ο Steuer ορίζει την εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιώντας την έννοια της τηλεπαρουσίας, δηλαδή «η εικονική πραγματικότητα ορίζεται ως ένα πραγματικό η συνθετικό περιβάλλον στο οποίο ο χρήστης βιώνει την αίσθηση της τηλεπαρουσίας» (Steuer, 1992). Παρομοίως, ο Heim (1993) θεωρεί ότι η εικονική πραγματικότητα προσπαθεί να πείσει τους χρήστες ότι βρίσκονται σε έναν διαφορετικό τόπο. Οι επόμενοι ορισμοί περιγράφουν την εικονική πραγματικότητα σε σχέση με την λειτουργικότητά της και θεωρούνται περισσότερο ολοκληρωμένοι: «η εικονική πραγματικότητα είναι μια υψηλού επιπέδου διεπαφή χρήστη – υπολογιστή η οποία συμπεριλαμβάνει προσομοίωση και αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο μέσω πολλών αισθητήριων καναλιών (όραση, ακοή, αφή, όσφρηση, γεύση)» σύμφωνα με τους Burdea & Coiffet (2003), οι Sherman & Craig (2003) θεωρούν ότι «η εικονική πραγματικότητα είναι ένα μέσο το οποίο αποτελείται από αλληλεπιδραστικές προσομοιώσεις σε υπολογιστή, οι οποίες ανιχνεύουν την θέση και τις ενέργειες του χρήστη, και αντικαθιστούν ή επαυξάνουν την ανατροφοδότηση σε μία ή παραπάνω αισθήσεις,

προκαλώντας στον χρήστη την αίσθηση της νοητικής εμπύθισης ή παρουσίας στην προσομοίωση», ενώ οι Mikropoulos & Strouboulis (2004) προτείνουν ότι «η εικονική πραγματικότητα είναι ένας συνδυασμός ισχυρών υπολογιστών, διεπαφών ανθρώπου - υπολογιστή, γραφικών, αισθητήρων και δικτύωσης, ο οποίος επιτρέπει στον χρήστη να εμπυθιστεί, να αλληλεπιδράσει και να βιώσει σε πραγματικό χρόνο ένα 3D συνθετικό περιβάλλον το οποίο αναπαριστά πραγματικές ή μη καταστάσεις».

Βάσει των παραπάνω ορισμών, προκύπτει ότι τα βασικά στοιχεία τα οποία επιτρέπουν στους χρήστες να βιώσουν την εμπειρία της εικονικής πραγματικότητας είναι (Sherman & Craig, 2003):

- *Εικονικός κόσμος*: ένας φανταστικός χώρος, ο οποίος συχνά προβάλλεται μέσω κάποιας συσκευής ή ως η περιγραφή μιας συλλογής από αντικείμενα σε ένα χώρο καθώς και των κανόνων και των σχέσεων που διέπουν αυτά τα αντικείμενα (Sherman & Craig, 2003). Οι όροι «εικονικός κόσμος» και «εικονικό περιβάλλον» συχνά χρησιμοποιούνται ως συνώνυμα (Τζίμας, 2010) και αυτή η προσέγγιση ακολουθείται και στην παρούσα διατριβή.
- *Αλληλεπίδραση*: αποτελεί βασικό συστατικό ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας (Burdea & Coiffet, 2003). Ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας πρέπει να αποκρίνεται στις ενέργειες των χρηστών και να τροποποιεί κατάλληλα το περιεχόμενο του εικονικού κόσμου είτε ο χρήστης χειρίζεται κάποιο αντικείμενο είτε αλλάζει το οπτικό του πεδίο μέσα στον εικονικό κόσμο (Sherman & Craig, 2003).
- *Ανατροφοδότηση μέσω αισθητήριων καναλιών*: Η ανατροφοδότηση ενός συστήματος ΕΠ στις ενέργειες του χρήστη δεν πραγματοποιείται πλέον μόνο μέσω της οπτικού ή του ακουστικού καναλιού, όπως στον κλασικό τρόπο αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή αλλά υπάρχουν συσκευές στις οποίες γίνεται χρήση και των άλλων αισθητήριων καναλιών (κυρίως της αφής, αλλά και της όσφρησης και της γεύσης).
- *Εμπύθιση*: Η αλληλεπίδραση και η ανατροφοδότηση μέσω πολλών αισθητήριων καναλιών συνεισφέρουν στην εμπύθιση, η οποία ορίζεται ως «το αντικειμενικό επίπεδο πιστότητας των αισθητήριων ερεθισμάτων που παράγει ένα σύστημα ΕΠ» (Slater, 2003) ή ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα ΕΠ παρέχει ένα περιβάλλον το οποίο ενεργοποιεί πολλές από τις αισθήσεις των χρηστών απομονώνοντάς τες παράλληλα από τον πραγματικό κόσμο (Slater, 1999). Οι Sherman & Craig (2003) προτείνουν τον διαχωρισμό ανάμεσα στην φυσική εμπύθιση και την νοητική εμπύθιση, θεωρώντας την δεύτερη συνώνυμη της αίσθησης της παρουσίας, αλλά συχνά στη βιβλιογραφία ο όρος «εμπύθιση» χρησιμοποιείται λανθασμένα αντί της αίσθησης της παρουσίας. Στην παρούσα διατριβή ακολουθείται ο διαχωρισμός ανάμεσα στους δύο όρους, και έτσι η εμπύθιση είναι ένας όρος που περιγράφει τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά ενός

συστήματος ΕΠ ενώ η παρουσία μπορεί να περιγραφεί ως το αποτέλεσμα που παράγεται από την εμπύθιση του χρήστη (Mestre & Vercher, 2011). Για παράδειγμα, ένας εικονικός κόσμος που προβάλλεται μέσω κράνους ΕΠ (HMD) και παρέχει απτική ανατροφοδότηση στους χρήστες παρουσιάζει μεγαλύτερο επίπεδο εμπύθισης από έναν εικονικό κόσμο, ο οποίος προβάλλεται μέσω μιας οθόνης επιτραπέζιου υπολογιστή χωρίς την δυνατότητα απτικής ανατροφοδότησης, αλλά η αίσθηση της παρουσίας δεν είναι απαραίτητα μεγαλύτερη στο ίδιο σύστημα. Με άλλα λόγια, η εμπύθιση θεωρείται το αποτέλεσμα της εμπλοκής περισσοτέρων του ενός αντιληπτικών καναλιών κατά την επικοινωνία με ένα σύστημα ΕΠ και όχι η υποκειμενική αίσθηση παρουσίας του χρήστη κατά την αλληλεπίδρασή του με ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας (Mikropoulos & Natsis, 2011).

Τα τυπικά συστατικά ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας είναι (Burdea & Coiffet, 2003; Ζαχαρής, 2012; Μεσσήνης, 2012):

- *Συσκευές εισόδου*: ειδικές περιφερειακές συσκευές για την είσοδο των εντολών των χρηστών σε ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας. Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για ανίχνευση της κίνησης, για πλοήγηση στον εικονικό κόσμο και για αναγνώριση χειρονομιών και εκφράσεων του προσώπου των χρηστών. Παραδείγματα συσκευών εισόδου είναι: ποντίκι, πληκτρολόγιο, χειριστήριο (joystick), 3D ποντίκι (3D mouse), σφαίρα πλοήγησης (space ball), χειριστήριο ΕΠ (VR controller), γάντι δεδομένων (data glove), σύστημα εξωσκελετού, στολή δεδομένων (data suit), συσκευή ανίχνευσης κίνησης της κεφαλής (head tracker), συσκευή ανίχνευσης κίνησης της κόρης του οφθαλμού (eye tracker).
- *Συσκευές εξόδου*: ειδικές περιφερειακές συσκευές που παρέχουν την ανάδραση του εικονικού κόσμου στις ενέργειες των χρηστών, μέσω των αισθητήριων καναλιών της όρασης, της ακοής, της αφής και, σε πειραματικό στάδιο, της όσφρησης. Ο συνδυασμός περισσοτέρων του ενός αισθητήριου καναλιού ενισχύει την εμπύθιση των χρηστών. Στα σύγχρονα συστήματα ΕΠ στις συσκευές εξόδου ενσωματώνονται και συσκευές που επιτρέπουν την εισαγωγή δεδομένων, π.χ. ανιχνευτές κίνησης. Συνήθεις συσκευές εξόδου είναι: οπτικά κράνη ΕΠ (Head Mounted Displays - HMDs), στερεοσκοπικά γυαλιά, κατευθυντική διοπτρική οθόνη (Binocular Omni-directional monitor - BOOM), κιβωτός (Cave Automatic Virtual Environment, CAVE), θόλος ΕΠ.
- *Σύστημα επεξεργασίας γραφικών*: Οι συσκευές, ένας ή περισσότεροι υπολογιστές σε δίκτυο, που δέχονται τις εντολές των χρηστών, τις επεξεργάζονται, σύμφωνα με αυτές επιτελούν τις απαραίτητες λειτουργίες για την ανανέωση σε πραγματικό χρόνο του εικονικού κόσμου και εμφανίζουν το αποτέλεσμα της επεξεργασίας στις συσκευές εξόδου.

- *Βάση δεδομένων των αντικειμένων:* Το σύνολο των αντικειμένων που αποτελούν τον εικονικό κόσμο.
- *Λογισμικό μοντελοποίησης και διαχείρισης αντικειμένων:* Τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται για την μοντελοποίηση των αντικειμένων που θα αποτελέσουν τον εικονικό κόσμο καθώς και για την διαχείριση του εικονικού κόσμου. Η μοντελοποίηση ενός αντικειμένου περιλαμβάνει τον ορισμό του σχήματος, της εμφάνισης, τυχόν περιορισμούς στην κίνηση, της συμπεριφοράς του, καθώς και των φυσικών χαρακτηριστικών του (βάρος, αδράνεια, υφή κτλ.).

Με βάση τις συσκευές εισόδου και εξόδου που χρησιμοποιούνται, διακρίνονται οι εξής κατηγορίες συστημάτων ΕΠ (Μεσσήνης, 2012; Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010)

- *Επιτραπέζια εικονικά περιβάλλοντα:* Το εικονικό περιβάλλον προβάλλεται στην οθόνη του υπολογιστή. Η αλληλεπίδραση πραγματοποιείται με χρήση συμβατικών περιφερειακών συσκευών όπως το ποντίκι, το πληκτρολόγιο και το χειριστήριο παιχνιδιών, καθώς και με εξειδικευμένα συστήματα για την πλοήγηση στον τρισδιάστατο χώρο. Τα επιτραπέζια συστήματα με στοιχεία εμπύθισης επεκτείνουν τα προηγούμενα, προσθέτοντας γυαλιά στερεοσκοπικής όρασης και αισθητήρες κίνησης κεφαλής και χεριών για την εναλλαγή του προβαλλόμενου εικονικού περιβάλλοντος σύμφωνα με τις κινήσεις του χρήστη.
- *Εμβυθιστικά εικονικά περιβάλλοντα:* Σε αυτήν την κατηγορία εικονικών συστημάτων οι χρήστες εμβυθίζονται πλήρως στον εικονικό κόσμο με τη χρήση ειδικών συσκευών εισόδου/εξόδου. Συνήθως τα συστήματα αυτά είναι εξοπλισμένα με συσκευές ανίχνευσης της κίνησης του χεριού και του κεφαλιού.
- *Συστήματα προβολής:* Το εικονικό περιβάλλον προβάλλεται σε μία ή περισσότερες οθόνες μεγάλων διαστάσεων ή σε τοίχους βίντεο (video walls), όπως στα συστήματα κιβωτού (CAVE) ή θόλου.
- *Εικονικά περιβάλλοντα μικτής ή επαυξημένης πραγματικότητας:* Είναι συνδυασμός του πραγματικού κόσμου με έναν εικονικό κόσμο με σκοπό τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος που συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο φυσικά και ψηφιακά αντικείμενα. Αποτελεί στην ουσία ένα συνδυασμό της πραγματικής σκηνής που βιώνει ο χρήστης και της εικονικής σκηνής που παράγει ο ηλεκτρονικός υπολογιστής. Πιο συγκεκριμένα προσθέτει γραφικά, ήχο, αίσθηση της αφής και όσφρησης στον εικονικό κόσμο, όπως αυτά υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο, προκειμένου να επιτύχει τον βέλτιστο ρεαλισμό.

1.3 Αίσθηση της παρουσίας σε εικονικά περιβάλλοντα

Κύριο χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης με ένα σύστημα ΕΠ αποτελεί η αίσθηση της παρουσίας που βιώνουν οι χρήστες. Η αίσθηση της παρουσίας έχει αποτελέσει

αντικείμενο έρευνας διαφόρων επιστημονικών πεδίων με αποτέλεσμα την ύπαρξη διαφόρων εννοιολογικών προσεγγίσεων, ορισμών, τυπολογιών και τρόπων μέτρησής της. Στην συνέχεια, αναφέρονται οι ορισμοί και οι τυπολογίες της αίσθησης της παρουσίας, τα χαρακτηριστικά των συστημάτων ΕΠ και των χρηστών που μπορούν να την επηρεάσουν καθώς και οι συνηθέστεροι τρόποι μέτρησής της.

1.3.1 Ορισμοί και τυπολογίες της αίσθησης της παρουσίας

Η έννοια της «παρουσίας» (presence) προέρχεται από τον όρο «τηλεπαρουσία» (telepresence), ο οποίος εισήχθη από τον Minsky (1980) και σήμαινε τον τηλεχειρισμό αντικειμένων του πραγματικού κόσμου που βρίσκονται σε ένα απομακρυσμένο περιβάλλον. Για παράδειγμα, ένας χειρουργός μπορεί μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή να ελέγχει ρομποτικούς βραχίονες που θα πραγματοποιούν επεμβάσεις σε ασθενείς που βρίσκονται σε διαφορετική φυσική τοποθεσία. Ο Steuer (1992) επεκτείνει τον παραπάνω ορισμό ώστε να συμπεριλάβει οποιοδήποτε διαμεσολαβούμενο περιβάλλον και όχι μόνο όσα απαιτούν τηλεχειρισμό. Η αίσθηση της παρουσίας έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας σε πολλούς επιστημονικούς τομείς (επικοινωνία, ψυχολογία, επιστήμη υπολογιστών, εκπαίδευση κτλ.), κάτι που φανερώνει την ιδιαίτερη σημασία που της αποδίδεται σε ακαδημαϊκό επίπεδο, ωστόσο, το γεγονός αυτό, έχει συντελέσει στην ύπαρξη διαφόρων εννοιολογικών προσεγγίσεων της αίσθησης της παρουσίας. Οι Lombard & Ditton (1997) πραγματοποιούν μια πρώτη συστηματική καταγραφή και κριτική θεώρηση της επιστημονικής βιβλιογραφίας που αναφέρεται στην αίσθηση της παρουσίας και καταλήγουν στις παρακάτω εννοιολογικές προσεγγίσεις (Lee, 2004; Lombard & Ditton, 1997):

- *Η παρουσία ως κοινωνικός πλούτος:* Ο βαθμός στον οποίο ένα τεχνολογικό μέσο θεωρείται κοινωνικό, ευαίσθητο, οικείο και άμεσο όταν αλληλεπιδρά με αυτό ο χρήστης.
- *Η παρουσία ως κοινωνικός ή αντιληπτικός ρεαλισμός:* Ο βαθμός στον οποίο ένα τεχνολογικό μέσο αναπαριστά γεγονότα που μπορούν να συμβούν στον πραγματικό κόσμο (κοινωνικός ρεαλισμός) ή οι χρήστες αντιλαμβάνονται τους χαρακτήρες και τα αντικείμενα με τα οποία αλληλεπιδρούν σε έναν εικονικό κόσμο ως αληθινά (αντιληπτικός ρεαλισμός).
- *Η παρουσία ως μεταφορά:* Διακρίνονται τρία είδη μεταφοράς σε ένα εικονικό περιβάλλον:
 1. «είσαι εκεί» (“you are there”): η αίσθηση του χρήστη ότι πραγματικά μεταφέρεται σε ένα εικονικό περιβάλλον.
 2. «είναι εδώ, (“it is here”): η αίσθηση ότι τα αντικείμενα και οι χαρακτήρες του διαμεσολαβούμενου με τεχνολογικά μέσα κόσμου μεταφέρονται στο πραγματικό περιβάλλον.

3. «είμαστε μαζί (“we are together [shared space]”): η αίσθηση του χρήστη ότι μαζί με τα αντικείμενα και τους χαρακτήρες του διαμεσολαβούμενου με τεχνολογικά μέσα κόσμου μοιράζονται έναν κοινό χώρο στο εικονικό περιβάλλον.

- *Η παρουσία ως αντιληπτική ή ψυχολογική εμπύθιση:* Αντιληπτική εμπύθιση είναι ο βαθμός στον οποίο ένα εικονικό περιβάλλον εμπλέκει περισσότερα από ένα αντιληπτικά κανάλια των χρηστών, ενώ ψυχολογική εμπύθιση είναι ο βαθμός στον οποίο οι χρήστες όντας απορροφημένοι και προσηλωμένοι νιώθουν ότι συμμετέχουν στο εικονικό περιβάλλον.
- *Η παρουσία ως κοινωνική αλληλεπίδραση μέσω τεχνολογικών συσκευών:* Ο βαθμός στον οποίο οι χρήστες παραβλέπουν το γεγονός της διαμεσολάβησης της τεχνολογίας κατά την αλληλεπίδρασή τους με αντικείμενα και χαρακτήρες του εικονικού κόσμου.
- *Η παρουσία ως κοινωνική αλληλεπίδραση με το τεχνολογικό μέσο:* Κατά πόσο οι χρήστες παραβλέπουν το γεγονός της τεχνητής φύσης της κοινωνικής αλληλεπίδρασης με το ίδιο το τεχνολογικό μέσο.

Οι Lombard & Ditton υποστηρίζουν ότι η κεντρική ιδέα που μοιράζονται όλες οι προαναφερθείσες προσεγγίσεις είναι «η αντιληπτική ψευδαίσθηση της μη διαμεσολάβησης» (Lombard & Ditton, 1997), ενοποιώντας με τον τρόπο αυτό τους επιμέρους ορισμούς της αίσθησης της παρουσίας. Ο Lee (2004) επεκτείνει τον παραπάνω ορισμό καθώς προτείνει ότι η αίσθηση της παρουσίας είναι μια ψυχολογική κατάσταση στην οποία ο χρήστης δεν προσέχει την εικονικότητα της εμπειρίας που βιώνει ή η ψυχολογική κατάσταση στην οποία τα εικονικά αντικείμενα βιώνονται από τον χρήστη ως πραγματικά.

Σε αντιστοιχία με τις εννοιολογικές προσεγγίσεις ερευνητών από διαφορετικά επιστημονικά πεδία, διάφοροι τύποι της αίσθησης της παρουσίας έχουν οριστεί. Η Heeter (1992) προτείνει τρεις τύπους παρουσίας: προσωπική, κοινωνική και περιβαλλοντική. Η προσωπική παρουσία ορίζεται ως η αίσθηση του να ανήκεις (“sense of being”) σε έναν εικονικό κόσμο. Η κοινωνική παρουσία αναφέρεται στο κατά πόσο άλλες οντότητες συνυπάρχουν στον εικονικό κόσμο και αλληλεπιδρούν με τον χρήστη. Τέλος, η περιβαλλοντική παρουσία αναφέρεται στην απόκριση του εικονικού κόσμου στις ενέργειες ενός χρήστη. Φυσική και κοινωνική είναι τα είδη παρουσίας τα οποία υποδηλώνονται από τους Lombard & Ditton (1997) κατά την ερμηνεία της δημιουργίας της ψευδαίσθησης της μη διαμεσολάβησης και ορίζονται από τους Ijsselsteijn, de Ridder, Freeman, & Avons (2000). Η φυσική παρουσία αναφέρεται στην αίσθηση της φυσικής τοποθέτησης σε ένα διαμεσολαβούμενο περιβάλλον όπου ο χρήστης μοιράζεται το ίδιο περιβάλλον με τα αντικείμενα και τις οντότητες του περιβάλλοντος, ενώ η κοινωνική παρουσία αναφέρεται στην αίσθηση του χρήστη ότι βρίσκεται μαζί και επικοινωνεί με κάποια οντότητα στο διαμεσολαβούμενο περιβάλλον (Ijsselsteijn et al., 2000). Ο Biocca

(1997) κάνει διαχωρισμό ανάμεσα στη φυσική παρουσία, την κοινωνική παρουσία και την αυτο - παρουσία (self-presence). Ο ορισμός της φυσικής και της κοινωνικής παρουσίας είναι παρόμοιος με αυτούς των Ijsselsteijn et al.(2000). Η αυτο-παρουσία ορίζεται ως το νοητικό μοντέλο που έχουν οι χρήστες για τους εαυτούς τους μέσα σε έναν εικονικό κόσμο. Σύμφωνα με τον συγγραφέα, μέσα σε έναν εικονικό κόσμο ένας χρήστης δεν αντιπροσωπεύεται απλώς από τη γραφική αναπαράσταση του εικονικού εαυτού του. Υπάρχει επίσης και μια εσωτερική, υποκειμενική αναπαράσταση του εαυτού, δηλαδή ένα μοντέλο του σώματος και ένα μοντέλο της ταυτότητας του χρήστη (Biocca, 1997). Η σημασία της ενσάρκωσης (embodiment) στην κατανόηση της αίσθησης της παρουσίας τονίζεται και σε πρόσφατες έρευνες (Haans & Ijsselsteijn, 2012). Στα ίδια είδη καταλήγει και ο Lee (2004). Ορίζει την φυσική παρουσία ως την «ψυχολογική κατάσταση στην οποία τα εικονικά αντικείμενα βιώνονται από τους χρήστες ως πραγματικά είτε μέσω των αισθητήριων καναλιών είτε όχι». Η κοινωνική παρουσία ορίζεται ως «η ψυχολογική κατάσταση στην οποία οι εικονικοί κοινωνικοί ηθοποιοί βιώνονται από τους χρήστες ως πραγματικοί είτε μέσω των αισθητήριων καναλιών είτε όχι» και η αυτό-παρουσία ως «η ψυχολογική κατάσταση στην οποία οι εικονικοί εαυτοί των χρηστών βιώνονται ως πραγματικοί είτε μέσω των αισθητήριων καναλιών είτε όχι». Σύμφωνα με τους ορισμούς του Lee δεν είναι απαραίτητη η αίσθηση της μεταφοράς ενός χρήστη σε εικονικό περιβάλλον ώστε να διαμορφωθεί η παρουσία, αλλά μπορεί να προκληθεί και από μη διαμεσολαβούμενα με τεχνολογικά μέσα περιβάλλοντα, για παράδειγμα ακόμη και από ένα βιβλίο.

Παρομοίως και οι Wirth et al. (2007) υποστηρίζουν ότι η αίσθηση της παρουσίας δεν περιορίζεται μόνο στην χρήση τεχνολογικών συστημάτων τα οποία παρέχουν υψηλά επίπεδα εμπύθισης στους χρήστες. Χρησιμοποιούν τον όρο χωρική παρουσία (spatial presence) για να περιγράψουν την δυαδική εμπειρία κατά την οποία η αντιληπτή αυτό-τοποθέτηση (perceived self-location) του χρήστη και οι αντιληπτές πιθανές ενέργειες (perceived action possibilities) που μπορούν να πραγματοποιήσουν οι χρήστες συνδέονται με ένα διαμεσολαβούμενο περιβάλλον, ενώ οι νοητικές ικανότητες (mental capacities) δεσμεύονται από το διαμεσολαβούμενο περιβάλλον και όχι από την πραγματικότητα. Βασιζόμενοι στον παραπάνω ορισμό προτείνουν ένα θεωρητικό μοντέλο σύμφωνα με το οποίο η αίσθησης της χωρικής παρουσίας είναι μια διαδικασία δύο βημάτων (Wirth et al., 2007). Στο πρώτο βήμα οι χρήστες οικοδομούν μια νοητική αναπαράσταση του απεικονιζόμενου χώρου (Spatial Situation Model, SSM). Προϋπόθεση για τη δημιουργία του SSM είναι η ακούσια ή εκούσια επικέντρωση της προσοχής (automatic and/or controlled attention allocation) των χρηστών στο εικονικό περιβάλλον. Στο δεύτερο βήμα, μετά την οικοδόμηση του SSM, αν το περιβάλλον που αναπαρίσταται στο εικονικό περιβάλλον μετατρέπεται στο πρωτεύον πλαίσιο αναφοράς (primary ego-reference frame) δημιουργείται η αίσθηση της χωρικής παρουσίας. Η αναστολή της δυσπιστίας (suspension of disbelief), που ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο οι χρήστες

δεν δίνουν σημασία σε εξωτερικά ερεθίσματα και σε εσωτερικές διεργασίες που πιθανόν να τους αποσπάσουν από την εμπειρία αλληλεπίδρασης με το εικονικό περιβάλλον αποτελεί μια διεργασία η οποία μπορεί έμμεσα να επηρεάσει την αίσθηση χωρικής παρουσίας (Wirth et al., 2007).

1.3.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την αίσθηση της παρουσίας

Κοινό στοιχείο όλων των προαναφερθέντων ορισμών της αίσθησης της παρουσίας είναι το γεγονός ότι πρόκειται για μια υποκειμενική εμπειρία των χρηστών, της οποίας βασικό συστατικό αποτελεί η αίσθηση του χρήστη ότι η θέση του είναι σε ένα διαμεσολαβούμενο περιβάλλον αντί για τον πραγματικό κόσμο. Χαρακτηριστικά του μέσου διαμεσολάβησης και των χρηστών μπορούν να επηρεάσουν τα επίπεδα αίσθησης παρουσίας των χρηστών κατά την αλληλεπίδρασή τους με ένα διαμεσολαβούμενο περιβάλλον (Ijsselsteijn et al., 2000; Lessiter, Freeman, Keogh, & Davidoff, 2001; Lombard & Ditton, 1997; Nash, Edwards, Thompson, & Barfield, 2000; Wirth et al., 2007; Youngblut, 2003).

Τα χαρακτηριστικά του μέσου περιλαμβάνουν τεχνολογικούς παράγοντες αλλά και παράγοντες που σχετίζονται με το περιεχόμενο του διαμεσολαβούμενου περιβάλλοντος. Οι τεχνολογικοί παράγοντες σχετίζονται με τις φυσικές, αντικειμενικές ιδιότητες του μέσου ενώ τα χαρακτηριστικά του περιεχομένου αναφέρονται στο θέμα ή την ιστορία του εικονικού κόσμου (Lessiter et al., 2001). Η εμπλοκή πολλών αισθητήριων καναλιών κατά την επίσκεψη σε ένα εικονικό περιβάλλον και η πιστότητα των αισθητήριων πληροφοριών, δηλαδή το αυξημένο επίπεδο εμπύθισης των χρηστών, είναι παράγοντες που συντελούν σε αυξημένη αίσθηση παρουσίας (Ijsselsteijn et al., 2000; Lombard & Ditton, 1997; Mania & Chalmers, 2001; Viciano-Abad, Lecuona, & Poyade, 2010; Μεσσήνης, 2012). Η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με ένα εικονικό περιβάλλον (Schubert, Friedmann, & Regenbrecht, 2001; Welch, Blackmon, Liu, Mellers, & Stark, 1996), η ευκολία και η φυσικότητα της αλληλεπίδρασης (Jin & Park, 2009; Lessiter et al., 2001; McGloin, Farrar, & Krumar, 2011; Sadowski & Stanney, 2002; Shafer, Carbonara, & Porona, 2011; Witmer & Singer, 1998), και η αίσθηση του χρήστη ότι έχει τον έλεγχο σε όσα διαδραματίζονται στο εικονικό περιβάλλον (Lessiter et al., 2001; Sadowski & Stanney, 2002; Sheridan, 1992) επίσης συντελούν σε αυξημένα επίπεδα παρουσίας. Τεχνολογικοί παράγοντες οι οποίοι ενισχύουν την αίσθηση της παρουσίας και η επίδρασή τους έχει επιβεβαιωθεί σε επαναλαμβανόμενες εμπειρικές μελέτες είναι (Youngblut, 2007): στερεοσκοπική προβολή, υψηλότερος ρυθμός ανανέωσης της οθόνης, οπτικός και ηχητικός ρεαλισμός του διαμεσολαβούμενου περιβάλλοντος, υψηλή ποιότητα γραφικών, η χρήση του CAVE και του κράνους ΕΠ (HMD) σε σύγκριση με την οθόνη ενός υπολογιστή, η λεπτομερής αναπαράσταση του εικονικού κόσμου. Το αυξημένο επίπεδο αλληλεπίδρασης με το εικονικό περιβάλλον και η αλληλεπίδραση με συνθετικούς εικονικούς χαρακτήρες (avatars) αποτελούν παράγοντες του περιεχομένου

οι οποίοι έχουν θετική επίδραση στην αίσθηση της παρουσίας ενώ αντίθετα η αυξημένη δυσκολία των δραστηριοτήτων που καλούνται να φέρουν εις πέρας οι χρήστες κατά την επίσκεψή τους σε ένα διαμεσολαβούμενο περιβάλλον οδηγεί σε μειωμένα επίπεδα παρουσίας (Youngblut, 2006).

Όσον αφορά στα χαρακτηριστικά των χρηστών, παρόλο που ο πιθανός ρόλος τους στα επίπεδα της αίσθησης παρουσίας έχει εντοπιστεί από νωρίς (Heeter, 1992; Steuer, 1992) εντούτοις δεν υπάρχουν πολλά εμπειρικά δεδομένα (Sacau et al., 2008), κάτι που φανερώνει πώς η αίσθηση της παρουσίας έχει συνδεθεί και μελετάται η σχέση της κυρίως με χαρακτηριστικά του μέσου και όχι με ατομικούς παράγοντες των χρηστών. Γνωστικές ικανότητες και στυλ (Alsina-Jurnet & Gutiérrez-Maldonado, 2010; Hecht & Reiner, 2007; Sas & O'Hare, 2003; Sas, O'Hare, & Reilly, 2004; Slater, Usoh, & Steed, 1994), παράγοντες της προσωπικότητας των χρηστών (Baños et al., 1999; Jurnet, Beciu, & Maldonado, 2005; Laarni, Ravaja, Saari, & Hartmann, 2004; Murray, Fox, & Pettifer, 2007; Nicovich, Boller, & Cornwell, 2005; Sacau, Laarni, Ravaja, & Hartmann, 2005; Sas & O'Hare, 2003; Stevens, Jerrams-Smith, Heathcote, & Callear, 2002; Wirth, Hofer, & Schramm, 2012; Witmer & Singer, 1998) καθώς και δημογραφικά χαρακτηριστικά, όπως η ηλικία και το φύλο (Aymerich-Franch, 2010; Nicovich et al., 2005; Nowak, Krcmar, & Farrar, 2008; Schumie, Abel, & Krijn, 2005; Stevens et al., 2002; Van Schaik, Turnbull, Van Wersch, & Drummond, 2004), η εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών, ηλεκτρονικών παιχνιδιών ή συστημάτων εικονικής πραγματικότητας (Alsina-Jurnet & Gutiérrez-Maldonado, 2010; Freeman, Avons, Pearson, & Ijsselsteijn, 1999; Nowak et al., 2008), τα συναισθήματα των χρηστών (Aymerich-Franch, 2010; Riva et al., 2007; Wirth et al., 2012) έχουν μελετηθεί ως προς την σχέση τους με την αίσθηση της παρουσίας. Ωστόσο τα αντικρουόμενα αποτελέσματα των ερευνών καθώς και το γεγονός ότι χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικοί τρόποι μέτρησης της παρουσίας δεν επιτρέπουν την γενίκευση των συμπερασμάτων. Ενδείξεις δείχνουν ότι η απορρόφηση (absorption) και η τάση για εμπύθιση είναι δύο παράγοντες της προσωπικότητας των χρηστών που επηρεάζουν την αίσθηση παρουσίας ενώ περισσότερα εμπειρικά δεδομένα απαιτούνται για την διερεύνηση της επίδρασης άλλων ατομικών παραγόντων στην αίσθηση παρουσίας (Sacau et al., 2008).

1.3.3 Τρόποι μέτρησης της αίσθησης παρουσίας

Οι διάφορες εννοιολογικές προσεγγίσεις και ορισμοί της αίσθησης της παρουσίας έχουν συντελέσει στην έλλειψη μιας κοινά αποδεκτής μεθόδου μέτρησής της. Οι βασικές προσεγγίσεις που ακολουθούνται από την επιστημονική κοινότητα για την μέτρηση της αίσθησης της παρουσίας οδηγούν στην ύπαρξη δύο γενικών κατηγοριών (Lombard, Ditton, & Weinstein, 2009; Wissmath, Weibel, & Mast, 2010; Μεσσήνης, 2012): α) αντικειμενικοί και β) υποκειμενικοί τρόποι μέτρησης.

Στους αντικειμενικούς τρόπους μέτρησης, αυτόματες αποκρίσεις των χρηστών σε εξωτερικά ερεθίσματα χρησιμοποιούνται ως δείκτες της αίσθησης παρουσίας (Lombard et al., 2009). Φυσιολογικοί και συμπεριφοριστικοί δείκτες ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία τρόπων μέτρησης της παρουσίας (Lombard et al., 2009). Παραδείγματα φυσιολογικών μεθόδων αποτελούν (Wissmath et al., 2010; Μεσσήνης, 2012; Τζίμας, 2010): ο βαθμός σωματικής διέγερσης (ο αριθμός των καρδιακών παλμών, η πίεση του αίματος, ο ρυθμός αναπνοής), ο βαθμός συναισθηματικής φόρτισης (ανάλυση οπτικών αντιδράσεων, εφίδρωση), η εγκεφαλική δραστηριότητα (εγκεφαλογράφημα, λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού – fMRI), κλπ. Στις συμπεριφοριστικές μεθόδους μέτρησης, η βασική ιδέα είναι ότι εφόσον μια προσομοίωση προσεγγίζει το περιβάλλον που αναπαριστά, οι αντιδράσεις ενός χρήστη στα ερεθίσματα της προσομοίωσης θα τείνουν να προσεγγίσουν εκείνες που θα προέκυπταν στο αντίστοιχο πραγματικό περιβάλλον (Freeman, Avons, Medis, Pearson, & Ijsselsteijn, 2000). Παραδείγματα συμπεριφοριστικών μεθόδων αποτελούν οι κινήσεις του σώματος που πιθανόν πραγματοποιεί ένας χρήστης κατά την αλληλεπίδρασή του με ένα διαμεσολαβούμενο περιβάλλον (π.χ. η κίνηση για την αποφυγή ενός αντικειμένου που έρχεται προς το μέρος του) και οι κινήσεις των ματιών. Βασικό μειονέκτημα των αντικειμενικών τρόπων μέτρησης της παρουσίας είναι ότι πρόκειται για παρεμβατικές μεθόδους μέτρησης (van Baren & Ijsselsteijn, 2004) καθώς στους χρήστες θα πρέπει να προσαρμοστούν ειδικές συσκευές για την συγκέντρωση των δεδομένων. Κατά συνέπεια, οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν ότι οι φυσιολογικοί και συμπεριφοριστικοί δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά ως προς τους υποκειμενικούς τρόπους μέτρησης της παρουσίας (Lombard et al., 2009).

Στις υποκειμενικές μεθόδους μέτρησης της παρουσίας, οι οποίες χρησιμοποιούνται πιο συχνά στην βιβλιογραφία, ζητείται από τους χρήστες να αξιολογήσουν τον βαθμό της υποκειμενικής αίσθησης της παρουσίας μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο διαμεσολαβούμενο περιβάλλον. Η συνηθέστερη μέθοδος υποκειμενικών μετρήσεων είναι τα ερωτηματολόγια μέτρησης της παρουσίας και στην βιβλιογραφία αναφέρονται περισσότερα από 25 τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες έρευνες (van Baren & Ijsselsteijn, 2004). Παραδείγματα συχνά χρησιμοποιούμενων ερωτηματολογίων αποτελούν τα: Slater – Usoh – Steed (SUS) Questionnaire (Slater et al., 1994), Presence Questionnaire (PQ) (Witmer & Singer, 1998), Igroup Presence Questionnaire (IPQ) (Schubert et al., 2001), MEC-Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ) (Vorderer et al., 2004), IPO Social Presence Questionnaire (IPO-SPQ) (De Greef & Ijsselsteijn, 2001), ITC-Sense of Presence Inventory (ITC-SOPI) (Lessiter et al., 2001), Temple Presence Inventory (TPI) (Lombard et al., 2009). Ενστάσεις για την χρήση των ερωτηματολογίων έχουν εκφραστεί από ερευνητές (Freeman et al., 2000; Slater & Garau, 2007), και δύο άλλες μέθοδοι υποκειμενικών μετρήσεων έχουν προταθεί ώστε να αντιμετωπιστεί το βασικό μειονέκτημα των ερωτηματολογίων, ότι δηλαδή συμπληρώνονται από τους χρήστες μετά

την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον. Οι Ijsselsteijn et al. (2000) προτείνουν τη μέθοδο της συνεχούς αποτίμησης της αίσθησης της παρουσίας κατά την αλληλεπίδραση με τον εικονικό κόσμο. Οι χρήστες σημειώνουν κάθε στιγμή το μέγεθος της αίσθησης της παρουσίας που νιώθουν μετακινώντας έναν δρομέα. Το βασικό μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι το γεγονός ότι ένας χρήστης πρέπει να καταναίμει την προσοχή του τόσο στον εικονικό όσο και στον πραγματικό κόσμο. Η δεύτερη μέθοδος ονομάζεται “Breaks In Presence, BIPs” (Slater & Steed, 2000). Ο κάθε χρήστης, κατά τη διάρκεια της εικονικής εμπειρίας, αναφέρει τις περιπτώσεις που πραγματοποιείται «διακοπή της παρουσίας - bip» κατά την διάρκεια των οποίων ενεργεί και αποκρίνεται σε ερεθίσματα του πραγματικού κόσμου. Μειονέκτημα αυτής της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι δεν προσφέρει την δυνατότητα μέτρησης διαφόρων επιπέδων παρουσίας και δεν λαμβάνει υπόψη ότι ένας χρήστης μπορεί να αφοσιωθεί παράλληλα τόσο στον εικονικό όσο και στον πραγματικό κόσμο (Μεσσήνης, 2012).

1.4 Ορισμός Εκπαιδευτικών Εικονικών Περιβαλλόντων

Από τον ορισμό της, προκύπτει ότι η ΕΠ μπορεί να αξιοποιηθεί παιδαγωγικά μέσω των παρακάτω μοναδικών τεχνολογικών της χαρακτηριστικών (Μικρούπολος & Βελλού, 2006):

- Τρισδιάστατες (3D) χωρικές αναπαραστάσεις, εικονικά περιβάλλοντα
- Πολυαισθητήρια κανάλια αλληλεπίδρασης
- Εμβύθιση του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον
- Διαισθητική αλληλεπίδραση με φυσικούς χειρισμούς σε πραγματικό χρόνο.

Ένα Εκπαιδευτικό Εικονικό Περιβάλλον (ΕΕΠ) ορίζεται ως ένα εικονικό περιβάλλον που βασίζεται σε κάποιο συγκεκριμένο παιδαγωγικό μοντέλο, περιλαμβάνει ή υποδεικνύει έναν ή περισσότερους εκπαιδευτικούς στόχους, παρέχει στους χρήστες εμπειρίες που είναι αδύνατο ή απίθανο να βιώσουν στον πραγματικό κόσμο και οδηγεί σε συγκεκριμένα μαθησιακά αποτελέσματα (Ζαχαρής et al., 2008; Νάτσης et al., 2008).

Η μάθηση με αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας προτάθηκε από το 1990, όταν ο Bricken πρότεινε τη φυσική σημαντική και την γνωστική παρουσία ως τις βασικές ιδιότητες των εικονικών περιβαλλόντων και τον εποικοδομισμό (constructivism) ως το θεωρητικό μοντέλο για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων. Το 1992, η Helsel πρότεινε έναν εννοιολογικό και όχι τεχνολογικό ορισμό για τις εφαρμογές της ΕΠ στην εκπαίδευση, περιγράφοντας την ΕΠ ως «μια διεργασία που επιτρέπει στους χρήστες να συμμετέχουν σε χωρικές αναπαραστάσεις όπου η πραγματική μηχανή και ο πραγματικός θεατής δεν υπάρχουν». Η Pantelidis (1997) θεωρεί ότι η ενεργή συμμετοχή, η υψηλή αλληλεπίδραση και η ατομικότητα είναι οι βασικές ιδιότητες της ΕΠ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην τάξη για την επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων. Ο Winn (1993) θεωρεί ότι τα συστήματα εμβύθισης εμπλέκουν τους χρήστες σε εμπειρίες πρώτου προσώπου και σε μη συμβολική αλληλεπίδραση και

υποστηρίζουν την οικοδόμηση της γνώσης. Αργότερα, οι Winn & Windschitl (2000) επέκτειναν την παραπάνω θεωρητική προσέγγιση ώστε να συμπεριλάβουν και τα επιτραπέζια περιβάλλοντα ΕΠ. Υποστηρίζουν ότι η αίσθηση της παρουσίας των χρηστών είναι μεγάλης σημασίας για την μαθησιακή διαδικασία, καθώς ενισχύει τις εμπειρίες πρώτου προσώπου. Σε αυτά τα πρώτα βήματα των εφαρμογών ΕΠ στην εκπαίδευση, οι ερευνητές υποστηρίζουν τη χρησιμότητα της ΕΠ ως εκπαιδευτικού εργαλείου, παρόλο που δεν είχαν υπάρξει ακόμη αξιολογήσεις συγκεκριμένων ΕΕΠ.

Στη συνέχεια, έχουν δημοσιευθεί διάφορα ερευνητικά άρθρα που αναφέρονται στη σχεδίαση, ανάπτυξη και αξιολόγηση ΕΕΠ και απευθύνονται σε διάφορα επιστημονικά πεδία και εκπαιδευτικά επίπεδα. Στις δημοσιεύσεις γίνεται αναφορά σε τεχνολογικές προσεγγίσεις που ακολουθούν τα ΕΕΠ αλλά δεν γίνεται αναφορά στις παιδαγωγικές προσεγγίσεις που ακολουθούνται. Η μειοψηφία των ερευνών αναφέρονται σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της ΕΠ που εκμεταλλεύονται τα ΕΕΠ και παρουσιάζουν αξιολογήσεις βασισμένα σε αυτά τα χαρακτηριστικά. Τα μοναδικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ΕΠ ως ένα πολλά υποσχόμενο και ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο δεν έχουν επακριβώς οριστεί.

1.5 Ιδιότητες των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων

Οι χωρικές αναπαραστάσεις επιτρέπουν στον χρήστη την ελεύθερη πλοήγηση στον 3D εικονικό χώρο, όπως επίσης και την οπτική γωνία πρώτου προσώπου. Τα εικονικά περιβάλλοντα επιτρέπουν τη χρήση της φυσική σημαντικής, αποτρέποντας τη χρήση συμβολισμών δύσκολων στην μάθηση και την απομνημόνευση (Mikropoulos, Chalkidis, Katsikis, & Emvalotis, 1998). Ο Winn (1993) πρότεινε την κλίμακα χώρου και χρόνου, την μετατροπή και την πραγμάτωση ως χαρακτηριστικά απαραίτητα για εκπαιδευτικές εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας. Τα εικονικά περιβάλλοντα δίνουν την δυνατότητα στους χρήστες να «αλλάξουν» το φυσικό τους μέγεθος ώστε να μπορούν να πλοηγούνται σε μακρόκοσμους ή μικρόκοσμους, όπως π.χ. στο εσωτερικό ενός ατόμου (Kontogeorgiou, Bellou, & Mikropoulos, 2008) ή στο ηλιακό σύστημα (Bakas & Mikropoulos, 2003). Η μετατροπή επεκτείνει τις δυνατότητες των χρηστών να αισθάνονται δεδομένα τα οποία κανονικά θα βρίσκονταν πέρα από το εύρος των αισθήσεων ή των εμπειριών τους. Η πραγμάτωση συνεπάγεται τον μετασχηματισμό αφηρημένων ιδεών σε αντιληπτές αναπαραστάσεις, μετασχηματισμός που επιτυγχάνεται με τα εικονικά αντικείμενα. Οι προαναφερόμενες μοναδικές ιδιότητες φαίνεται ότι αξιοποιήθηκαν από τους Salzman, Dede, Loftin, & Chen (1999) κατά την σχεδίαση ΕΕΠ που αφορούσε στην εννοιολογική μάθηση θεμάτων φυσικής. Τα εικονικά περιβάλλοντα είναι αυτόνομοι κόσμοι. Για παράδειγμα, σε ένα εικονικό περιβάλλον, η γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της και τον ήλιο, ανεξάρτητα από τις ενέργειες των μαθητών (Bakas & Mikropoulos, 2003). Όλες οι παραπάνω μοναδικές ιδιότητες καθώς και τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των πολυαισθητήριων καναλιών

αλληλεπίδρασης, της διαισθητικής αλληλεπίδρασης και της εμπύθισης, συμβάλλουν σε μια άλλη μοναδική ιδιότητα της ΕΠ, την αίσθηση της παρουσίας. Η αίσθηση της παρουσίας περιγράφεται ως η αίσθηση του χρήστη πως «βρίσκεται εκεί», στο εικονικό περιβάλλον, ως ξεχωριστή οντότητα. Αν και η επίδραση της αίσθησης της παρουσίας στα ΕΕΠ δεν έχει μελετηθεί επαρκώς, η παρουσία φαίνεται να έχει σημαντικό ρόλο στα ΕΕΠ (Μικρούπουλος & Strouboulis, 2004). Η αίσθησης της παρουσίας μετατρέπει τον χρήστη ενός εικονικού περιβάλλοντος σε συμμετέχοντα σε έναν εναλλακτικό κόσμο.

Συνοψίζοντας, οι μοναδικές ιδιότητες που προκύπτουν από τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας και συνεισφέρουν σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα είναι:

- ελεύθερη πλοήγηση
- οπτική γωνία πρώτου προσώπου
- φυσική σημαντική
- κλίμακα χώρου και χρόνου
- μετατροπή
- πραγμάτωση
- αυτονομία
- παρουσία.

Τα ερωτήματα που προκύπτουν είναι αν οι παραπάνω ιδιότητες λαμβάνονται υπόψη κατά την σχεδίαση ΕΕΠ, καθώς και αν πράγματι συνεισφέρουν σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Οι Hedberg & Alexander (1994) πρότειναν την εμπύθιση, την πιστότητα και την ενεργή συμμετοχή των χρηστών ως τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για «μια ανώτερη μαθησιακή εμπειρία». Αργότερα, οι Whitelock, Brna, & Holland (1996) πρότειναν την πιστότητα της αναπαράστασης, την αμεσότητα του ελέγχου και την παρουσία ως τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για την εννοιολογική μάθηση με χρήση εικονικών περιβαλλόντων. Το πλαίσιο των Whitelock et al. είναι σε συμφωνία με αυτό των Hedberg & Alexander. Φαίνεται ότι το ενδιαφέρον των ερευνητών μετατοπίζεται από τα τεχνολογικά σε εννοιολογικά μοντέλα, όσον αφορά στη μάθηση με αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας, παρά την έλλειψη εμπειρικών δεδομένων που να υποστηρίζουν την άποψη αυτή. Οι Salzman et al. (1999) θεωρούν ότι τεχνολογικά χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας, όπως η 3D εμπύθιση, τα πολλαπλά πλαίσια αναφοράς και τα πολυαισθητήρια σήματα είναι υποσχόμενα χαρακτηριστικά για την εννοιολογική μάθηση. Όμως το συμπέρασμά τους στη μάθηση θεμάτων φυσικής με χρήση ΕΕΠ εμπύθισης είναι ότι τα χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας πρέπει να μελετηθούν μαζί με άλλους παράγοντες, όπως είναι το θέμα που πρόκειται μελετηθεί, τα χαρακτηριστικά των μαθητών και η εμπειρία αλληλεπίδρασης των μαθητών και της μάθησης. Σε ένα πιο πρόσφατο άρθρο (Lee, Wong, & Chun, 2010) προτείνεται ένα εννοιολογικό πλαίσιο των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε ένα

επιτραπέζιο ΕΕΠ, το οποίο βασίζεται στο μοντέλο των Salzman et al. (1999). Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας, όπως η πιστότητα αναπαράστασης και η αμεσότητα του ελέγχου επηρεάζουν έμμεσα τα μαθησιακά αποτελέσματα μέσω της ευχρηστίας του ΕΕΠ και ψυχολογικών παραγόντων της μαθησιακής εμπειρίας, όπως η αίσθηση της παρουσίας, το κίνητρο, τα γνωστικά κέρδη, η ενεργητική μάθηση και η ανακλαστική σκέψη.

1.6 Δυνατότητες των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων

Τα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν βάσει της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται για την αλληλεπίδραση των χρηστών με αυτά. Στην προκειμένη περίπτωση οι κατηγορίες είναι ίδιες με αυτές που παρουσιάστηκαν για τα συστήματα ΕΠ στην ενότητα 2.1, δηλαδή: επιτραπέζια ΕΕΠ, εμβυθιστικά ΕΕΠ, συστήματα προβολής, ΕΕΠ μικτής ή επαυξημένης πραγματικότητας (Μεσσήνης, 2012; Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010).

Η Youngblut (1998) κατηγοριοποίησε τα ΕΕΠ βασιζόμενη στην εκπαιδευτική τους χρήση στις παρακάτω κατηγορίες (Ζαχαρήs et al., 2008; Νάτσης et al., 2008):

- *Προκατασκευασμένα εικονικά περιβάλλοντα*: οι μαθητές επισκέπτονται ένα εικονικό περιβάλλον που θα τους βοηθήσει να κατανοήσουν βασικές έννοιες σε κάποιο επιστημονικό πεδίο.
- *Εικονικά περιβάλλοντα τα οποία αναπτύσσονται από τους μαθητές*: είναι πιθανό να απαιτείται οι μαθητές να πρέπει να δημιουργήσουν τα δικά τους εικονικά περιβάλλοντα ή να τροποποιήσουν ήδη έτοιμα, ώστε να κατευθύνουν την έρευνα, την κατανόηση και την επίδειξη επιστημονικών ή μη θεμάτων.
- *Εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών (Multi-User Virtual Environments, MUVES)*: μαθητές από διαφορετικές φυσικές τοποθεσίες συνδέονται στο εικονικό περιβάλλον μέσω διαδικτύου. Η χρήση τους κατά την χρονική περίοδο δημοσίευσης της μελέτης της Youngblut (1998) υπολειπόταν κατά πολύ αυτή των άλλων κατηγοριών. Λόγω όμως της ανάπτυξης εικονικών περιβαλλόντων πολλών χρηστών γενικής χρήσης, όπως π.χ. το Second Life (SL), αλλά και της σχεδίασης τέτοιων περιβαλλόντων αποκλειστικά για εκπαιδευτική χρήση, όπως π.χ. το River City (Ketelhut, 2007; Nelson, 2007) και το Quest Atlantis (Barab, Thomas, Dodge, Carteaux, & Tuzun, 2005), τα MUVES αποτελούν έναν τομέα που κεντρίζει το ενδιαφέρον των ερευνητών για την επίδραση και την δυναμική που προσφέρει η χρήση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Vrellis, Papachristos, Natsis, & Mikropoulos, 2012).

Οι Dalgrano & Lee (2010) διακρίνουν τα ΕΕΠ σε τρεις ευρείες κατηγορίες οι οποίες, όπως αναφέρουν, μπορούν να επικαλύπτονται: 3D προσομοιώσεις και εικονικοί κόσμοι, 3D

περιβάλλοντα ως διεπαφές σε μαθησιακές πηγές και 3D εικονικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών. Με βάση την κατηγοριοποίηση αυτή καταλήγουν στις παρακάτω εκπαιδευτικές δυνατότητες των εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας (Dalgarno & Lee, 2010):

- *3D προσομοιώσεις και εικονικοί κόσμοι:*
 1. Η χρήση 3D ΕΕΠ διευκολύνει την υλοποίηση μαθησιακών δραστηριοτήτων που έχουν ως στόχο την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων.
 2. Η χρήση 3D ΕΕΠ διευκολύνει την υλοποίηση δραστηριοτήτων που βασίζονται στην εμπειρική μάθηση και οι οποίες θα ήταν δύσκολο ή αδύνατο να πραγματοποιηθούν στον πραγματικό κόσμο.
 3. Η χρήση 3D ΕΕΠ διευκολύνει την υλοποίηση μαθησιακών δραστηριοτήτων που οδηγούν σε αυξημένο κίνητρο και εμπλοκή των μαθητών.
- *3D περιβάλλοντα ως διεπαφές σε μαθησιακές πηγές:*
 4. Η χρήση 3D ΕΕΠ διευκολύνει την υλοποίηση μαθησιακών δραστηριοτήτων οι οποίες οδηγούν σε μεταφορά γνώσεων και ικανοτήτων σε πραγματικές καταστάσεις.
- *3D εικονικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών:*
 5. Η χρήση 3D ΕΕΠ διευκολύνει την υλοποίηση μαθησιακών δραστηριοτήτων οι οποίες οδηγούν σε περισσότερο πλούσια και/ή περισσότερη αποτελεσματική συνεργασία από ότι η χρήση 2D μαθησιακών περιβαλλόντων.

1.7 Εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα: κριτική επισκόπηση εμπειρικών ερευνών

Σκοπός της κριτικής θεώρησης των εμπειρικών ερευνών είναι να συνεισφέρει στην κατανόηση των ερευνητικών προσεγγίσεων που χαρακτηρίζουν την έρευνα στα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα. Οι ερευνητικοί άξονες στους οποίους βασίστηκε η παρούσα κριτική θεώρηση είναι:

- το εκπαιδευτικό πλαίσιο στο οποίο διεξήχθησαν οι εμπειρικές έρευνες
- τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά και οι μοναδικές ιδιότητες της εικονικής πραγματικότητας που χρησιμοποιούνται στα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα
- οι θεωρίες μάθησης που ακολουθούν και εφαρμόζουν οι ερευνητές στα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα

Η σχετική βιβλιογραφία προέκυψε από την αναζήτηση σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων ακαδημαϊκών πηγών, οργανισμών και εκδοτών. Οι βάσεις δεδομένων στις οποίες πραγματοποιήθηκε αναζήτηση είναι: ERIC, JSTOR, PapersFirst, IEEE, WilsonWeb,

Elsevier, InformaWorld, Mary Ann Liebert, SpringerLink, Wiley Interscience και MIT press. “educational virtual environment” και “virtual learning environment” ήταν οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν στην πρώτη φάση της αναζήτησης. Στη δεύτερη φάση χρησιμοποιήθηκαν οι λέξεις κλειδιά “virtual environment” και “virtual reality” και στα αποτελέσματα που προέκυψαν πραγματοποιήθηκε νέα αναζήτηση με τους όρους “education” και “learning”. Τέλος, αναζητήθηκαν και άρθρα τα οποία παρατίθενται σε άρθρα που είχαν ήδη συμπεριληφθεί.

Συμπεριλήφθησαν εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα τα οποία απευθύνονται στην γενική, τυπική εκπαίδευση. Μια έρευνα (Adamo-Villani & Wilbur, 2008) που αφορά σε κωφούς μαθητές συμπεριλήφθηκε καθώς αφορά και σε μαθητές με κανονική ακοή. Εξαιρέθηκαν άρθρα τα οποία δεν παρουσιάζουν εμπειρικά δεδομένα αξιολογήσεων των ΕΕΠ καθώς και άρθρα που περιγράφουν πιλοτικές μελέτες (Bailey & Moar, 2001; Dede, Ketelhut, & Nelson, 2004; Mrouta, Paraskeva, & Retalis, 2007; Richard, Tijou, Richard, & Ferrier, 2006; Tijou, Richard, & Richard, 2006), όπως και σύντομα άρθρα (short papers). Επίσης, εξαιρέθηκαν άρθρα που αναφέρονταν σε περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας (augmented ή mixed reality) και εικονικών τάξεων. Η επαυξημένη πραγματικότητα διαφοροποιείται από τα εικονικά περιβάλλοντα καθώς συνδυάζει εικονικές και πραγματικές καταστάσεις. Τα εικονικά σχολεία ή τάξεις συχνά αναφέρονται σε τεχνολογίες διαφορετικές από την εικονική πραγματικότητα, όπως είναι π.χ. τα συστήματα σύγχρονης και ασύγχρονης τηλεεκπαίδευσης.

Συνολικά πενήντα τρεις έρευνες συμπεριλήφθησαν στην κριτική ανασκόπηση, ενώ τα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα που χρησιμοποιήθηκαν για τις έρευνες αυτές ήταν 41, καθώς κάποια χρησιμοποιήθηκαν σε περισσότερες από μια έρευνες με διαφορετικούς εκπαιδευτικούς στόχους. Ένα άρθρο εκδόθηκε ως κεφάλαιο βιβλίου (Dede, Salzman, Loftin, & Sprague, 1999), έξι παρουσιάστηκαν σε διεθνή συνέδρια (Dede et al., 1999; Goncalves, 2005; Hokanson et al., 2008; Mikropoulos & Bellou, 2006; Sato, Liu, Murayama, Akahane, & Isshiki, 2008; Winn, Windschitl, Fruland, & Lee, 2002; Yun, Xi, & Li, 2006), ένα σε συμπόσιο (Adamo-Villani & Wilbur, 2008), τρία σε εργαστήρια (Cooper, 2007; Ni, Krzeminski, & Tuer, 2006a; Ye, Fang, Liu, Chang, & Dinh, 2007), ενώ τα υπόλοιπα 42 σε 22 διαφορετικά διεθνή περιοδικά με κριτές.

Για την μελέτη του εκπαιδευτικού πλαισίου των άρθρων που συμπεριλήφθησαν στην παρούσα κριτική θεώρηση εξετάστηκαν οι παρακάτω παράγοντες: το επιστημονικό πεδίο στο οποίο απευθύνονται τα ΕΠ, η μεθοδολογία έρευνας, τα χαρακτηριστικά των μαθητών που μελετήθηκαν, οι στάσεις απέναντι στην χρήση τεχνολογιών ΕΠ στην εκπαίδευση και τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Στον Πίνακα 1.1 παρουσιάζονται οι έρευνες που συμπεριλήφθησαν στην επισκόπηση, το επιστημονικό πεδίο στο οποίο απευθύνονται τα ΕΠ, η ηλικία των συμμετεχόντων, καθώς και το είδος της έρευνας που διενεργήθηκε.

Πίνακας 1.1: Γενικά χαρακτηριστικά των ερευνών που συμπεριλήφθησαν στην βιβλιογραφική επισκόπηση

A/A	Άρθρο	Επιστημονικό πεδίο	Δείγμα	Είδος
1.	(Adamo-Villani & Wilbur, 2008)	Μαθηματικά	21 μαθητές από 6–11 ετών	Πειραματική
2.	(Bakas & Mikropoulos, 2003)	Αστρονομία	27 μαθητές ηλικίας 11-13	Πειραματική
3.	(Barab, Sadler, Heiselt, Hickey, & Zuiker, 2007)	Επιστημονική έρευνα	28 μαθητές τετάρτης δημοτικού	Περιγραφική
4.	(Barab et al., 2000)	Αστρονομία	8 φοιτητές	Περιγραφική
5.	(Barnett, Yamagata-Lynch, Keating, Barab, & E.Hay, 2005)	Αστρονομία	6 φοιτητές	Περιγραφική
6.	(Bowman, Hodges, Allison, & Wineman, 1999)	Σχεδίαση	24 φοιτητές	Πειραματική
7.	(Chen, Yang, Shen, & Jeng, 2007)	Αστρονομία	21 μαθητές έκτης δημοτικού	Περιγραφική
8.	(Cooper, 2007)	Διατροφή	20 φοιτητές	Περιγραφική
9.	(Crosier, Cobb, & Wilson, 2000)	Φυσική	51 μαθητές ηλικίας 15-16 ετών	Πειραματική
10.	(Dede et al., 1999)	Φυσική	28 μαθητές λυκείου	Περιγραφική
11.	(Di Blas & Poggi, 2007)	Ευρωπαϊκή Ιστορία	Περισσότεροι από 1000 μαθητές β/θμιας εκπαίδευσης και 6 εκπαιδευτικοί	Περιγραφική
12.	(Gazit, Yair, & Chen, 2005)	Αστρονομία	9 μαθητές ηλικίας 15-16 ετών	Περιγραφική
13.	(Gazit, Yair, & Chen, 2006)	Αστρονομία	9 μαθητές ηλικίας 15-16 ετών	Περιγραφική
14.	(Goncalves, 2005)	Ιστορία	21 εκπαιδευτικοί	Περιγραφική
15.	(Hokanson et al., 2008)	Ανθρωπολογία	375 μαθητές β/θμιας εκπαίδευσης και 7 εκπαιδευτικοί	Περιγραφική
16.	(Holmes, 2007)	Οικολογία	80 μαθητές πέμπτης δημοτικού	Πειραματική
17.	(Johnson, Moher, Cho, Edelson, & Russell, 2004)	Επιστημονική έρευνα	Μαθητές έκτης δημοτικού	Περιγραφική
18.	(Johnson, Moher, Ohlsson, & Gillingham, 1999)	Αστρονομία	62 μαθητές δημοτικού	Πειραματική
19.	(Kameas, Pintelas, Mikropoulos, Katsikis, & Emvalotis, 2000)	Τεχνολογία	19 εκπαιδευτικοί πληροφορικής	Περιγραφική
20.	(Keating, Barnett, Barab, & Hay, 2002)	Αστρονομία	8 φοιτητές	Περιγραφική
21.	(Ketelhut, 2007)	Επιστημονική έρευνα	96 μαθητές β/θμιας εκπαίδευσης	Περιγραφική
22.	(Kontogeorgiou et al., 2008)	Φυσική / Χημεία	38 πρωτοετείς φοιτητές	Πειραματική
23.	(Ligorio & Van Veen, 2006)	Διαθεματικό	67 μαθητές ηλικίας 11-14 ετών και 13	Περιγραφική

			εκπαιδευτικοί	
24.	(Lim, Nonis, & Hedberg, 2006)	Φυσική	8 μαθητές α/θμιας εκπαίδευσης	Περιγραφική
25.	(Limniou, Roberts, & Papadopoulos, 2008)	Χημεία	14 φοιτητές	Πειραματική
26.	(Machado, Brna, & Paiva, 2005)	Διήγηση ιστοριών	6 μαθητές ηλικίας 8 και 11 ετών	Περιγραφική
27.	(Marshall, Rogers, & Scaife, 2005)	Διήγηση	16 μαθητές ηλικίας 7-8 ετών	Πειραματική
28.	(Mikropoulos, 2006)	Ιστορία	60 μαθητές ηλικίας 11-13 ετών	Πειραματική
29.	(Mikropoulos & Bellou, 2006)	Φυσική	15 φοιτητές	Πειραματική
30.	(Mikropoulos, Katsikis, Nikolou, & Tsakalis, 2003)	Βιολογία	37 εκπαιδευτικοί α/θμιας εκπαίδευσης	Περιγραφική
31.	(Mikropoulos & Strouboulis, 2004)	Ιστορία	29 μαθητές ηλικίας 12 ετών	Πειραματική
32.	(Minogue, Jones, Broadwell, & Oppewall, 2006)	Βιολογία	80 μαθητές β/θμιας εκπαίδευσης	Πειραματική
33.	(Nelson, 2007)	Επιστημονική έρευνα	287 μαθητές β/θμιας εκπαίδευσης	Πειραματική
34.	(Nelson & Ketelhut, 2008)	Επιστημονική έρευνα	96 μαθητές β/θμιας εκπαίδευσης	Πειραματική
35.	(Ni et al., 2006a)	Αστρονομία	Εκπαιδευτικοί και μαθητές έκτης δημοτικού	Περιγραφική
36.	(Pasqualotti & Freitas, 2002)	Μαθηματικά	22 μαθητές β/θμιας εκπαίδευσης	Περιγραφική
37.	(Patera, Draper, & Naef, 2008)	Συγγραφή ιστοριών	13 μαθητές α/θμιας εκπαίδευσης	Πειραματική
38.	(Robertson & Despa, 2002)	Εκπαιδευτικό δράμα	46 μαθητές α/θμιας εκπαίδευσης	Περιγραφική
39.	(Robertson & Good, 2003)	Εκπαιδευτικό δράμα	42 μαθητές α/θμιας εκπαίδευσης	Πειραματική
40.	(Roussos et al., 1999)	Οικολογία	52 μαθητές δευτέρας δημοτικού	Πειραματική
41.	(Roussou, Oliver, & Slater, 2006)	Μαθηματικά	50 μαθητές ηλικίας 8-12 ετών	Πειραματική
42.	(Sardone & Devlin-Scherer, 2008)	Επιστημονική έρευνα	18 φοιτητές ηλικίας 20-25 ετών	Περιγραφική
43.	(Sato et al., 2008)	Χημεία	19 φοιτητές ηλικίας 17-18 ετών	Περιγραφική
44.	(Shim et al., 2003)	Βιολογία	27 μαθητές ηλικίας 12-13 ετών	Περιγραφική
45.	(Trindade, Fiolhais, & Almeida, 2002)	Φυσική / Χημεία	20 πρωτοετείς φοιτητές	Περιγραφική

46.	(Tuzun, Yilmaz-Soylu, Karaku, Inal, & Kizilkaya, 2009)	Γεωγραφία	24 μαθητές τετάρτης και πέμπτης δημοτικού	Περιγραφική
47.	(Virvou & Katsionis, 2008)	Γεωγραφία	50 μαθητές ηλικίας 11-12 ετών	Πειραματική
48.	(Virvou, Katsionis, & Manos, 2005)	Γεωγραφία	90 μαθητές ηλικίας 9-10 ετών	Πειραματική
49.	(Winn et al., 1999)	Διάφορα θέματα που επέλεξαν οι μαθητές	365 μαθητές α/θμιας και β/θμιας εκπαίδευσης	Πειραματική
50.	(Winn et al., 2006)	Ωκεανογραφία	50 φοιτητές	Πειραματική
51.	(Winn et al., 2002)	Ωκεανογραφία	26 φοιτητές	Πειραματική
52.	(Ye et al., 2007)	Περιβαλλοντική εκπαίδευση	20 μαθητές β/θμιας	Περιγραφική
53.	(Yun et al., 2006)	Γεωμετρία	106 μαθητές β/θμιας	Πειραματική

Όσον αφορά στα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, εξετάστηκε κατά πόσο τα ΕΕΠ εκμεταλλεύονται τα πολυαισθητηριακά κανάλια αλληλεπίδρασης, τη διαισθητική αλληλεπίδραση και την εμπύθιση των χρηστών. Στον Πίνακα 1.2 παρουσιάζονται τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των 41 εικονικών περιβαλλόντων που χρησιμοποιήθηκαν στις προαναφερόμενες έρευνες.

Πίνακας 1.2: Τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ΕΠ που συμπεριλήφθησαν στη βιβλιογραφική επισκόπηση

A/A	Εικονικό Περιβάλλον	Κανάλια αλληλεπίδρασης	Συσκευές εισόδου	Συσκευές εξόδου
1.	(Adamo-Villani & Wilbur, 2008)	Οπτικό	Ανιχνευτής κίνησης κεφαλής, ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ, στερεοσκοπικός προβολέας
2.	(Bakas & Mikropoulos, 2003)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
3.	(Barab et al., 2007; Lim et al., 2006; Tuzun et al., 2009)	Οπτικό, ηχητικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
4.	(Barab et al., 2000; Barnett et al., 2005; Keating et al., 2002)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
5.	(Bowman et al., 1999)	Οπτικό, ηχητικό	Ανιχνευτής κίνησης κεφαλής	Οπτικό κράνος ΕΠ (HMD)
6.	(Chen et al., 2007)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
7.	(Cooper, 2007)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
8.	(Crosier et al., 2000)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
9.	(Dede et al., 1999)	Οπτικό, ηχητικό, απτικό	Ανιχνευτής κίνησης κεφαλής, ανιχνευτής κίνησης στο χέρι	Οπτικό κράνος ΕΠ (HMD)
10.	(Di Blas & Poggi, 2007)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ

11.	(Gazit et al., 2005, 2006)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
12.	(Goncalves, 2005)	Οπτικό	Χειριστήριο	Οπτικό κράνος ΕΠ (HMD)
13.	(Hokanson et al., 2008)	Οπτικό, ηχητικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
14.	(Holmes, 2007)	Οπτικό	Χειριστήριο	Οθόνη Η/Υ
15.	(Johnson et al., 2004)	Οπτικό	Χειριστήριο	Στερεοσκοπική οθόνη ImmersaDesk
16.	(Johnson et al., 1999)	Οπτικό, ηχητικό	Χειριστήριο	CAVE, ImmersaDesk
17.	(Kameas et al., 2000)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
18.	(Ketelhut, 2007; Nelson, 2007; Nelson & Ketelhut, 2008; Sardone & Devlin-Scherer, 2008)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
19.	(Kontogeorgiou et al., 2008)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Στερεοσκοπική οθόνη Η/Υ
20.	(Ligorio & Van Veen, 2006)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
21.	(Limniou et al., 2008)	Οπτικό	Ανιχνευτής κίνησης κεφαλής	CAVE
22.	(Machado et al., 2005)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
23.	(Marshall et al., 2005)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
24.	(Mikropoulos, 2006; Mikropoulos & Strouboulis, 2004)	Οπτικό, ηχητικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο, χειριστήριο, σφαίρα πλοήγησης	Προβολέας, οπτικό κράνος ΕΠ (HMD)
25.	(Mikropoulos & Bellou, 2006)	Οπτικό	Ποντίκι, γάντι δεδομένων	Οθόνη Η/Υ
26.	(Mikropoulos et al., 2003)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
27.	(Minogue et al., 2006)	Οπτικό, απτικό	Συσκευή απτικής ανατροφοδότησης PHANTOM	Οθόνη Η/Υ
28.	(Ni et al., 2006a)	Οπτικό, ηχητικό, απτικό	Συσκευή απτικής ανατροφοδότησης PHANTOM	Οθόνη Η/Υ
29.	(Pasqualotti & Freitas, 2002)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
30.	(Patera et al., 2008)	Οπτικό	Χειριστήριο	Στερεοσκοπικός προβολέας
31.	(Robertson & Despa, 2002; Robertson & Good, 2003)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
32.	(Roussos et al., 1999)	Οπτικό, ηχητικό	Χειριστήριο	CAVE, ImmersaDesk
33.	(Roussou et al., 2006)	Οπτικό, ηχητικό	Ασύρματο χειριστήριο, ανιχνευτής κίνησης κεφαλής	CAVE

34.	(Sato et al., 2008)	Οπτικό, απτικό	Απτική συσκευή SPIDAR – G	Οθόνη Η/Υ
35.	(Shim et al., 2003)	Οπτικό	Πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
36.	(Trindade et al., 2002)	Οπτικό	Πληκτρολόγιο	Στερεοσκοπική οθόνη Η/Υ
37.	(Virvou & Katsionis, 2008; Virvou et al., 2005)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
38.	(Winn et al., 1999)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
39.	(Winn et al., 2006; Winn et al., 2002)	Οπτικό	Ανιχνευτής κίνησης κεφαλής, ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ, οπτικό κράνος ΕΠ (HMD)
40.	(Ye et al., 2007)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ
41.	(Yun et al., 2006)	Οπτικό	Ποντίκι, πληκτρολόγιο	Οθόνη Η/Υ

Οι μοναδικές ιδιότητες των ΕΕΠ που προκύπτουν από τα παραπάνω τεχνολογικά χαρακτηριστικά και μπορούν να συνεισφέρουν στη μάθηση είναι: η ελεύθερη πλοήγηση, η οπτική γωνία πρώτου προσώπου, η φυσική σημαντική, η κλίμακα χώρου και χρόνου, η μετατροπή, η πραγμάτωση, η αυτονομία και η παρουσία.

Τα προαναφερόμενα τεχνολογικά χαρακτηριστικά και οι μοναδικές ιδιότητες της ΕΠ συνεισφέρουν στην σχεδίαση εποικοδομιστικών μαθησιακών περιβαλλόντων, σύμφωνα με τους ερευνητές (Bricken, 1990; Neale, Brown, Cobb, & Wilson, 1999; Salzman et al., 1999; Winn, 1993; Winn & Windschitl, 2000). Διάφοροι τύποι εποικοδομισμού συνιστούν την θεωρητική προσέγγιση στην οποία βασίζεται η πλειονότητα των ΕΕΠ. Στην παρούσα κριτική θεώρηση εξετάζεται αν οι συγγραφείς των άρθρων ακολουθούν τις βασικές αρχές του εποικοδομισμού. Παρόλο που αρχές εποικοδομισμού έχουν προταθεί από διάφορους συγγραφείς (Boyle, 1997; Cunningham, 1993; Merrill, 1992), η εξέταση των ΕΕΠ γίνεται με βάση τις επτά αρχές που παρουσιάστηκαν από τον Jonassen (1994):

1. Παροχή πολλαπλών αναπαραστάσεων της πραγματικότητας – αναπαράσταση της φυσικής πολυπλοκότητας του κόσμου ώστε να αποφεύγεται η υπεραπλούστευση της διδασκαλίας.
2. Εστίαση στην οικοδόμηση της γνώσης και όχι στην αναπαραγωγή της.
3. Παροχή αυθεντικών δραστηριοτήτων.
4. Δημιουργία μαθησιακών περιβαλλόντων βασισμένων σε πραγματικές καταστάσεις.
5. Ενίσχυση του αναστοχασμού.
6. Οικοδόμησης γνώσης με βάση το πλαίσιο και το περιεχόμενο στο οποίο πρόκειται να εφαρμοστεί.
7. Υποστήριξη της συνεργατικής οικοδόμησης της γνώσης μέσω κοινωνικής διαπραγμάτευσης και όχι ανταγωνισμού των μαθητών.

Οι προαναφερόμενες επτά αρχές για την δημιουργία εποικοδομιστικών περιβαλλόντων μάθησης συγκεντρώνουν όλες τις παρόμοιες προσπάθειες άλλων συγγραφέων και επίσης έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς για την αξιολόγηση εικονικών περιβαλλόντων (Neale et al., 1999).

1.7.1 Εκπαιδευτικό πλαίσιο

Η μεγάλη πλειονότητα των εμπειρικών μελετών (40 από τις 53) αναφέρονται σε θέματα φυσικών επιστημών, τεχνολογίας και μαθηματικών, σε αντίθεση με αυτές που αναφέρονται σε θέματα των ανθρωπιστικών επιστημών. Σε πολλές περιπτώσεις, τα θέματα με τα οποία ασχολούνται οι φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά αναφέρονται σε κλίμακες χώρου και χρόνου, οι οποίες είναι δύσκολο να γίνουν αντιληπτές. Επίσης μπορούν να αφορούν αφηρημένες έννοιες και φυσικούς νόμους δύσκολους στην κατανόηση. Τα θέματα αυτά συχνά έχουν πειραματική φύση και απαιτούν υψηλές χωρικές και νοητικές ικανότητες, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η δημιουργία κατάλληλων νοητικών μοντέλων των μαθητών. Τα μαθησιακά περιβάλλοντα βασισμένα σε υπολογιστή και ιδιαίτερα τα δυναμικά μοντέλα, οι προσομοιώσεις και οι οπτικοποιήσεις συνεισφέρουν στην εννοιολογική αλλαγή, στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης και στην προώθηση της γνωστικής ανάπτυξης (Webb, 2005). Όλα τα εκπαιδευτικά θέματα των άρθρων βασίζονται στις παραπάνω δυσκολίες, ενώ η εικονική πραγματικότητα θεωρείται ένα ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο για την αντιμετώπισή τους. Από την άλλη μεριά, ο τομέας των ανθρωπιστικών επιστημών, στον οποίο αφηρημένες ιδέες και καταστάσεις είναι συχνό φαινόμενο, αποτελεί πρόκληση για τη σχεδίαση μαθησιακών περιβαλλόντων βασισμένων σε υπολογιστή. Και στις ανθρωπιστικές επιστήμες, στις περισσότερες έρευνες τα εκπαιδευτικά θέματα σχετίζονται με κλίμακες χώρου και χρόνου οι οποίες γίνονται δύσκολα αντιληπτές, όπως επίσης και με θέματα χωρικών αναπαραστάσεων. Τα θέματα ιστορίας και πολιτισμού, στα οποία παρουσιάζονται 3D αναπαραστάσεις πόλεων και κτιρίων (Bowman et al., 1999; Di Blas & Roggi, 2007; Goncalves, 2005; Hokanson et al., 2008; Ligorio & Van Veen, 2006) είναι αυτά που συναντώνται στις περισσότερες μελέτες. Οι χωρικές αναπαραστάσεις υποστηρίζουν ακόμη και τα μαθησιακά περιβάλλοντα στα οποία το θέμα είναι η αφήγηση, το εκπαιδευτικό δράμα και η γραφή (Machado et al., 2005; Marshall et al., 2005; Patera et al., 2008; Robertson & Despa, 2002; Robertson & Good, 2003; Winn et al., 1999).

Τα περισσότερα ΕΕΠ σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν από διεπιστημονικές ομάδες στις οποίες περιλαμβάνονται ειδικοί της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, της επιστήμης υπολογιστών, ειδικοί της εκάστοτε επιστήμης και εκπαιδευτικοί των αντίστοιχων μαθημάτων. Οι λόγοι επιλογής των εκάστοτε θεμάτων για κάθε εικονικό περιβάλλον δεν αναφέρονται σε όλες τις μελέτες. Μόνο σε πέντε έρευνες η υλοποίηση των εικονικών περιβαλλόντων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προγράμματος

σπουδών (Bakas & Mikropoulos, 2003; Johnson et al., 2004; Minogue et al., 2006; Pasqualotti & Freitas, 2002; Patera et al., 2008). Ο αριθμός των εικονικών περιβαλλόντων στα οποία οι μαθησιακοί στόχοι επιλέχθηκαν σε συνεργασία με εκπαιδευτικούς είναι ακόμη μικρότερος (Crosier et al., 2000; Lim et al., 2006; Winn et al., 1999). Σε εννέα μελέτες οι μαθησιακοί στόχοι βασίστηκαν σε πρότερες έρευνες σχετικές με εσφαλμένες αντιλήψεις μαθητών για διάφορα θέματα (Barab et al., 2000; Barnett et al., 2005; Chen et al., 2007; Gazit et al., 2005, 2006; Holmes, 2007; Keating et al., 2002; Roussou et al., 2006; Trindade et al., 2002), ενώ μόνο σε δύο έρευνες τα εικονικά περιβάλλοντα βασίστηκαν σε αποτελέσματα εμπειρικών μελετών οι οποίες πραγματοποιήθηκαν από τους ερευνητές για να διερευνήσουν εσφαλμένες αντιλήψεις μαθητών σε θέματα φυσικών επιστημών (Bakas & Mikropoulos, 2003; Kontogeorgiou et al., 2008). Σχεδόν σε όλες τις εμπειρικές μελέτες ακολουθείται η πρόταση των Johnson, Moher, Ohlsson, & Gillingham (1999), πως οι μαθησιακοί στόχοι πρέπει να είναι σημαντικοί, δύσκολοι και η προσπάθεια επίτευξής τους να ενισχύεται από την εισαγωγή της εικονικής πραγματικότητας.

Το δείγμα στις 53 εμπειρικές μελέτες κυμαίνεται από μαθητές δημοτικού έως φοιτητές και καθηγητές πανεπιστημίου. Σε επτά μελέτες, το δείγμα αποτελείται από εκπαιδευτικούς. Σε έξι από αυτές οι ερευνητικοί στόχοι αφορούσαν την στάση τους απέναντι στην τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας και την αξιολόγηση των ΕΕΠ ως εκπαιδευτικών εργαλείων (Di Blas & Roggi, 2007; Goncalves, 2005; Kameas et al., 2000; Ligorio & Van Veen, 2006; Ni et al., 2006a; Sardone & Devlin-Scherer, 2008), και μόνο μια αναφέρεται σε μαθησιακά αποτελέσματα εκπαιδευτικών μετά τη χρήση ενός ΕΕΠ (Mikropoulos et al., 2003).

Δεκαπέντε (15) έρευνες πραγματοποιήθηκαν σε ερευνητικά εργαστήρια ενώ 33 σε σχολεία και πανεπιστήμια. Σε μια έρευνα κάποιοι μαθητές βρίσκονταν στο σχολείο ενώ κάποιοι άλλοι σε εργαστήριο, ενώ σε τέσσερις έρευνες δεν αναφέρεται ο τόπος πραγματοποίησής τους.

Σημαντικό θέμα στην εκπαιδευτική έρευνα, ιδιαίτερα όταν οι παρεμβάσεις περιλαμβάνουν και τη χρήση υπολογιστικών περιβαλλόντων, είναι το είδος της ερευνητικής μεθόδου που εφαρμόζεται. Περιγραφική και πειραματική είναι οι δύο βασικοί τύποι έρευνας που ακολούθησαν οι 53 ερευνητικές μελέτες. Σύμφωνα με τους Ross & Morrison (1997, 2004), η περιγραφική έρευνα αναπαριστά συνθήκες που υπάρχουν σε συγκεκριμένες πειραματικές διατάξεις, ενώ η πειραματική έρευνα συνήθως περιλαμβάνει μια πειραματική ομάδα και μια ομάδα ελέγχου και ελέγχει υποθέσεις που αφορούν συγκεκριμένες παρεμβάσεις. Είκοσι οκτώ (28) ήταν οι περιγραφικές έρευνες και 25 οι πειραματικές.

Η περιγραφική ερευνητική μέθοδος ακολουθείται από την πλειονότητα των ερευνών. Είναι πιθανό οι ερευνητές να ενδιαφέρονται για τα αποτελέσματα της παρέμβασης με

χρήση ΕΕΠ, εστιάζοντας σε μεταβλητές για τη μελέτη σχέσεων αιτίας – αποτελέσματος, και στη συνέχεια να προχωρήσουν σε πειραματικές έρευνες. Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα των Hew and Cheung (2010), οι οποίοι βρήκαν ότι οι 14 από τις 15 πειραματικές διατάξεις ήταν περιγραφικές, στην βιβλιογραφική επισκόπηση 3Δ εικονικών κόσμων σε μαθητές δημοτικού και μεγαλύτερων βαθμίδων εκπαίδευσης. Ωστόσο, υπάρχουν ερευνητές οι οποίοι αρχικά χρησιμοποίησαν περιγραφική πειραματική διάταξη και στη συνέχεια πραγματοποίησαν πειράματα, όπως στην περίπτωση της Judy Robertson και των συνεργατών της, με το εικονικό περιβάλλον Ghostwriter, ένα ΕΕΠ για την εκμάθηση συγγραφής. Στο πρώτο τους άρθρο, σε μια περιγραφική έρευνα διερεύνησαν την αίσθηση κοινωνικής παρουσίας των μαθητών που χρησιμοποίησαν το ΕΕΠ (Robertson & Despa, 2002), ενώ η δεύτερη έρευνά τους είναι ένα πείραμα για τη μελέτη της επίδρασης του ΕΕΠ στο χαρακτηρισμό των ιστοριών που γράφθηκαν από τους μαθητές (Robertson & Good, 2003).

Ανεξάρτητα από το είδος της έρευνας, χρησιμοποιήθηκαν διάφορες μέθοδοι συλλογής δεδομένων, ενώ στις περισσότερες μελέτες χρησιμοποιήθηκαν περισσότερες της μιας, μέθοδοι συλλογής δεδομένων. Έγινε χρήση ερωτηματολογίων με ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου, καθώς και πολλαπλών επιλογών (35 μελέτες), συνεντεύξεων (23 μελέτες), παρατηρήσεων (10 μελέτες), διαφόρων μορφών καταγραφής της αλληλεπίδρασης των χρηστών με το ΕΕΠ (20 έρευνες). Τα ερωτηματολόγια φαίνεται να είναι η πιο κοινή μέθοδος, όπως και στην περίπτωση των Hew & Cheng (2010). Όσον αφορά τις μεθόδους αξιολόγησης της γνώσης που αποκτήθηκε από την χρήση ενός ΕΕΠ, σε 24 μελέτες χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια, σε 7 συνεντεύξεις με τους χρήστες, σε 7 αξιολογήθηκε η ολοκλήρωση δραστηριοτήτων στο ΕΕΠ, ενώ σε 9 αξιολογήθηκε το υλικό που απέστειλαν οι χρήστες (π.χ. άρθρα, εικόνες, ιστορίες, quests).

Αν και σε όλες τις έρευνες αναφέρονται τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος, όπως το φύλο, η ηλικία και η εμπειρία χρήσης υπολογιστή, σε λίγες μελετάται η σχέση των χαρακτηριστικών των μαθητών με την εικονική εμπειρία. Σε έξι έρευνες χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή το φύλο. Όσον αφορά την επίδοση σε δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ, σε τρεις έρευνες δεν βρέθηκαν διαφορές που να οφείλονται στο φύλο (Ketelhut, 2007; Nelson, 2007; Roussou et al., 2006), ενώ σε δύο τα αγόρια είχαν καλύτερη επίδοση από τα κορίτσια (Adamo-Villani & Wilbur, 2008; Hokanson et al., 2008). Η Crosier και οι συνεργάτες της (Crosier et al., 2000) αναφέρουν ότι οι κοπέλες είχαν θετικότερη στάση απέναντι στους υπολογιστές και η εικονική εμπειρία δεν επηρέασε την στάση τους. Σε μια έρευνα (Roussos et al., 1999), οι κοπέλες ήταν καλύτερες από τα αγόρια στον προσανατολισμό στο εικονικό περιβάλλον ενώ σε μια άλλη βελτιώθηκε η ικανότητα των μαθητριών στη νοητική περιστροφή (Yun et al., 2006). Το φύλο έπαιξε ρόλο και στη χρήση βοήθειας καθοδήγησης από τους χρήστες σε δύο έρευνες. Τα κορίτσια χρησιμοποίησαν περισσότερο τη βοήθεια και εμφάνισαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα από τα αγόρια (Nelson, 2007; Nelson & Ketelhut, 2008). Η

χωρική ικανότητα σε συνδυασμό με την εννοιολογική κατανόηση ερευνηθήκαν σε μια έρευνα (Trindade et al., 2002). Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι μαθητές με υψηλές χωρικές ικανότητες εμφάνισαν μεγαλύτερη εννοιολογική κατανόηση ορισμένων θεμάτων. Ο Goncalves (2005) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μεγαλύτερη γνώση χρήσης υπολογιστή ενδέχεται να μειώσει την αίσθηση της παρουσίας. Στο πείραμα των Virvou & Katsionis (2008), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι λιγότερο έμπειροι στην χρήση υπολογιστή χρήστες αντιμετώπισαν δύο ειδών προβλήματα ευχρηστίας, στην εξοικείωση με τη διεπαφή και στην πλοήγηση. Αντίθετα, οι έμπειροι χρήστες επηρεάστηκαν από ένα τρίτο πρόβλημα ευχρηστίας, την απόσπαση προσοχής από το εικονικό περιβάλλον.

Παρόλο που και οι 53 μελέτες διερευνούν την επιπρόσθετη εκπαιδευτική αξία, και ειδικά τα μαθησιακά αποτελέσματα, που οφείλονται στην χρήση εικονικών περιβαλλόντων, μόνο σε 17 γίνεται αναφορά στις στάσεις των μαθητών ή των εκπαιδευτικών απέναντι στη χρήση της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι μελέτες αυτές αναφέρονται στην ευχρηστία των εφαρμογών (τρεις έρευνες) (Adamo-Villani & Wilbur, 2008; Dede et al., 1999; Virvou & Katsionis, 2008), στην ευχαρίστηση από την χρήση ΕΕΠ (δύο έρευνες) (Adamo-Villani & Wilbur, 2008; Winn et al., 1999), στον ενθουσιασμό των χρηστών (πέντε έρευνες) (Bakas & Mikropoulos, 2003; Johnson et al., 2004; Johnson et al., 1999; Pasqualotti & Freitas, 2002; Robertson & Despa, 2002), στο κίνητρο (πέντε έρευνες) (Dede et al., 1999; Gazit et al., 2006; Limniou et al., 2008; Tuzun et al., 2009; Virvou et al., 2005), στο ενδιαφέρον (τρεις μελέτες) (Johnson et al., 2004; Limniou et al., 2008; Minogue et al., 2006), και στην επιθυμία για χρήση στην τάξη (μία μελέτη) (Goncalves, 2005). Η θετική στάση των μαθητών απέναντι στα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα αναφέρεται σε διάφορες έρευνες (Lim et al., 2006; Minogue et al., 2006; Ni et al., 2006a; Robertson & Good, 2003; Sato et al., 2008; Shim et al., 2003; Virvou et al., 2005). Η στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στα ΕΕΠ είναι επίσης θετική (Kameas et al., 2000; Mikropoulos et al., 2003; Ni et al., 2006a; Sardone & Devlin-Scherer, 2008). Παρά τη θετική στάση των εκπαιδευτικών στην χρήση ΕΕΠ για το μάθημα της ιστορίας, οι ίδιοι πιστεύουν ότι είναι δύσκολη η εφαρμογή της στην τάξη (Goncalves, 2005). Τέλος, σε μία έρευνα αναφέρεται ότι η προσθήκη απτικής ανατροφοδότησης είχε θετικό αντίκτυπο στο ενδιαφέρον, στη στάση απέναντι στα ΕΕΠ και στην ικανότητα των χρηστών να πλοηγούνται στο 3D εικονικό περιβάλλον (Minogue et al., 2006).

Όσον αφορά στην προσήλωση (engagement), στις περισσότερες έρευνες οι χρήστες παρέμειναν προσηλωμένοι κατά την αλληλεπίδρασή τους με το ΕΕΠ (Johnson et al., 2004; Johnson et al., 1999; Marshall et al., 2005; Patera et al., 2008; Sato et al., 2008). Αντίθετα στο ΕΕΠ NICE (Roussos et al., 1999), όπου μια ομάδα μαθητών αλληλεπιδρούσε ταυτόχρονα με το εικονικό περιβάλλον, μόνο ο/η μαθητής/τρια που είχε τον ρόλο του αρχηγού παρέμεινε προσηλωμένος/η. Χαμηλό επίπεδο προσήλωσης εμφάνισαν οι χρήστες στην έρευνα των Lim et al. (2006). Σύμφωνα με τους συγγραφείς, το γεγονός

αυτό μπορεί να οφείλεται σε περισπασμούς από το εικονικό περιβάλλον, στη δυσκολία των μαθητών με την γλώσσα που χρησιμοποιήθηκε στο περιβάλλον, στην έλλειψη συγκεκριμένων ικανοτήτων στους υπολογιστές ώστε να ολοκληρώσουν τις εργασίες που τους ανατέθηκαν και/ή στην δυσκολία να ολοκληρώσουν τα quests που τους ζητήθηκαν. Ωστόσο, οι ίδιοι ερευνητές πιστεύουν ότι ένας μαθητής θα μπορούσε να είναι προσηλωμένος σε ένα 3D εικονικό περιβάλλον πολλών χρηστών κατά την εξερεύνηση των διάφορων εικονικών κόσμων, των εικονικών χαρακτήρων (avatars) και των quests, αλλά να μην είναι προσηλωμένος στις μαθησιακές δραστηριότητες.

Τα μαθησιακά αποτελέσματα διακρίνονται συνήθως σε γνωστικά, ψυχοκινητικά και συναισθηματικά (Sharda et al., 2004). Στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση στο επίκεντρο ήταν τα γνωστικά αποτελέσματα, όπως π.χ. κατανόηση, γνώση, εφαρμογή και ανάλυση (Sharda et al., 2004). Σε όλες σχεδόν τις έρευνες, τα μαθησιακά αποτελέσματα ήταν θετικά. Σε δύο μελέτες δεν γίνεται αναφορά για τα μαθησιακά αποτελέσματα (Adamo-Villani & Wilbur, 2008; Goncalves, 2005). Μόνο σε τρεις έρευνες παρουσιάζονται αρνητικά μαθησιακά αποτελέσματα. Οι Crosier et al. (2000) δεν βρήκαν κάποια βελτίωση από τη χρήση εικονικής πραγματικότητας συγκρίνοντας τη με παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Οι Minogue et al. (Minogue et al., 2006) δεν βρήκαν κάποια γνωστική επίδραση από την προσθήκη απτικής αλληλεπίδρασης σε ένα ΕΕΠ με θέμα το ζωικό κύτταρο. Τέλος, οι Patera et al. (2008) αναφέρουν ότι η χρήση ΕΕΠ δεν οδήγησε σε καλύτερα αποτελέσματα ως προς το κίνητρο και τη δημιουργικότητα των χρηστών.

1.7.2 Τεχνολογικά χαρακτηριστικά

Παρόλο που κάποιος θα περίμενε ότι σε έρευνες που ασχολούνται με τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας θα γινόταν χρήση περισσότερων του ενός τεχνολογικών χαρακτηριστικών, αυτό δεν συμβαίνει. Φυσικά, σε όλα τα ΕΕΠ που υλοποιήθηκαν στα πλαίσια των ερευνών γίνεται χρήση οπτικών αναπαραστάσεων, αλλά λίγες μελέτες επεκτείνονται σε πολυαισθητηριακά κανάλια αλληλεπίδρασης. Δώδεκα (12) μελέτες συνδυάζουν το οπτικό με το ηχητικό κανάλι, έχοντας ως στόχο την βελτίωση της απόδοσης των χρηστών και των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Σε τέσσερις έρευνες, που αφορούν σε θέματα φυσικών επιστημών, γίνεται χρήση απτικών συστημάτων. Φαίνεται, ότι οι ερευνητές προσπάθησαν να ενισχύσουν τις εμπειρίες των χρηστών και τη δημιουργία νοητικών μοντέλων για θέματα που δεν σχετίζονται με την καθημερινή εμπειρία. Η πολύτροπη αλληλεπίδραση στις τέσσερις αυτές έρευνες οδήγησε σε θετικά αποτελέσματα. Οι Dede et al. (1999) υποστηρίζουν ότι οι 3D πολύτροπες αναπαραστάσεις εμπύθισης διευκολύνουν τους μαθητές στη δημιουργία περισσότερο ολοκληρωμένων νοητικών μοντέλων σε σύγκριση με 2D αναπαραστάσεις. Εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι τα πολυαισθητηριακά περιβάλλοντα βοηθούν την κατανόηση και επιτρέπουν στους μαθητές να διασκεδάζουν περισσότερο κατά τη διαδικασία της μάθησης (Ni et al., 2006a; Sato et al., 2008). Θετικά αποτελέσματα παρατίθενται και από

τους Minogue et al. (2006) σχετικά με το ενδιαφέρον των χρηστών, τις στάσεις απέναντι στα ΕΕΠ και την ικανότητά τους να πλοηγούνται στο εικονικό περιβάλλον. Όσον αφορά, όμως, στα μαθησιακά αποτελέσματα, η απτική αλληλεπίδραση δεν βοήθησε ιδιαίτερα στην κατανόηση των περίπλοκων εννοιών που παρουσιάστηκαν στους μαθητές, όπως είναι η αναγνώριση, η μοριακή δομή και η λειτουργία των κυτταρικών οργανιδίων (Minogue et al., 2006).

Η τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας προσφέρει ένα εύρος περιφερειακών συσκευών στοχεύοντας στη διαισθητική αλληλεπίδραση, π.χ. ειδικά χειριστήρια, 3D σφαίρες (3D spheres), γάντια δεδομένων και ανιχνευτές κίνησης κεφαλιού (head trackers). Στην πλειονότητα των ερευνών, ο συνδυασμός ποντίκι – πληκτρολόγιο χρησιμοποιείται για την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον. Η έρευνα των Mikropoulos & Strouboulis (2004) μελετά τις διάφορες συσκευές εισόδου σε σχέση με την αίσθηση της παρουσίας και τις προτιμήσεις των χρηστών. Το πληκτρολόγιο και ο συνδυασμός ποντίκι – πληκτρολόγιο προτιμώνται περισσότερο από τους χρήστες, διευκολύνοντας παράλληλα και την αίσθηση της παρουσίας. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται στην ηλικία των συμμετεχόντων, καθώς είχαν εμπειρία στην χρήση του πληκτρολογίου και του ποντικιού κατά την ενασχόλησή τους με ηλεκτρονικά παιχνίδια. Μόνο σε μια έρευνα χρησιμοποιήθηκε γάντι για την πλοήγηση στο περιβάλλον και τον χειρισμό εικονικών αντικειμένων (Mikropoulos & Bellou, 2006). Αν και το γάντι θεωρείται η κατάλληλη συσκευή αλληλεπίδρασης σε 3D συνθετικούς χώρους, η αίσθηση παρουσίας ενισχύθηκε από τη χρήση του συνδυασμού ποντίκι – πληκτρολόγιο, παρόλο που ο χειρισμός των εικονικών αντικειμένων ήταν περισσότερο φυσικός με χρήση του γαντιού. Η χρήση του γαντιού κούρασε τους μαθητές, οι οποίοι πρότειναν τη χρήση εξωσκελετικών συστημάτων αλληλεπίδρασης. Φαίνεται ότι η προσεκτική σχεδίαση μαθησιακών δραστηριοτήτων είναι περισσότερο σημαντική από μια διεπαφή που επικεντρώνεται στη διαισθητική αλληλεπίδραση με ένα ΕΕΠ.

Στις περισσότερες έρευνες γίνεται χρήση επιτραπέζιων συστημάτων εικονικής πραγματικότητας. Αν και η εμβύθιση είναι ένα τυπικό χαρακτηριστικό της ΕΠ, μόνο σε 16 εμπειρικές έρευνες γίνεται χρήση συστημάτων εμβύθισης. Σε τέσσερις από αυτές χρησιμοποιείται κιβωτός (CAVE). Ο βασικός λόγος της χρήσης επιτραπέζιων συστημάτων είναι το χαμηλό τους κόστος το οποίο διευκολύνει την εισαγωγή της εικονικής πραγματικότητας στα σχολεία. Το γεγονός αυτό διευκολύνεται και από την ανάπτυξη τεχνολογιών Web3D (π.χ. VRML, X3D Graphics, Java3D, Shockwave 3D), οι οποίες επιτρέπουν τη διανομή αλληλεπιδραστικών 3D εφαρμογών μέσω του διαδικτύου, όπως επίσης και από την διαρκώς αυξανόμενη χρήση εικονικών περιβαλλόντων πολλών χρηστών (Multi-user Virtual Environments, MUVEs), όπως το SecondLife και το Active Worlds, τα οποία μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Σε τρεις έρευνες γίνεται σύγκριση των διαφορετικών επιπέδων εμπύθισης. Οι Adamo-Villani & Wilbur (2008), Mikropoulos (2006) και Winn et al. (Winn et al., 2002) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα συστήματα εμπύθισης σε σύγκριση με τα επιτραπέζια υπερτερούν μόνο αν το περιεχόμενο που πρέπει να μάθουν οι χρήστες είναι πολύπλοκο, 3D και δυναμικό, και με την προϋπόθεση ότι οι μαθητές δεν πρέπει να επικοινωνούν με τον πραγματικό κόσμο. Ο Mikropoulos (2006) αναφέρει ότι οι μαθητές ολοκλήρωσαν τις μαθησιακές τους δραστηριότητες πιο εύκολα και επιτυχημένα με χρήση κράνους εικονικής πραγματικότητας (Head Mounted Display, HMD) σε συνδυασμό με εγωκεντρικό μοντέλο αναπαράστασης από ότι αλληλεπιδρώντας μέσω ενός συστήματος προβολής σε τοίχο. Οι Adamo-Villani & Wilbur (2008) βρήκαν ότι η δραστηριότητα κατασκευής ενός εικονικού αντικειμένου διήρκεσε περισσότερο στο σύστημα εμπύθισης, ενώ η δραστηριότητα αναζήτησης διήρκεσε περισσότερο στο επιτραπέζιο σύστημα. Η στερεοσκοπία χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή μόνο σε μία έρευνα (Trindade et al., 2002). Σύμφωνα με τους συγγραφείς, δεν φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην εννοιολογική κατανόηση εννοιών της φυσικής και της χημείας. Τα συστήματα εμπύθισης σε συνδυασμό με ανιχνευτές κίνησης κεφαλιού και ειδικών γαντιών ενισχύουν τη διαισθητική αλληλεπίδραση, έχοντας ως στόχο την μεγιστοποίηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Adamo-Villani & Wilbur, 2008; Bowman et al., 1999; Dede et al., 1999; Johnson et al., 1999; Mikropoulos, 2006; Mikropoulos & Strouboulis, 2004; Roussos et al., 1999; Roussou et al., 2006; Sato et al., 2008; Winn et al., 2006; Winn et al., 2002).

1.7.3 Ιδιότητες των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων

Σε κανένα εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον δεν γίνεται εκμετάλλευση όλων των μοναδικών ιδιοτήτων της εικονικής πραγματικότητας. Πιθανόν το γεγονός αυτό να οφείλεται στο εκπαιδευτικό πλαίσιο και στους διδακτικούς στόχους της κάθε εφαρμογής.

Σχεδόν όλα τα ΕΕΠ εκμεταλλεύονται τις ιδιότητες της ελεύθερης πλοήγησης και της οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου. Το εύρημα αυτό υποδεικνύει ότι την τελευταία δεκαετία οι ερευνητές έχουν κατανοήσει τη διαφορά ανάμεσα στην εικονική πραγματικότητα και σε άλλα 3D γραφικά περιβάλλοντα.

Η φυσική σημαντική χρησιμοποιείται κυρίως σε ΕΕΠ, όπου οι συμβολικές αναπαραστάσεις μπορεί να οδηγήσουν σε εσφαλμένες αντιλήψεις. Το quantum atom (Kontogeorgiou et al., 2008) αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα. Για την αναπαράσταση του σχήματος του ατόμου του υδρογόνου, οι συγγραφείς επίλυσαν τις αντίστοιχες εξισώσεις Schrodinger για τη βασική και διεγερμένες ατομικές καταστάσεις. Οι αναπαραστάσεις αυτές αποτελούν παραδείγματα φυσικής σημαντικής, αφού είναι η πρώτη φορά που το σχήμα ενός ατόμου αναπαρίσταται σύμφωνα με τη σύγχρονη θεωρία φυσικής, παρέχοντας έτσι ένα εργαλείο για επιστημονική οπτικοποίηση. Οι

αναπαραστάσεις αυτές μπορούν να φανούν χρήσιμες και στην επιστημονική έρευνα στο πεδίο της φυσικής, όπου οι επιστήμονες συνήθως μελετούν το άτομο λύνοντας τις κατάλληλες εξισώσεις χωρίς όμως να παρέχουν καμία πληροφορία για το σχήμα του.

Τα άτομα και τα μόρια σε άλλα ΕΕΠ αναπαρίστανται από μπάλες και ράβδους, τρόπος συνηθισμένος στις θετικές επιστήμες (Limniou et al., 2008; Salzman et al., 1999; Sato et al., 2008; Trindade et al., 2002). Η φυσική σημαντική χρησιμοποιείται επίσης για την παρουσίαση φυτικών και ζωικών κυτταρικών οργανιδίων (Mikropoulos et al., 2003; Minogue et al., 2006), laser (Mikropoulos & Bellou, 2006) και ενός εργαστηρίου ακτινοβολίας (Crosier et al., 2000). Στα υπόλοιπα ΕΕΠ η φυσική σημαντική χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση του μακρόκοσμου σε εικονικά ηλιακά συστήματα, αρχαίες πόλεις, κτλ.

Οι ιδιότητες της κλίμακας χώρου και χρόνου, της μετατροπής, της πραγμάτωσης και της αυτονομίας χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιβάλλοντα φυσικών επιστημών μέσω των οποίων διδάσκονται αφηρημένες έννοιες και φαινόμενα πέρα από την καθημερινή εμπειρία. Η μεγέθυνση του μεγέθους χρησιμοποιείται σε περιβάλλοντα που αναφέρονται στην αστρονομία (Barab et al., 2000; Barnett et al., 2005; Keating et al., 2002), ενώ η σμίκρυνση χρησιμοποιείται κυρίως σε περιβάλλοντα του μικρόκοσμου, όπως για την μελέτη του laser (Mikropoulos & Bellou, 2006) ή θεμάτων βιολογίας (Shim et al., 2003). Η πραγμάτωση και η μετατροπή χρησιμοποιούνται στη μελέτη μορίων (Limniou et al., 2008) και κυττάρων (Minogue et al., 2006). Η αυτονομία εμφανίζεται σε δέκα εικονικά περιβάλλοντα, ανάλογα με τον τύπο του διδακτικού θέματος και των διδακτικών στόχων.

Η αίσθηση της παρουσίας θεωρείται μια σημαντική ιδιότητα των ΕΕΠ (Mikropoulos & Strouboulis, 2004). Σε 19 έρευνες οι συγγραφείς αναφέρουν ότι το δείγμα τους ένιωσε παρών στο εικονικό περιβάλλον και αυτό ίσως συνεισφέρει σε θετικά αποτελέσματα. Σε τρεις έρευνες (Kontogeorgiou et al., 2008; Mikropoulos, 2006; Winn et al., 1999) η αίσθηση της παρουσίας οδήγησε σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Στις παραπάνω τρεις έρευνες, οι μαθητές ένιωσαν υψηλά επίπεδα παρουσίας κατά την αλληλεπίδρασή τους με το ΕΕΠ και το γεγονός αυτό τους βοήθησε στην επιτυχή ολοκλήρωση των μαθησιακών δραστηριοτήτων. Στο GhostWriter (Robertson & Despa, 2002; Robertson & Good, 2003) οι μαθητές έμειναν συγκεντρωμένοι κατά την αλληλεπίδρασή τους με το εικονικό περιβάλλον λόγω της αίσθησης της παρουσίας. Όπως σημειώνεται από τους Mikropoulos & Strouboulis (2004), υψηλή αίσθηση παρουσίας μπορεί να προκληθεί τόσο από ένα σύστημα εμπύθισης όσο και από την προβολή του εικονικού περιβάλλοντος σε τοίχο. Η αίσθηση της παρουσίας αναδεικνύει την ανάγκη για τη δημιουργία μαθητοκεντρικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων στα οποία οι μαθητές συμπεριφέρονται όπως στον πραγματικό κόσμο και τους δίνεται η ευκαιρία να είναι «μέσα» στο μαθησιακό περιβάλλον.

1.7.4 Θεωρητική προσέγγιση

Απαραίτητη προϋπόθεση για ένα αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον αποτελεί η παιδαγωγική προσέγγιση, η θεωρία μάθησης που ακολουθείται ώστε να εκπληρωθούν οι μαθησιακοί στόχοι και να επιτευχθούν τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα.

Λίγες μόνο έρευνες από όσες συμπεριλήφθησαν στην παρούσα ανασκόπηση αναφέρουν ξεκάθαρα το θεωρητικό μοντέλο που ακολουθήθηκε για την σχεδίαση και την χρήση των ΕΕΠ. Ανάμεσα σε αυτές, όλες εκτός από μία (Bowman et al., 1999), αναφέρουν τον εποικοδομισμό ως θεωρητική προσέγγιση (Gazit et al., 2005, 2006; Kameas et al., 2000; Mikropoulos & Bellou, 2006; Mikropoulos et al., 2003; Roussou et al., 2006; Winn et al., 1999) καθώς και διάφορες θεωρίες που απορρέουν από αυτόν, όπως κοινωνικό εποικοδομισμό (Dede et al., 1999; Kontogeorgiou et al., 2008), εγκαθιδρυμένη μάθηση (situated learning) (Ligorio & Van Veen, 2006) και κατασκευαστισμός (constructionism) (Roussos et al., 1999).

Σε κάποιες έρευνες, αν και δεν δηλώνεται ξεκάθαρα, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ακολουθήθηκε ο εποικοδομισμός, από την ορολογία που χρησιμοποιούν οι συγγραφείς. Οι Barab, Sadler, Heiselt, Hickey, & Zuiker (2007), Lim et al. (2006) και οι Tuzun et al. (2009) αναφέρουν την εμπειρική μάθηση, την διερευνητική (inquiry-based) μάθηση και την συνεργατική μάθηση. Οι Chen et al. (2007) προτείνουν την κατευθυνόμενη ανακαλυπτική μάθηση. Οι Hokanson et al. (2008) ακολουθούν την μάθηση μέσω ενεργειών (learning by doing). Η συνεργατική μάθηση ακολουθείται από τους Holmes (2007), Johnson et al. (1999), Ketelhut (2007), Machado et al. (2005), Nelson (2007), Nelson & Ketelhut (2008), Shardone & Devlin-Scherer (2008). Ειδικοί της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, εκπαιδευτικοί, γνωστικοί επιστήμονες ή ψυχολόγοι συμμετείχαν στις ομάδες σχεδίασης και ανάπτυξης των ΕΕΠ που αξιοποιήθηκαν στις παραπάνω έρευνες. Αυτός είναι πιθανόν ο λόγος για τον οποίο στα παραπάνω άρθρα ακολουθείται μια συγκεκριμένη θεωρητική προσέγγιση και έγινε προσπάθεια να ενσωματωθούν τα ΕΕΠ σε ένα ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό πλαίσιο.

Σε όλα τα υπόλοιπα άρθρα δεν γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένη θεωρία μάθησης. Μελετώντας όμως τις περιγραφές των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και της εκπαιδευτικής διαδικασίας που ακολουθήθηκε, φαίνεται ότι και αυτές ακολουθούν τη θεωρητική προσέγγιση του εποικοδομισμού.

Στον πραγματικό κόσμο οι εργασίες εκτελούνται μέσω άμεσου χειρισμού (Brown, 1989). Τα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να αναπαράγουν αυτή τη σχέση με τη χρήση ρεαλιστικών δραστηριοτήτων οι οποίες απαιτούν ικανότητες παρόμοιες με αυτές για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων στον πραγματικό κόσμο.

Σε όλα τα ΕΕΠ που συμπεριλήφθησαν στην παρούσα κριτική θεώρηση, παρέχονται στους χρήστες αυθεντικές δραστηριότητες οι οποίες επιτρέπουν την οικοδόμηση της γνώσης με βάση το πλαίσιο και το περιεχόμενο στο οποίο πρόκειται να εφαρμοστεί. Σε ΕΕΠ τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την εκμάθηση από τους μαθητές των βημάτων επιστημονικής έρευνας, οι μαθητές έπρεπε να συγκεντρώσουν δεδομένα μέσω της εξερεύνηση του εικονικού περιβάλλοντος ή της συνομιλίας τους με εικονικούς χαρακτήρες του περιβάλλοντος, να αναλύσουν τα δεδομένα και να προτείνουν λύσεις για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα (Barab et al., 2007; Hokanson et al., 2008; Holmes, 2007; Johnson et al., 2004; Lim et al., 2006; Nelson, 2007; Nelson & Ketelhut, 2008; Sardone & Devlin-Scherer, 2008; Tuzun et al., 2009). Στο Roussos et al. (1999) τα παιδιά φυτεύουν σπόρους, είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξή τους και μαθαίνουν για απλά θέματα βιολογίας. Στο ΕΕΠ που χρησιμοποιήθηκε από τους Dede et al. (1999) οι μαθητές χειρίζονται εικονικά αντικείμενα για να πραγματοποιήσουν εικονικά πειράματα φυσικής. Στους Crosier et al. (2000), οι μαθητές μαθαίνουν για την ραδιενέργεια πραγματοποιώντας πειράματα σε ένα εικονικό εργαστήριο το οποίο μοιάζει σε πραγματικό. Τα κτίρια και η εικονική πόλη των Pasqualotti & Freitas (2002) έχουν μοντελοποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να φαίνεται στους μαθητές ότι τα «πραγματικά» αντικείμενα με τα οποία αλληλεπιδρούν μπορούν να αναπαρασταθούν με μαθηματικά μοντέλα. Σε δύο εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα που ασχολούνται με την εκπαίδευση σε θέματα αστρονομίας (Bakas & Mikropoulos, 2003; Johnson et al., 1999) οι μαθητές αναλαμβάνουν τον ρόλο αστροναυτών και πραγματοποιούν δραστηριότητες στο διάστημα. Στο Mikropoulos et al. (2003), οι μαθητές πρέπει να «δημιουργήσουν» τις χημικές αντιδράσεις ώστε να ολοκληρώσουν την διαδικασία της φωτοσύνθεσης σε ένα εικονικό φυτικό κύτταρο. Στο Mikropoulos (2006), στο Mikropoulos & Strouboulis (2004) και στο Hokanson et al. (2008) οι χρήστες πραγματοποιούν δραστηριότητες ανάλογες με αυτές σε μια πραγματική αρχαία πόλη. Στο Roussou et al. (2006) τα παιδιά μαθαίνουν για τα κλάσματα, επιλέγοντας τετράγωνα ώστε να καλύψουν μια δεδομένη περιοχή.

Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις, όπως και η αναπαράσταση της φυσικής πολυπλοκότητας του πραγματικού κόσμου είναι βασικά σημεία του εποικοδομισμού. Οι τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας με τις πολλαπλές 3D αναπαραστάσεις και τα πολλαπλά πλαίσια αναφοράς επιτρέπουν την αναπαράσταση πολλών θεμάτων που άπτονται δύσκολων επιστημονικών μοντέλων (Dede et al., 1999). Τα χαρακτηριστικά αυτά αξιοποιούνται επίσης σε ΕΕΠ που αφορούν στην αστρονομία (Bakas & Mikropoulos, 2003; Chen et al., 2007; Gazit et al., 2005, 2006; Ni et al., 2006a), στην βιολογία (Mikropoulos et al., 2003; Minogue et al., 2006; Shim et al., 2003), στην φυσική και στην χημεία (Dede et al., 1999; Limniou et al., 2008; Trindade et al., 2002). Στο Hokanson et al. (2008) η χρήση διάφορων μη γλωσσικών αναπαραστάσεων βοηθά στην οικοδόμηση της νέας γνώσης από τους μαθητές.

Η δυνατότητα που παρέχεται από τις τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας για την θέαση ενός αντικειμένου από διάφορες οπτικές γωνίες είναι ένας άλλος τρόπος με τον οποίο οι πολλαπλές αναπαραστάσεις μπορούν να συνεισφέρουν στην οικοδόμηση της γνώσης. Το χαρακτηριστικό αυτό φαίνεται να βοηθά τους μαθητές στην κατανόηση της δομής και της λειτουργίας του ματιού (Shim et al., 2003), πλανητικών φαινομένων (Bakas & Mikropoulos, 2003; Gazit et al., 2005, 2006) καθώς και στην εξισορρόπηση επιστημονικών και κοινωνικο-οικονομικών παραγόντων (Barab et al., 2007).

Η κατανόηση από τους μαθητές της πολυπλοκότητας του φυσικού κόσμου ενισχύεται στο εικονικό ζωικό κύτταρο των Minogue et al. (2006) με την προσθήκη απτικής αλληλεπίδρασης, αν και δεν αποδείχθηκε θετική γνωστική επίδραση. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται, σύμφωνα με τους συγγραφείς, στις κλασικές μεθόδους αξιολόγησης (γραπτά τεστ) που χρησιμοποιήθηκαν. Χρήση απτικής ανατροφοδότησης έγινε και από τους Ni et al. (2006a) για την μελέτη της βαρύτητας, όπως και από τους Sato et al. (2008) για θέματα μοριακής χημείας. Στις μελέτες αυτές, η αξιολόγηση των ΕΕΠ που πραγματοποιήθηκε από μαθητές και εκπαιδευτικούς έδειξε ότι η προσθήκη απτικής αλληλεπίδρασης βοηθά την κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών και κάνει πιο ενδιαφέρουσα και αλληλεπιδραστική την μάθηση.

Η συνεργασία είναι άλλη μια στρατηγική για την επίτευξη πολλαπλών αναπαραστάσεων (Bednar, Cunningham, Duffy, & Perry, 1992). Οι μαθητές συνεργάζονται στην σχεδίαση ενός ΕΕΠ (Barab et al., 2000; Barnett et al., 2005; Keating et al., 2002; Winn et al., 1999), στην διαδικασία επιστημονικής έρευνας ώστε να προτείνουν λύσεις σε ένα δεδομένο πρόβλημα (Holmes, 2007; Johnson et al., 2004; Lim et al., 2006; Nelson, 2007; Nelson & Ketelhut, 2008; Sardone & Devlin-Scherer, 2008; Tuzun et al., 2009), στην κατασκευή σπιτιών πολιτισμού (Ligorio & Van Veen, 2006) και στην ολοκλήρωση μαθησιακών δραστηριοτήτων (Johnson et al., 1999; Roussos et al., 1999). Οι μαθητές επίσης συνεργάζονται με εκπαιδευτικούς στην εξερεύνηση ΕΕΠ (Chen et al., 2007; Kontogeorgiou et al., 2008).

Οι τρέχουσες τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας επιτρέπουν την συνεργασία όχι μόνο μεταξύ των συμμετεχόντων μαθητών αλλά και κατά την «κοινωνική διαπραγμάτευση» μεταξύ των συμμετεχόντων μαθητών και συνθετικών εικονικών χαρακτήρων (avatars) για την οικοδόμηση της γνώσης. Στο ΕΕΠ των Adamo – Villani & Wilbur (2008) εικονικοί χαρακτήρες επικοινωνούν με τους μαθητές σε γραπτή ή προφορική αγγλική γλώσσα ή στην αμερικάνικη νοηματική γλώσσα ώστε να υλοποιήσουν τις δραστηριότητες που τους έχουν ανατεθεί. Στο ΕΕΠ των Barab et al. (2007), οι εικονικοί αντιπρόσωποι (avatars) των μαθητών στο ΕΕΠ διαμοιράζονται πληροφορίες με τους εικονικούς χαρακτήρες του περιβάλλοντος ώστε να σωθεί ο πληθυσμός των ψαριών σε ένα μολυσμένο ποτάμι. Οι εικονικοί χαρακτήρες βοηθούν επίσης τους μαθητές στην αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον για την

πραγματοποίηση διαφόρων δραστηριοτήτων (Hokanson et al., 2008; Mikropoulos, 2006; Mikropoulos & Strouboulis, 2004). Στο MUVE River City, οι μαθητές επικοινωνούν με εικονικούς χαρακτήρες οι οποίοι αντιπροσωπεύουν κατοίκους του περιβάλλοντος ώστε να συγκεντρώσουν χρήσιμες πληροφορίες για την έρευνά τους (Ketelhut, 2007; Nelson, 2007; Nelson & Ketelhut, 2008). Στον εικονικό κόσμο PUPPET, οι εικονικοί εκπρόσωποι των μαθητών καθώς και εικονικοί χαρακτήρες ζώων παίρνουν τον ρόλο του ιδιοκτήτη φάρμας και του ανταγωνιστή, αντίστοιχα, ώστε οι μαθητές-ιδιοκτήτες να έχουν τακτοποιημένη την φάρμα τους (Marshall et al., 2005). Τέλος, στο Tuzun et al. (2009), οι μαθητές αλληλεπιδρούν με εικονικούς χαρακτήρες, συγκεντρώνοντας δεδομένα για γεωγραφικά χαρακτηριστικά.

Η δυνατότητα για συνεργασία μεταξύ των συμμετεχόντων μέσα στο εικονικό περιβάλλον, ώστε να επιτευχθεί η οικοδόμηση της γνώσης, παρέχεται σε όλα τα εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών (Barab et al., 2007; Di Blas & Poggi, 2007; Holmes, 2007; Ketelhut, 2007; Lim et al., 2006; Nelson, 2007; Nelson & Ketelhut, 2008; Sardone & Devlin-Scherer, 2008; Tuzun et al., 2009). Σε αυτά τα ΕΕΠ, οι μαθητές συνεργατικά προσπαθούν να επιλύσουν προβλήματα που τους τίθενται από τα αντίστοιχα σενάρια. Οι μαθητές επικοινωνούν μεταξύ τους είτε με χρήση παραθύρων συνομιλίας είτε, όταν αυτό είναι δυνατόν, με απευθείας επικοινωνία στον πραγματικό κόσμο. Στο Euroland (Ligorio & Van Veen, 2006) μαθητές και εκπαιδευτικοί από την Ιταλία και την Ολλανδία χρησιμοποιούν το εργαλείο συνομιλίας του Active Worlds με στόχο την κατασκευή πολιτιστικών σπιτιών διεπιστημονικού περιεχομένου. Οι μαθητές επίσης συνεργάστηκαν επιτυχώς για την κατανόηση των μορίων και των χημικών αντιδράσεων (Limniou et al., 2008).

Σε δύο περιπτώσεις οι μαθητές συνεργάζονται με τους εκπαιδευτικούς τους (Chen et al., 2007; Kontogeorgiou et al., 2008). Στο Chen et al. (2007), ο εκπαιδευτικός θέτει ερωτήματα και οι μαθητές εξερευνούν το ΕΕΠ ώστε να μπορέσουν να απαντήσουν. Οι μαθητές προτρέπονται να συζητήσουν με τους συμμαθητές τους, να μοιραστούν τα ευρήματά τους και να δείξουν την λειτουργία του συστήματος στους συμμαθητές τους. Στο Kontogeorgiou et al. (2008) οι μαθητές συνεργάζονται με τον εκπαιδευτικό ώστε να αποκαλύψουν τα νοητικά τους μοντέλα, να κατασκευάσουν το εικονικό, κβαντικό, ατομικό μοντέλο του υδρογόνου και να αλληλεπιδράσουν με αυτό.

Στο Roussos et al. (1999) μια ομάδα μαθητών επισκέπτεται το ΕΕΠ NICE και συνεργάζεται με τον εικονικό αντιπρόσωπο ενός από τους μαθητές ο οποίος έχει τον ρόλο του αρχηγού της ομάδας. Οι συγγραφείς αναφέρουν ότι μόνο ο αρχηγός παρέμεινε προσηλωμένος στο ΕΕΠ, ενώ η προσοχή των υπολοίπων μαθητών αποσπάστηκε. Βασισμένη στην παρατήρηση αυτή, μια ομάδα των ίδιων ερευνητών ακολούθησε διαφορετική προσέγγιση ως προς την συνεργασία των μαθητών (Johnson et al., 2004; Johnson et al., 1999), δίνοντας τον ρόλο του αρχηγού εναλλάξ σε όλους τους μαθητές.

Ένα σημαντικό, θετικό αποτέλεσμα των παραπάνω ερευνών είναι ότι παρέμειναν προσηλωμένοι, μαθητές οι οποίοι ήταν λιγότερο πρόθυμοι να συμμετέχουν.

Οι μαθητές επίσης συνεργάστηκαν επιτυχώς ώστε να αποκτήσουν κίνητρο στην δημιουργική γραφή (Patera et al., 2008) και στην δημιουργία ιστοριών (Machado et al., 2005). Στο Ghostwriter, ένα εικονικό περιβάλλον παιχνιδιού ρόλων, τα παιδιά ελέγχουν τους εικονικούς αντιπροσώπους τους στο περιβάλλον και επικοινωνούν με την ανταλλαγή γραπτών μηνυμάτων. Όπως αναφέρουν οι συγγραφείς, η έκπληξη, η αγωνία και η δυνατότητα λήψης αποφάσεων, όπως επίσης και η ευκολία χρήσης των εικονικών περιβαλλόντων έδωσαν κίνητρο ακόμη και στους μαθητές με χαμηλή επίδοση να γράψουν μηνύματα και ιστορίες (Robertson & Despa, 2002; Robertson & Good, 2003). Στο Winn et al. (1999) οι μαθητές συνεργάζονται για να αποφασίσουν πώς θα είναι και πώς θα συμπεριφέρεται ένα ΕΕΠ. Επιλέγουν το περιεχόμενο του ΕΕΠ και την εμφάνιση των αντικειμένων, πραγματοποιούν μεταφορές για αφηρημένες έννοιες και διαδικασίες. Παρομοίως, στο ΕΕΠ των Barnet et al. (2005), οι μαθητές εργάζονται σε δυάδες ή τριάδες ώστε να δημιουργήσουν 3D μοντέλα για διάφορα θέματα του ηλιακού συστήματος. Στο ΕΕΠ On-A-Slant (Hokanson et al., 2008) η συνεργασία επιτυγχάνεται με τον συνδυασμό των γνώσεων που απέκτησε ο κάθε μαθητής κατά την επίσκεψη του στο εικονικό περιβάλλον, όπως και με το να διδάσκει ο ένας μαθητής τον άλλον.

Η δυνατότητα αναστοχασμού των υπάρχοντων νοητικών μοντέλων των μαθητών είναι άλλη μια αρχή του εποικοδομισμού. Χρησιμοποιείται για την εξαγωγή συμπερασμάτων, την επεξήγηση και την πρόβλεψη νέων καταστάσεων (Jonassen, 1994). Στο Bakas & Mikropoulos (2003) η αναπαράσταση του συστήματος γη-ήλιος και τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του ΕΕΠ δίνουν την δυνατότητα στους μαθητές να δημιουργήσουν γνωστικές συγκρούσεις με τα υπάρχοντα νοητικά τους μοντέλα. Στο Barnett et al. (2005) παρέχονται στους μαθητές διάφορες δυνατότητες για αναστοχασμό κατά την διαδικασία κατασκευής των μοντέλων και παρουσίασης των θεμάτων αστρονομίας. Στο Kontogeorgiou et al. (2008) οι μαθητές, μέσω της συζήτησης με την ερευνήτρια κατά την αλληλεπίδρασή τους με το εικονικό κβαντικό άτομο του υδρογόνου, αναστοχάζονται πάνω στα νοητικά τους μοντέλα. Στα εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών Quest Atlantis (Barab et al., 2007; Lim et al., 2006; Tuzun et al., 2009) και River City (Ketelhut, 2007; Nelson, 2007; Nelson & Ketelhut, 2008; Sardone & Devlin-Scherer, 2008), οι μαθητές μέσω της εξερεύνησης του περιβάλλοντος και της αλληλεπίδρασής τους με εικονικά αντικείμενα ή χαρακτήρες συγκεντρώνουν και αναλύουν δεδομένα ώστε να αναπτύξουν υποθέσεις για ένα δεδομένο πρόβλημα. Η διαδικασία αυτή απαιτεί συνεχή αναστοχασμό και αναθεώρηση των όσων έχουν κατανοήσει (Barab et al., 2007). Παρομοίως, στο Appalachian Tycoon (Ye et al., 2007) όπου οι μαθητές πρέπει να μεγιστοποιήσουν τόσο τα οικονομικά όσο και τα περιβαλλοντικά κέρδη, απαιτείται αναστοχασμός των ενεργειών τους, καθώς οφείλουν να αντιμετωπίσουν μια κατάσταση, να ενεργήσουν και να σκεφτούν για το τι έκαναν (Jonassen, 1999). Στο ΕΕΠ της Cooper

(2007), οι χρήστες μπορούν να δουν τις συνέπειες που υπάρχουν στην υγεία τους από τις διάφορες επιλογές φαγητού. Η Ackermann (Ackermann, 1996) αναφέρει ότι για την μάθηση μέσω της εμπειρίας είναι απαραίτητο κανείς να αποστασιοποιηθεί στιγμιαία και να αναστοχαστεί σε αντικειμενικούς όρους. Η πρόταση αυτή της Ackermann χρησιμοποιείται από τους Marshall et al. (2005). Χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες καταγραφής και επεξεργασίας, οι μαθητές μεταφέρουν μέρος του γνωστικού τους φόρτου στο σύστημα (Marshall et al., 2005), έχοντας έτσι την ευκαιρία να βελτιώσουν τους διαλόγους που δημιούργησαν. Ομοίως, στο ΕΕΠ NICE (Roussos et al., 1999), όλες οι ενέργειες των μαθητών καταγράφονται και παράγεται ένα κείμενο το οποίο μπορούν να μελετήσουν όποτε επιθυμούν ώστε να κατανοήσουν τις συνέπειες που είχαν οι ενέργειές τους στην ανάπτυξη των φυτών.

1.7.5 Συζήτηση

Η παρούσα κριτική ανασκόπηση των εμπειρικών ερευνών στις εκπαιδευτικές εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας βασίστηκε σε 53 εμπειρικές μελέτες και κύριος στόχος της είναι να αναδείξει προοπτικές για την έρευνα πάνω στην εικονική πραγματικότητα στην εκπαίδευση.

Τα ευρήματα της ανασκόπησης παρέχουν μια εικόνα για τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά και τις μοναδικές ιδιότητες της εικονικής πραγματικότητας που συνεισφέρουν στην μάθηση, όπως επίσης και για το εκπαιδευτικό πλαίσιο και την θεωρητική παιδαγωγική προσέγγιση που ακολουθήθηκαν στις έρευνες που συμπεριλήφθησαν. Τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες της εικονικής πραγματικότητας, όπως και ο εποικοδομισμός ως η προτιμώμενη θεωρία μάθησης, που αναδείχθηκαν από την παρούσα ανασκόπηση βρίσκονται σε συμφωνία με τα συμπεράσματα που προέκυψαν σε παρόμοιες πρόσφατες έρευνες (Dalgarno & Lee, 2010; Lee et al., 2010).

Όσον αφορά στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, η πλειονότητα των ερευνών (33) πραγματοποιήθηκαν σε σχολικούς ή πανεπιστημιακούς χώρους και οι υπόλοιπες σε ερευνητικά εργαστήρια. Φαίνεται, ότι πλέον η εικονική πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία ώριμη και κατάλληλη για παιδαγωγική χρήση. Σαράντα (40) από τις 53 έρευνες αναφέρονται σε θέματα φυσικών επιστημών και μαθηματικών. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο καθώς η διδασκαλία και η μάθηση θεμάτων των θετικών επιστημών περιλαμβάνει διάφορους τομείς οι οποίοι μπορούν να επωφεληθούν από την χρήση τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας. Οι τομείς αυτοί αφορούν στην οργάνωση της πληροφοριών και της γνώσης, θέματα και έννοιες εκτός της καθημερινής εμπειρίας, έχουν πειραματική φύση, απαιτούν χωρική αντίληψη και προσανατολισμό, οπτική αντίληψη. Η κατάσταση είναι διαφορετική σε θέματα κοινωνικών – ανθρωπιστικών επιστημών. Οι ερευνητές αυτών των πεδίων δεν είναι συνήθως πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν ΤΠΕ για την διδασκαλία και τη μάθηση, ενώ τα υπό μελέτη θέματα διαφέρουν αρκετά από αυτά των θετικών επιστημών. Ακόμη και σε αυτή την περίπτωση

όμως, η ανασκόπηση έδειξε ότι οι ερευνητές του πεδίου των ανθρωπιστικών επιστημών έχουν εκτιμήσει την εκπαιδευτική αξία της εικονικής πραγματικότητας και σε 13 έρευνες οι μαθησιακοί στόχοι έχουν ενσωματωθεί σε εικονικά περιβάλλοντα ενός ή πολλών χρηστών, μέσω της σχεδίασης κατάλληλων χωρικών αναπαραστάσεων. Φαίνεται ότι οι ερευνητές των ανθρωπιστικών και κοινωνικών επιστημών χρησιμοποιούν τα εικονικά περιβάλλοντα για να αντικαταστήσουν την στείρα «μετάδοση της γνώσης» σε οικοδόμηση της γνώσης από τους μαθητές, με βάση το πλαίσιο και το περιεχόμενο στο οποίο πρόκειται να εφαρμοστεί και να παρέχουν μαθησιακά περιβάλλοντα βασισμένα σε πραγματικές καταστάσεις.

Τα βασικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας είναι τα πολυαισθητηριακά κανάλια αλληλεπίδρασης και η εμβύθιση. Αν και τα συστήματα ΕΠ υποστηρίζουν πολυαισθητηριακά κανάλια αλληλεπίδρασης, οι οπτικές αναπαραστάσεις υπερिशύουν. Σε 12 έρευνες έχουν προστεθεί ηχητικά ερεθίσματα, ιδιαίτερα σε όσες γίνεται χρήση εικονικών περιβαλλόντων πολλών χρηστών. Τα συστήματα αφής θεωρούνται ακόμη μεγάλου κόστους και δύσκολα στην χρήση και χρησιμοποιούνται μόνο σε 4 έρευνες, στις οποίες τα υπό μελέτη θέματα ανήκουν στον τομέα των φυσικών επιστημών. Ο πειραματικός χαρακτήρας των θεμάτων και η ανάγκη για άμεσο και φυσικό χειρισμό των αντικειμένων προάγει την χρήση απτικών συστημάτων. Αν και παρόμοια συστήματα χρησιμοποιούνται σε άλλες εφαρμογές ΕΠ (π.χ. χειρουργικές επεμβάσεις, μηχανική) η χρήση τους στην τυπική εκπαίδευση δεν προβλέπεται να επεκταθεί άμεσα. Παρόμοια είναι η κατάσταση και για τα συστήματα όσφρησης που χρησιμοποίησαν οι Richard et al. (2006) και Tijou et al. (2006) στις πιλοτικές μελέτες με ΕΕΠ που αφορούν σε θέματα χημείας. Τα πολυαισθητηριακά κανάλια μπορούν να κατευθύνουν την προσοχή των μαθητών και να ενισχύσουν την ποιότητα της μάθησης και την εμπειρία της αλληλεπίδρασης, αλλά θα πρέπει η χρήση τους να γίνεται με προσοχή ως προς το πότε και το πώς θα χρησιμοποιηθούν για να υποστηρίξουν διαφορετικές μαθησιακές δραστηριότητες και διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες (Salzman et al., 1999).

Η διαισθητική αλληλεπίδραση είναι ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, ιδιαίτερα για όσα αναφέρονται σε θέματα φυσικών επιστημών. Η εικονική πραγματικότητα θεωρείται η μοναδική τεχνολογία έως σήμερα η οποία υποστηρίζει την διαισθητική αλληλεπίδραση μέσω της χρήσης ειδικών περιφερειακών συσκευών και συστημάτων, ωστόσο τα ευρήματα της παρούσας ανασκόπησης των ΕΕΠ δεν δίνουν σαφή θετικά αποτελέσματα. Βέβαια, σε λίγες μελέτες γίνεται χρήση συστημάτων που ενισχύουν την διαισθητική αλληλεπίδραση και απαιτείται περισσότερη έρευνα στον συγκεκριμένο τομέα. Τα ευρήματα της ανασκόπησης είναι σύμφωνα με αυτά της Papastergiou (2009) στην ανασκόπησης της για τις δυνατότητες που προσφέρουν οι υπολογιστές και τα video games στην εκπαίδευση σε θέματα υγείας και στην φυσική αγωγή. Καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα παιχνίδια με τυπικές διεπαφές,

όπως πληκτρολόγιο, ποντίκι και χειριστήρια είναι αποτελεσματικά για την απόκτηση γνώσεων ενώ τα παιχνίδια στα οποία γίνεται χρήση συσκευών αλληλεπίδρασης όπως πλατφόρμες κίνησης και απτικές συσκευές είναι ελκυστικά για τους χρήστες και δίνουν κίνητρο για την προαγωγή της φυσικής κατάστασης.

Η εμπύθιση, ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό των τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας προκύπτει από την εμπλοκή περισσοτέρων του ενός αντιληπτικών καναλιών, π.χ. οπτικό, ηχητικό απτικό, μέσω της χρήσης ειδικών περιφερειακών συσκευών. Αν και υπάρχουν συστήματα εμπύθισης προσιτά οικονομικά ακόμη και από τα σχολεία, μόνο σε 16 έρευνες που συμπεριλήφθησαν στην παρούσα ανασκόπηση χρησιμοποιήθηκαν τέτοια συστήματα. Τα αποτελέσματα της χρήσης ΕΕΠ εμπύθισης κρίνονται θετικά τόσο ως προς τη μάθηση όσο και ως προς την στάση των μαθητών απέναντί τους. Ο Dede (2009) υποστηρίζει τα παραπάνω αποτελέσματα και σημειώνει ότι η εμπύθιση μπορεί να ενισχύσει την μάθηση τουλάχιστον με τρεις τρόπους: επιτρέποντας τις πολλαπλές αναπαραστάσεις, μέσω της εγκαθιδρυμένης μάθησης και της μεταφοράς γνώσης. Η πρόταση αυτή υποδηλώνει επίσης ότι ο εποικοδομισμός είναι η προτιμότερη παιδαγωγική προσέγγιση των ΕΕΠ. Στο ίδιο άρθρο, ο Dede συστήνει περαιτέρω έρευνα πάνω στις δυνατότητες των συστημάτων εμπύθισης για την μάθηση, στον διδακτικό σχεδιασμό που ταιριάζει σε κάθε τύπο συστήματος εμπύθισης, καθώς και στις μαθησιακές δυνατότητες και προτιμήσεις που αναπτύσσουν οι χρήστες τέτοιων συστημάτων. Η πρόταση αυτή, επίσης υποδηλώνει ότι τα χαρακτηριστικά των χρηστών, όπως π.χ. το μαθησιακό στυλ, η πρότερη γνώση ως προς το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος, το φύλο και η ηλικία, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μάθηση μέσω ΕΕΠ. Γεγονός είναι , όπως ανέδειξε και η παρούσα ανασκόπηση, ότι τα χαρακτηριστικά των χρηστών δεν έχουν μελετηθεί ιδιαίτερα. Επιπλέον, διαφαίνεται η ανάγκη για νέες μεθόδους αξιολόγησης των μαθησιακών αποτελεσμάτων από την χρήση ΕΕΠ, που θα διαφέρουν από τα τυπικά τεστ με μολύβι και χαρτί. Ίσως μια παράμετρος που θα μπορούσε να μελετηθεί να είναι η αξιολόγηση εντός του ΕΕΠ, μέσω π.χ. της απόδοσης σε δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος.

Οι μοναδικές ιδιότητες της εικονικής πραγματικότητας που συνεισφέρουν στην μάθηση είναι η εμπειρία πρώτου προσώπου, η οποία προκύπτει από την ελεύθερη πλοήγηση και την οπτική γωνία πρώτου προσώπου, η φυσική σημαντική, η κλίμακα χώρου και χρόνου, η μετατροπή, η πραγμάτωση, η αυτονομία και η αίσθηση της παρουσίας.

Η βασική ιδιότητα της εμπειρίας πρώτου προσώπου ακολουθείται από όλα τα άρθρα που συμπεριλήφθησαν στην ανασκόπηση. Φαίνεται ότι οι ερευνητές εκμεταλλεύονται την συγκεκριμένη ιδιότητα στην σχεδίαση μαθητοκεντρικών μαθησιακών δραστηριοτήτων. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένδειξη ότι η ΕΠ είναι ίσως η τεχνολογία της οποίας τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα προάγουν την οικοδόμηση της γνώσης. Η φυσική σημαντική διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο σε αυτό το γεγονός καθώς

αποφεύγεται η χρήση αφηρημένων συμβόλων. Η φυσική σημαντική επιτρέπει την αναπαράσταση μιας αφηρημένης έννοιας, π.χ. ένα άτομο ή ένα ηλεκτρικό πεδίο, όπως επίσης και μιας σκηνής που είναι αδύνατον να αναπαρασταθεί στην πραγματικότητα, π.χ. μια αρχαία πόλη. Η εμπειρία πρώτου προσώπου και η φυσική σημαντική είναι δύο από τις ιδιότητες που ενισχύουν την αίσθηση της παρουσίας σε ένα ΕΕΠ.

Η κλίμακα χώρου και χρόνου, η μετατροπή, η πραγμάτωση και η αυτονομία αποτελούν ιδιότητες που χρησιμοποιούνται όταν είναι απαραίτητο και επιτρέπουν στους μαθητές να βιώσουν φαινόμενα και καταστάσεις εκτός της καθημερινής εμπειρίας και συνεισφέρουν στη δημιουργία ή την ενίσχυση νοητικών μοντέλων για την οικοδόμηση της γνώσης. Η αυτονομία φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στα εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών, στα οποία η «δράση» πρέπει να συνεχίζεται ακόμη και αν δεν είναι όλοι οι συμμετέχοντες παρόντες ταυτόχρονα στον ίδιο χώρο του εικονικού περιβάλλοντος.

Η αίσθηση της παρουσίας φαίνεται να παίζει ρόλο στα ΕΕΠ. Τα ευρήματα της κριτικής θεώρησης των εμπειρικών ερευνών δείχνουν ότι η αίσθηση της παρουσίας ίσως συνεισφέρει σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, αλλά το γεγονός αυτό δεν προκύπτει ξεκάθαρα. Οι Whitelock, Romano, Jelfs, & Brna (2000), στα πρώτα τους πειράματα για την αίσθηση της παρουσίας στα ΕΕΠ, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ένα υψηλό επίπεδο παρουσίας αποτελεί κίνητρο για τους χρήστες, αλλά θα μπορούσε να αποσπάσει την προσοχή τους και να οδηγήσει σε γνωστική υπερφόρτωση, αν ο στόχος είναι η εννοιολογική κατανόηση. Στο ίδιο άρθρο οι συγγραφείς σημειώνουν ότι η κοινωνική παρουσία ενισχύει την αίσθηση της ομαδικής εργασίας. Το 2003, οι Selverian & Hwang στην κριτική τους ανασκόπηση με θέμα την αίσθηση της παρουσίας και την μάθηση, η οποία περιελάμβανε 17 εμπειρικές μελέτες, αναφέρουν ότι οι περισσότερες από τις μελέτες απέτυχαν να συνδέσουν την χωρική και την κοινωνική παρουσία με την επίτευξη μαθησιακών στόχων (Selverian & Hwang, 2003). Η παρούσα ανασκόπηση έδειξε ότι τουλάχιστον 12 από τις 53 έρευνες που συμπεριλήφθησαν συνδέουν θετικά την παρουσία με την μάθηση.

Στην βιβλιογραφία, οι όροι παρουσία και εμπύθιση χρησιμοποιούνται συχνά σαν να ταυτίζονται μεταξύ τους. Στην παρούσα εργασία, η εμπύθιση είναι το αποτέλεσμα την εμπλοκής περισσότερων του ενός αντιληπτικών καναλιών και όχι μια υποκειμενική εμπειρία, όπως αναφέρει ο Dede (2009). Η αίσθηση της παρουσίας είναι μια υποκειμενική εμπειρία, ο λόγος για τον οποίο οι μαθητές μπορούν να νιώθουν ψυχολογικά παρόντες σε ένα ΕΕΠ (Bailenson et al., 2008). Οι Bailenson et al. (2008) πιστεύουν ότι ένα σύστημα εμπύθισης αυξάνει τα επίπεδα της αίσθησης παρουσίας ενώ κατά την άποψή μας, τόσο τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, όπως η εμπύθιση, όσο και ατομικά χαρακτηριστικά των χρηστών, όπως η ηλικία, το φύλο, η εμπειρία χρήσης υπολογιστών, ψυχολογικοί παράγοντες, γνωστικά και μαθησιακά συλ δύνανται να

επηρεάσουν την αίσθηση της παρουσίας και πρέπει να μελετηθούν σε σχέση με τα μαθησιακά αποτελέσματα. Στη συνέχεια, ανάλογα με τα αποτελέσματα των παραπάνω μελετών, μπορούμε να οδηγηθούμε σε προσαρμοσμένα ΕΕΠ, στα οποία ο κάθε μαθητής θα επιλέγει τους παράγοντες που επηρεάζουν την αίσθηση της παρουσίας, τους προσωπικούς μαθησιακούς στόχους και το είδος των μαθησιακών δραστηριοτήτων που επιθυμεί να ολοκληρώσει σε ένα εποικοδομιστικό μαθησιακό περιβάλλον.

Το παιδαγωγικό μοντέλο στο οποίο βασίζεται ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον ορίζει τις μαθησιακές δραστηριότητες και τον ρόλο των εκπαιδευτών και των εκπαιδευόμενων. Ο εποικοδομισμός είναι το θεωρητικό μοντέλο που ακολουθούν τα περισσότερα μαθησιακά περιβάλλοντα βασισμένα σε υπολογιστή. Αυτό συμβαίνει σε όλες σχεδόν τις έρευνες που συμπεριλήφθησαν στην παρούσα ανασκόπηση. Σε κάποια από τα άρθρα δηλώνεται ξεκάθαρα το θεωρητικό μοντέλο στο οποίο βασίστηκαν και το μοντέλο αυτό επαληθεύεται από τις αρχές που ακολουθήθηκαν για την σχεδίαση των ΕΕΠ, όπως και από τις μαθησιακές δραστηριότητες που κλήθηκαν να ολοκληρώσουν οι συμμετέχοντες. Στην πλειονότητα των άρθρων φαίνεται να ακολουθείται ο εποικοδομισμός, όπως φαίνεται από τα χαρακτηριστικά των ΕΕΠ. Βέβαια, δεν ενσωματώνουν όλα τα ΕΕΠ όλες τις αρχές του εποικοδομισμού, αλλά τα περισσότερα συνδυάζουν περισσότερες από μια αρχές.

Όλα τα ΕΕΠ παρουσιάζουν στους χρήστες αυθεντικές δραστηριότητες οι οποίες επιτρέπουν την οικοδόμηση της γνώσης με βάση το πλαίσιο και το περιεχόμενο στο οποίο πρόκειται να εφαρμοστεί. Φαίνεται ότι οι 3D αναπαραστάσεις και οι εμπειρίες πρώτου προσώπου παρέχουν τα κατάλληλα περιβάλλοντα που ενθαρρύνουν τέτοιου είδους δραστηριότητες.

Σχεδόν όλα τα ΕΕΠ παρέχουν πολλαπλές αναπαραστάσεις της πραγματικότητας. Οι τεχνολογίες ΕΠ αποτελούν το υπόβαθρο για την υλοποίηση των πολλαπλών αναπαραστάσεων με διάφορους τρόπους, όπως π.χ. διαφορετικές οπτικές γωνίες, απτική ανατροφοδότηση, πολυμεσικό περιεχόμενο, στρατηγικές συνεργασίας, υποστηρίζοντας έτσι μαθητές με διαφορετικά μαθησιακά στυλ.

Για παράδειγμα, οι διαφορετικές οπτικές γωνίες στους Bakas & Mikropoulos (2003) συνεισφέρουν στις πολλαπλές αναπαραστάσεις της πραγματικότητας επιτρέποντας στους μαθητές να παρατηρήσουν πλανητικά φαινόμενα από το διαστημόπλοιο και τον ήλιο. Στο Johnson et al. (1999) κάθε παιδί παίρνει 2 ρόλους κατά την αλληλεπίδραση με το ΕΕΠ, αστροναύτης και ελεγκτής της αποστολής, ώστε να κατανοήσει ότι η γη είναι σφαιρική και τις συνέπειες του γεγονότος αυτού. Στο ΕΕΠ NewtonWorld (Dede et al., 1999), οι μαθητές μπορούν να αλλάξουν την οπτική τους γωνία καθώς μετατρέπονται είτε σε μια μπάλα που κινείται σε διάδρομο είτε σε έναν παρατηρητή, έχοντας με τον τρόπο αυτό πολλαπλές αναπαραστάσεις των φαινομένων που μελετώνται. Επιπλέον, οι πολλαπλές αναπαραστάσεις των μαθητών ενισχύονται από την αίσθηση της δυναμικής

ενέργειας μέσω απτικής αλληλεπίδρασης. Χρήση της απτικής αλληλεπίδρασης γίνεται και στο ΕΕΠ των Sato et al. (2008), στο οποίο οι μαθητές αισθάνονται την ενέργεια Van der Waals στα μόρια του νερού. Το πολυμεσικό περιεχόμενο βοηθά τους χρήστες του ΕΕΠ EIKON να συνδυάσουν πληροφορίες που συγκεντρώνουν τόσο από τα εικονικά αντικείμενα όσο και από τη βάση δεδομένων ώστε να κατανοήσουν την εξέλιξη και την λειτουργία της γεωργικής τεχνολογίας (Kameas et al., 2000).

Τα ΕΕΠ υποστηρίζουν επίσης την συνεργατική οικοδόμηση γνώσης μέσω κοινωνικής διαπραγμάτευσης και ενθαρρύνουν διαδικασίες αναστοχασμού. Ο αναστοχασμός ωφελεί την μαθησιακά διαδικασία, αλλά απαιτείται περισσότερη έρευνα στον τομέα των ΕΕΠ (Lee et al., 2010). Η συνεργασία δεν περιορίζεται μόνο ανάμεσα στους συμμετέχοντες ενός ΕΕΠ, αλλά οι τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας μέσω των εικονικών περιβαλλόντων πολλών χρηστών, προσφέρουν την δυνατότητα για συνεργασία και κοινωνική διαπραγμάτευση ανάμεσα σε συμμετέχοντες και εικονικούς χαρακτήρες. Οι εικονικοί χαρακτήρες μπορούν να είναι είτε αναπαραστάσεις των άλλων συμμετεχόντων είτε συνθετικοί χαρακτήρες του περιβάλλοντος. Τα θετικά ευρήματα της παρούσας ανασκόπησης συμπίπτουν με αυτά των Bailenson et al. (2008), οι οποίοι αναφέρουν ότι η παρουσία εικονικών χαρακτήρων είναι ένας από τους παράγοντες που μπορούν να επιδράσουν στην μάθηση.

Τα ευρήματα της ανασκόπησης είναι σε συμφωνία με το μοντέλο μάθησης σε 3D εικονικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που προτείνεται από τους Dalgarno & Lee (2010) και στο οποίο ενσωματώνονται οι μοναδικές ιδιότητες της ΕΠ και οι προσφερόμενες δυνατότητες για μάθηση. Λαμβάνοντας υπόψη τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας, οι συγγραφείς προτείνουν πέντε δυνατότητες για μάθηση μέσω ΕΕΠ: αναπαράσταση χωρικής γνώσης, εμπειρική μάθηση (experiential learning), προσήλωση (engagement), εμπλατισμένη μάθηση (contextual learning) και συνεργατική μάθηση. Οι δυνατότητες αυτές, υποδηλώνουν τις επτά αρχές του εποικοδομισμού, οι οποίες ακολουθούνται σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό από τους ερευνητές των άρθρων που συμπεριλήφθησαν στην ανασκόπηση.

Το ερώτημα που προκύπτει από τις αρχές του εποικοδομισμού που ακολούθησαν οι ερευνητικές ομάδες στις μελέτες τους, είναι αν οι συγγραφείς ενσωματώνουν τις αρχές αυτές σε ένα εποικοδομιστικό μοντέλο ή απλώς εκμεταλλεύονται τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες της ΕΠ ώστε να υλοποιήσουν μαθησιακές δραστηριότητες στα ΕΕΠ. Το συμπέρασμα της παρούσας κριτικής θεώρησης είναι παρόμοιο με αυτό των Higgins & Spitulink (2008) στην κριτική θεώρησή τους ως προς την χρήση της τεχνολογίας από τους εκπαιδευτικούς στην διδασκαλία θεμάτων των θετικών επιστημών, δηλαδή παρά τις δυνατότητες που παρέχει η τεχνολογία για την χρήση της στην διδασκαλία, οι εκπαιδευτικοί τείνουν να χρησιμοποιούν τις νέες τεχνολογίες για να υποστηρίξουν ήδη

υπάρχουσες πρακτικές παρά για να αναπτύξουν νέες μεθόδους κατάλληλες για τις δυνατότητες που προσφέρει η χρήση τεχνολογιών στην εκπαίδευση.

Από τα αποτελέσματα της ανασκόπησης προκύπτει ότι τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί έχουν θετική στάση απέναντι στην χρήση τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας στην εκπαιδευτική πράξη και η χρήση ΕΕΠ βοηθά στην κατανόηση εννοιών και στην απόρριψη παρανοήσεων των μαθητών. Ωστόσο, η σημαντικότερη συνεισφορά της ανασκόπησης είναι οι μελλοντικές προοπτικές για έρευνα στα ΕΕΠ που φέρνει στο φως. Τα συστήματα ΕΠ ίσως δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν σε μια αίθουσα διδασκαλίας, αλλά καθώς τα ΕΕΠ έχουν γίνει κοινός τόπος, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε πώς θα ενισχύσει την μαθησιακή διαδικασία (Bailenson et al., 2008).

Συμπεράσματα για την διατήρηση της γνώσης που αποκτήθηκε κατά την αλληλεπίδραση με ένα ΕΕΠ δεν μπορούν να εξαχθούν. Μακροχρόνιες μελέτες που θα πραγματοποιηθούν στα σχολεία, με μεγάλο δείγμα και σε διάφορα επιστημονικά πεδία είναι απαραίτητες για να μελετηθεί η δυνατότητα διατήρησης της αποκτούμενης γνώσης, κάτι που προτείνεται και από άλλους ερευνητές (Hew & Cheung, 2010).

Χαρακτηριστικά της ΕΠ, όπως η εμπύθιση, και οι μοναδικές της ιδιότητες, ειδικά η αίσθηση της παρουσίας, είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες που συνεισφέρουν στην μάθηση μέσω ΕΕΠ και απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση. Παράγοντες που συνδέονται με την παρουσία, όπως π.χ. παράγοντες αντίληψης, ατομικά χαρακτηριστικά, χαρακτηριστικά του περιεχομένου, κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο φαίνεται να είναι βασικοί παράγοντες για την μάθηση μέσω ΕΕΠ, και δεν έχουν μελετηθεί ενδελεχώς από το 2003 (Mantovani & Castelnuovo, 2003).

Στην παρούσα ανασκόπηση φαίνεται ότι τα εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών ή αλλιώς τα συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα αποκτούν σημαντική θέση στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η συνεργασία σε ένα τέτοιο περιβάλλον μπορεί να συμβεί μεταξύ των συμμετεχόντων ή και μεταξύ των συμμετεχόντων και εικονικών χαρακτήρων. Επομένως, η χρήση εικονικών συνθετικών χαρακτήρων στην εκπαιδευτική πράξη είναι ένας τομέας στον οποίον απαιτείται περαιτέρω έρευνα, όπως σημειώνεται και από τους Hew & Cheung (2010). Εικονικοί χαρακτήρες, οι οποίοι θα αναπαράγουν τις εκφράσεις του προσώπου ή τις κινήσεις του σώματος των χρηστών και θα αναπτύσσονται διανοητικά παράλληλα με τους χρήστες έχουν προταθεί σε πρόσφατες έρευνες (Holmes, 2007; Vrellis, Papachristos, Bellou, Avouris, & Mikropoulos, 2010).

Η μεθοδολογία της εκπαιδευτικής έρευνας στα ΕΕΠ είναι επίσης ένα θέμα που απαιτεί περαιτέρω έρευνα. Πιθανόν, οι κλασικές μέθοδοι των τεστ με «μολύβι και χαρτί» να μην είναι κατάλληλες για την αξιολόγηση της γνώσης που αποκτήθηκε κατά την αλληλεπίδραση με ένα ΕΕΠ (Minogue et al., 2006; Roussos et al., 1999). Είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν μεθοδολογίες αξιολόγησης κατά την αλληλεπίδραση με το ΕΕΠ, κάτι

που προτείνεται και από τους Minogue et al. (2006) και τους Sato et al. (2008), ώστε να εκτιμηθεί η προστιθέμενη αξία της χρήσης εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση.

Συνοψίζοντας, η παρούσα κριτική θεώρηση είναι σε συμφωνία με την πρόταση των Dalgarno & Lee (2010) ότι απαιτείται συστηματική προσπάθεια και περισσότερες εμπειρικές έρευνες ώστε να αποδειχθεί ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να αξιοποιηθούν παιδαγωγικά τα χαρακτηριστικά και οι μοναδικές ιδιότητες των ΕΕΠ.

Τέλος, ανεξάρτητα από τα παραπάνω θέματα για περαιτέρω έρευνα, μέσω της παρούσας ανασκόπησης έγινε φανερό ότι κάθε ΕΕΠ πρέπει να ενσωματωθεί σε ένα καλά σχεδιασμένο εκπαιδευτικό πλαίσιο, το οποίο θα ακολουθεί μια θεωρητική προσέγγιση και συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς στόχους. Η ανάγκη για μια προσέγγιση νοηματοδοτημένη και στοχοθετημένη έχει προταθεί από το 2003 από τους Mantovani & Castelnuovo (2003) και παραμένει ακόμη απαίτηση (Dede, 2009).

1.8 Σύνοψη

Η εικονική πραγματικότητα αξιοποιείται παιδαγωγικά μέσω των τεχνολογικών χαρακτηριστικών της εμπύθισης του χρήστη σε ένα 3D εικονικό περιβάλλον και της διαισθητικής αλληλεπίδρασης με φυσικούς χειρισμούς σε πραγματικό χρόνο μέσω πολυαισθητήριων καναλιών αλληλεπίδρασης. Από τα προαναφερθέντα τεχνολογικά χαρακτηριστικά προκύπτουν και οι μοναδικές ιδιότητες της ελεύθερης πλοήγησης, της οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου, της φυσικής σημαντικής, της κλίμακας χώρου και χρόνου, της μετατροπής, της πραγμάτωσης, της αυτονομίας και της αίσθησης της παρουσίας, οι οποίες συνεισφέρουν σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Η αίσθηση της παρουσίας αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης με οποιοδήποτε διαμεσολαβούμενο περιβάλλον και περιγράφεται ως η ψυχολογική κατάσταση κατά την οποία ο χρήστης βιώνει την εικονική εμπειρία ως πραγματική. Τεχνολογικοί παράγοντες, χαρακτηριστικά του περιεχομένου του εικονικού κόσμου καθώς και ατομικά χαρακτηριστικά μπορούν να επηρεάσουν τα επίπεδα αίσθησης της παρουσίας ενός χρήστη που βιώνει μια εικονική εμπειρία.

Η εκτενής κριτική επισκόπηση των εμπειρικών ερευνών που αναφέρονται σε θέματα εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων έδειξε ότι η εικονική πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία ώριμη και κατάλληλη για παιδαγωγική χρήση. Ο εποικοδομισμός είναι το θεωρητικό μοντέλο που ακολουθούν τα περισσότερα ΕΕΠ ενώ τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί έχουν θετική στάση απέναντι στην χρήση τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Στις εμπειρικές έρευνες που συμπεριλήφθησαν στην ανασκόπηση μελετώνται κυρίως τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας που μπορούν να συνεισφέρουν στη μάθηση, ενώ τα χαρακτηριστικά των χρηστών δεν έχουν μελετηθεί ιδιαίτερα. Η αίσθηση της παρουσίας φαίνεται να παίζει ρόλο στα ΕΕΠ. Τα ευρήματα της κριτικής θεώρησης των εμπειρικών ερευνών

δείχνουν ότι η αίσθηση της παρουσίας ίσως συνεισφέρει σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, αλλά το γεγονός αυτό δεν προκύπτει ξεκάθαρα. Απαιτείται επομένως συστηματική προσπάθεια και περισσότερες εμπειρικές έρευνες ώστε να αποδειχθεί ο ρόλος των χαρακτηριστικών της εικονικής πραγματικότητας και των χρηστών στη διαμόρφωση της αίσθησης της παρουσίας και στην επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων κατά την αλληλεπίδραση με ένα εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον. Επίσης, εμπειρικές έρευνες απαιτούνται για τη διερεύνηση της συνεισφοράς της αίσθησης της παρουσίας σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Την ανάγκη αυτή προσπαθεί να καλύψει η παρούσα διδακτορική διατριβή.

2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

2.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με μια έρευνα ευρείας κλίμακας (Mikropoulos & Natsis, 2011) η συντριπτική πλειονότητα των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων αναφέρονται σε θέματα θετικών επιστημών και τεχνολογίας σε αντίθεση με όσα αναφέρονται σε θέματα κοινωνικών ή ανθρωπιστικών επιστημών. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα θέματα με τα οποία ασχολούνται οι φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά αναφέρονται σε κλίμακες χώρου και χρόνου, οι οποίες είναι δύσκολο να γίνουν αντιληπτές. Επίσης μπορούν να αφορούν σε αφηρημένες έννοιες και φυσικούς νόμους δύσκολους στην κατανόηση. Τα θέματα αυτά συχνά έχουν πειραματική φύση και απαιτούν υψηλές χωρικές και νοητικές ικανότητες, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η δημιουργία κατάλληλων νοητικών μοντέλων των μαθητών. Από την άλλη μεριά, ο τομέας των ανθρωπιστικών επιστημών, στον οποίο αφηρημένες ιδέες και καταστάσεις είναι συχνό φαινόμενο, αποτελεί πρόκληση για τη σχεδίαση μαθησιακών περιβαλλόντων βασισμένων σε υπολογιστή. Παράλληλα, τα τελευταία χρόνια έχουν αναγνωριστεί οι δυνατότητες που παρέχουν τα εργαλεία Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση για θέματα πολιτισμικής κληρονομιάς. Σύμφωνα με τις Ott & Rozzi (2011) οι ΤΠΕ αφενός προσφέρουν την δυνατότητα για ευκολότερη πρόσβαση και προβολή αντικειμένων πολιτισμικής κληρονομιάς και αφετέρου εμπλουτίζουν και βελτιώνουν την εκπαίδευση σε θέματα πολιτισμικής κληρονομιάς με την υιοθέτηση καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας και μάθησης. Οι τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας μπορούν να συνεισφέρουν, ιδιαίτερα, σε θέματα πολιτισμικής κληρονομιάς τα οποία σχετίζονται με κλίμακες χώρου και χρόνου οι οποίες γίνονται δύσκολα αντιληπτές, όπως επίσης και με θέματα χωρικών αναπαραστάσεων.

Διδασκαλία θεμάτων που άπτονται της αρχαίας ελληνικής τέχνης, και ειδικότερα της αρχαίας ελληνικής αγγειογραφίας, υπάρχουν στα προγράμματα σπουδών ιστορίας της τετάρτης δημοτικού, της πρώτης γυμνασίου και της πρώτης λυκείου. Παράλληλα, διάφορα εκπαιδευτικά προγράμματα έχουν υλοποιηθεί σε μουσεία. Ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής: «Κεραμική: ένα όχημα για ταξίδι στο χρόνο» της ΚΕ' Εφορείας Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων (ΕΠΚΑ) και «Η ιστορία ενός αγγείου» της ΙΗ' ΕΠΚΑ.

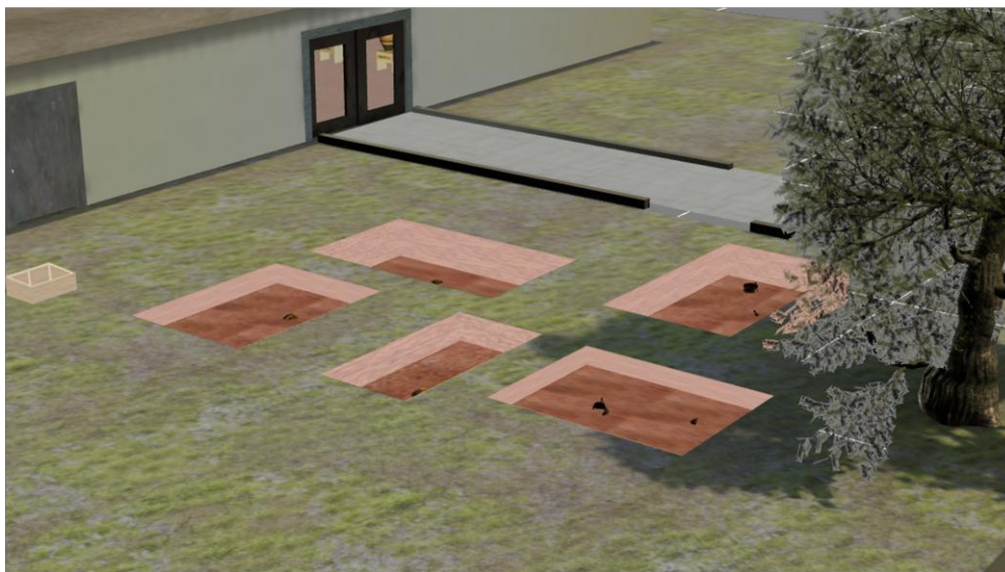
Για τους προαναφερόμενους λόγους, στόχος του εικονικού περιβάλλοντος που δημιουργήθηκε στην παρούσα εργασία είναι η ενημέρωση των χρηστών για θέματα που άπτονται της τέχνης της αγγειοπλαστικής στην Αρχαία Ελλάδα. Συγκεκριμένα, μετά την επίσκεψη στο εικονικό περιβάλλον οι χρήστες πρέπει να είναι σε θέση να διακρίνουν τους τρεις βασικούς ρυθμούς διακόσμησης αγγείων (γεωμετρικό, ερυθρόμορφο και μελανόμορφο), να διακρίνουν τα διάφορα είδη αγγείων που τους παρουσιάστηκαν (αμφορέας, σκύφος, λήκυθος, πινάκιο, κρατήρας, υδρία), καθώς και τις χρήσεις τους (αποθηκευτικά αγγεία, πόσης, ελαιοδοχεία, επιτραπέζια, μείξης οίνου με νερό, μεταφοράς νερού).

Δημιουργήθηκε ο χώρος μιας ανασκαφής στον οποίο αρχικά οι χρήστες επισκέπτονται την συλλογή με τα αρχαιοελληνικά αγγεία (Σχήμα 2.1). Περιηγούνται στη συλλογή συλλέγοντας πληροφορίες, με τη βοήθεια ενός εικονικού ξεναγού. Για κάθε αγγείο πληροφορούνται το όνομά του, τη χρήση του, το ρυθμό διακόσμησης στον οποίο ανήκει, τα βασικά χαρακτηριστικά του ρυθμού διακόσμησης καθώς και τη χρονική περίοδο που επικράτησε ο κάθε ρυθμός. Σε κάθε αγγείο οι χρήστες μπορούν να πλησιάσουν όσο κοντά επιθυμούν, να το σηκώσουν, να το περιστρέψουν και να το μεταφέρουν ώστε τοποθετώντας το δίπλα σε ένα άλλο αγγείο να παρατηρήσουν ομοιότητες και διαφορές.



Σχήμα 2.1: Συλλογή αρχαιοελληνικών αγγείων

Στη συνέχεια μπορούν να μεταβούν στον εξωτερικό χώρο όπου τους ζητείται, από έναν άλλο εικονικό χαρακτήρα, να συγκεντρώσουν κομμάτια αγγείων ερυθρόμορφου και γεωμετρικού ρυθμού τα οποία βρίσκονται στην ανασκαφή (Σχήμα 2.2).



Σχήμα 2.2: Ο εξωτερικός χώρος της ανασκαφής

Τέλος, μεταβαίνουν στην αποθήκη όπου τους ζητείται να τοποθετήσουν τα αγγεία που βρίσκονται στο μέσο της αποθήκης στα αντίστοιχα βάθρα τα οποία έχουν ταμπέλες με τα ονόματα των αγγείων (Σχήμα 2.3).



Σχήμα 2.3: Αποθήκη αγγείων

Η σχεδίαση του Εκπαιδευτικού Εικονικού Περιβάλλοντος βασίστηκε στις επτά αρχές του εποικοδομισμού του Jonassen (1994), οι οποίες παρουσιάζονται στο προηγούμενο κεφάλαιο. Το ΕΕΠ αναπαριστά έναν χώρο ανασκαφής, στον οποίο οι χρήστες καλούνται να αναλάβουν τον ρόλο του επισκέπτη της συλλογής με τα αγγεία. Στη συνέχεια εμπλέκονται σε αυθεντικές δραστηριότητες, αναλαμβάνοντας τον ρόλο του εργαζόμενου στον χώρο της ανασκαφής. Αρχικά ο χρήστης πρέπει να περιηγηθεί στην ανασκαφή και να συγκεντρώσει κομμάτια αγγείων συγκεκριμένων ρυθμών (Σχήμα 2.4).



Σχήμα 2.4: Χώρος ανασκαφής, επιλογή κομματιού αγγείου

Μόλις ολοκληρώσει την δραστηριότητα πρέπει να μεταβεί στην αποθήκη όπου θα πρέπει να ταξινομήσει αγγεία που έχουν βρεθεί στην ανασκαφή (Σχήμα 2.5).



Σχήμα 2.5: Αποθήκη, τοποθέτηση αγγείων σε βάθρα

Έτσι, η οικοδόμηση της γνώσης πραγματοποιείται με βάση το πλαίσιο και το περιεχόμενο στο οποίο πρόκειται να εφαρμοστεί. Για κάθε επιλογή αγγείου στις δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ ένας εικονικός χαρακτήρας ενημερώνει τον χρήστη για το σωστό ή λάθος της επιλογής και ο χρήστης μπορεί να αλλάξει την επιλογή του όσες φορές το επιθυμεί. Όταν ο χρήστης τοποθετεί ένα κομμάτι αγγείου στο καλάθι στον χώρο της ανασκαφής μπορεί να δει τα υπόλοιπα κομμάτια αγγείων που είχαν επιλεγεί

σωστά, δηλαδή τα κομμάτια γεωμετρικού και ερυθρόμορφου ρυθμού. Αν ο εικονικός χαρακτήρας τον ενημερώσει ότι η επιλογή του δεν είναι σωστή και έχει επιλέξει κομμάτι αγγείου μελανόμορφου ρυθμού έχει την δυνατότητα να συγκρίνει και να κατανοήσει τους λόγους για τους οποίους πραγματοποίησε το λάθος. Αν η επιλογή του είναι σωστή, ο εικονικός χαρακτήρας τον ενημερώνει για το αν είναι ερυθρόμορφου ή γεωμετρικού ρυθμού. Αντίστοιχα, στην αποθήκη της ανασκαφής, ο χρήστης όταν τοποθετεί ένα αγγείο πάνω στο βάθρο ενημερώνεται για το αν η επιλογή του είναι σωστή. Με τον τρόπο αυτό δίνεται μια στους χρήστες η δυνατότητα να αναστοχαστούν πάνω στις πληροφορίες που απέκτησαν κατά την επίσκεψη στην συλλογή με τα αγγεία και να ανακαλέσουν τις πληροφορίες αυτές ή να αναπτύξουν τεχνικές για τον διαχωρισμό των ρυθμών διακόσμησης και των ονομάτων των αγγείων.

Βασικό στόχο της σχεδίασης και της ανάπτυξης του ΕΕΠ αποτέλεσε η ενίσχυση του ρεαλισμού. Για τον λόγο αυτό διατηρήθηκαν οι πραγματικές διαστάσεις των χώρων, των αντικειμένων και των τριών εικονικών χαρακτήρων, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν ως ξεναγοί στον εκθεσιακό χώρο και τον περιβάλλοντα χώρο της ανασκαφής και της αποθήκης. Για τον ίδιο λόγο προτιμήθηκε να μην εκπροσωπούνται οι χρήστες από έναν εικονικό χαρακτήρα, αλλά χρησιμοποιήθηκε κάμερα πρώτου προσώπου. Επίσης, δόθηκε η δυνατότητα στους χρήστες να μπορούν να πλησιάσουν όσο κοντά επιθυμούν σε κάθε αγγείο ή κομμάτι αγγείου, να το σηκώσουν, να το περιστρέψουν και να το μεταφέρουν. Τέλος, έγινε χρήση φωτορεαλισμού, σκιών και υφών (textures).

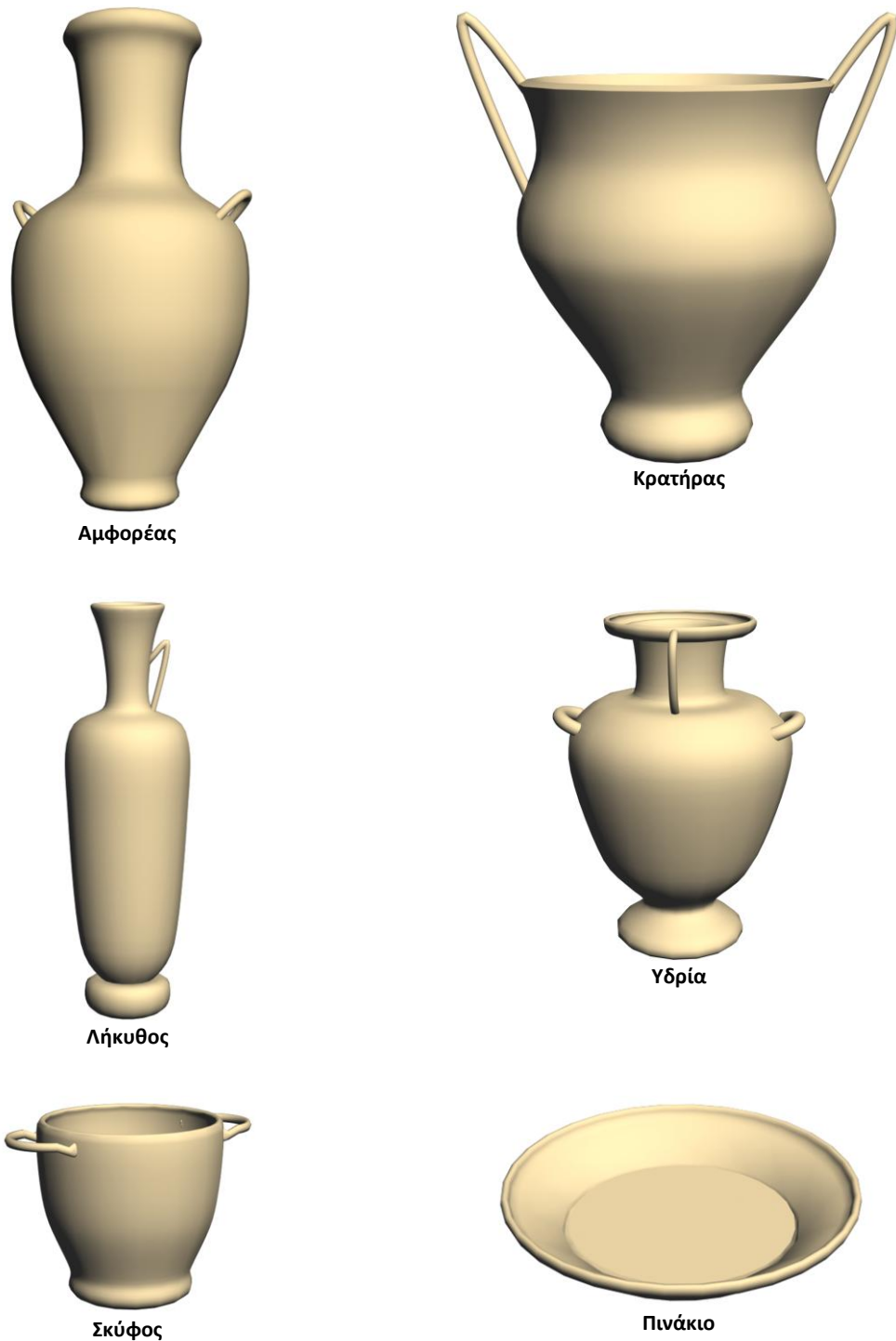
2.2 Σχεδίαση τρισδιάστατων μοντέλων και ανάπτυξη εικονικού περιβάλλοντος

Η σχεδίαση των χώρων και των εικονικών αντικειμένων πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό Autodesk 3ds Max 2010. Οι χώροι που σχεδιάστηκαν ήταν ο εκθεσιακός και ο εξωτερικός χώρος στον οποίο υπήρχε και η ανασκαφή. Τα αντικείμενα που σχεδιάστηκαν ήταν τα ολόκληρα αγγεία της συλλογής και της αποθήκης, οι βάσεις τοποθέτησής τους και τα κομμάτια αγγείων που βρίσκονταν στον χώρο της ανασκαφής. Στην συνέχεια, οι τρισδιάστατες αναπαραστάσεις του εκθεσιακού χώρου, των αγγείων, του εξωτερικού χώρου, των εικονικών χαρακτήρων και των υπόλοιπων αντικειμένων που σχεδιάστηκαν στο 3ds Max εξήχθησαν σε μορφή κατάλληλη για την εισαγωγή τους στο λογισμικό ανάπτυξης τρισδιάστατου διαδραστικού περιεχομένου, 3DVIA Virtools, όπου και προγραμματίστηκε η συμπεριφορά τους.

2.2.1 Σχεδίαση τρισδιάστατων μοντέλων

Η σχεδίαση των 3D μοντέλων των αγγείων βασίστηκε στα βιβλία «Ελληνική Αγγειογραφία» (Cook, 1994) και «Αρχαία Αγγεία» (Τιβέριος, 1996). Από τα εκατοντάδες είδη αγγείων της αρχαιότητας επιλέχθηκαν έξι, αντιπροσωπευτικά των διαφόρων

μεγεθών και χρήσεών τους. Τα 3D μοντέλα αγγείων σχεδιάστηκαν στο 3ds Max και παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.6.



Σχήμα 2.6: 3D μοντέλα αγγείων

Με χρήση της τεχνικής *relt-mapping*, προστέθηκαν ως υφές, φωτογραφίες με αναπαραστάσεις των τριών βασικών ρυθμών διακόσμησης της αρχαιότητας, οι οποίες σαρώθηκαν σε υψηλή ανάλυση, από το βιβλίο «Αρχαία Αγγεία» (Τιβέριος, 1996), ώστε να δημιουργηθούν αγγεία των τριών βασικών ρυθμών διακόσμησης (ερυθρόμορφος,

μελανόμορφος, γεωμετρικός). Για κάθε είδος αγγείου δημιουργήθηκαν 3 αντίγραφα, 1 για κάθε ρυθμό διακόσμησης, με την προσθήκη διαφορετικών εικόνων ως υφών. Στο Σχήμα 2.7 παρουσιάζονται τα έξι αγγεία μετά την προσθήκη των υφών. Από τα αγγεία αυτά, με τυχαίο χωρισμό τους, προήλθαν και τα κομμάτια αγγείων που χρησιμοποιήθηκαν στην ανασκαφή. Ενδεικτικά κομμάτια αγγείων που δημιουργήθηκαν παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.8.



**Αμφορέας
γεωμετρικού ρυθμού**



**Κρατήρας
ερυθρόμορφου ρυθμού**



**Λήκυθος
ερυθρόμορφου ρυθμού**



**Υδρία
μελανόμορφου ρυθμού**



Σκύφος
γεωμετρικού ρυθμού



Πινάκιο
ερυθρόμορφου ρυθμού

Σχήμα 2.7: Αγγεία ερυθρόμορφου, μελανόμορφου και γεωμετρικού ρυθμού



Αμφορέας
ερυθρόμορφου ρυθμού



Αμφορέας
γεωμετρικού ρυθμού



Κρατήρας
γεωμετρικού ρυθμού



Κρατήρας
γεωμετρικού ρυθμού



Υδρία
μελανόμορφου ρυθμού



Λήκυθος
ερυθρόμορφου ρυθμού



Λήκυθος
μελανόμορφου ρυθμού



Πινάκιο
μελανόμορφου ρυθμού



Σκύφος
μελανόμορφου ρυθμού

Σχήμα 2.8: Ενδεικτικά κομμάτια αγγείων

Ο εκθεσιακός χώρος σχεδιάστηκε ως ένας χώρος με τρία δωμάτια. Στο ένα δωμάτιο παρουσιάζεται η έκθεση με τα αρχαία αγγεία, στο δεύτερο ήταν η αποθήκη, ενώ στο

τρίτο μεταφέρθηκαν οι χρήστες μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψής τους για την αξιολόγηση της γνώσης που απέκτησαν. Τα τρία δωμάτια επικοινωνούσαν με ένα διάδρομο. Με την προσθήκη υφής υλικών σε τοίχους, πατώματα και οροφή δόθηκε μια ρεαλιστική όψη στον χώρο.

Στον εξωτερικό χώρο, δημιουργήθηκε μια ανασκαφή με πέντε μπλοκ, στα οποία τοποθετήθηκαν κομμάτια αγγείων διαφόρων ρυθμών, για την πρώτη δραστηριότητα. Για την ενίσχυση του ρεαλισμού, αλλά και για την βοήθεια στον προσανατολισμό των χρηστών όσο βρίσκονται στον εξωτερικό χώρο, προστέθηκε ένα δένδρο ελιάς.

2.2.2 Εικονικοί χαρακτήρες

Οι τρεις εικονικοί χαρακτήρες, οι οποίοι είχαν το ρόλο των αρχαιολόγων - ξεναγών στο εικονικό περιβάλλον επιλέχθηκαν από τη συλλογή εικονικών χαρακτήρων aXYZ design (Σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.9: Οι εικονικοί χαρακτήρες – ξεναγοί στο εικονικό περιβάλλον

Οι εικονικοί χαρακτήρες περπατούν, μιλούν και κινούν τα χέρια και τα χείλη ώστε να ενισχύεται ο ρεαλισμός του περιβάλλοντος. Χρησιμοποιήθηκαν τρεις εικονικοί χαρακτήρες. Ο πρώτος άνδρας ξεναγός (Σχήμα 2.10) υποδέχεται τους χρήστες και τους συντροφεύει κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης της πρώτης δραστηριότητας μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στην συλλογή με τα αγγεία, όπου τον ρόλο του ξεναγού έχει αναλάβει η γυναίκα (Σχήμα 2.11). Ο άνδρας έχει τον ρόλο του βοηθού του μαθητή στην πρώτη δραστηριότητα καθώς τον ενημερώνει για το αν είναι σωστή η επιλογή ενός κομματιού αγγείου που τοποθετείται στο κιβώτιο. Ο ρόλος της γυναίκας ξεναγού είναι να μεταδώσει τις πληροφορίες σχετικά με τους ρυθμούς διακόσμησης, τα είδη και τις χρήσεις των αγγείων. Ο δεύτερος άνδρας είναι παρών στην δεύτερη δραστηριότητα των χρηστών (Σχήμα 2.12) και ενημερώνει τους χρήστες αν τοποθετούν το κάθε αγγείο στη σωστή θέση. Οι τρεις χαρακτήρες εισήχθησαν στο 3ds Max και στην συνέχεια έγινε εξαγωγή τόσο των σκελετών όσο και των κινήσεων (animations) σε μορφή κατάλληλη για εισαγωγή στο Virtools.



Σχήμα 2.10: Πρώτος άνδρας ξεναγός, υποδοχή χρήστη



Σχήμα 2.11: Γυναίκα ξεναγός, συλλογή με αγγεία



Σχήμα 2.12: Δεύτερος άνδρας ξεναγός, αποθήκη

2.2.3 Ανάπτυξη εικονικού περιβάλλοντος

Το λογισμικό ανάπτυξης 3D διαδραστικού περιεχομένου 3DVIA Virtools χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του συνθετικού περιβάλλοντος, καθώς είναι κατάλληλο και για μη ισχυρά υπολογιστικά συστήματα ενώ προσφέρει την δυνατότητα δημιουργίας στερεοσκοπίας.





Τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν στο 3ds Max εισήχθησαν στο Virtools όπου προγραμματίστηκε η συμπεριφορά τους. Στο Virtools επίσης προστέθηκε η κάμερα του χρήστη, τα φώτα και οι σκιές στους κλειστούς χώρους του εικονικού περιβάλλοντος.


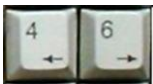

Για την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον προτιμήθηκε ο συνδυασμός ποντίκι – πληκτρολόγιο, σύμφωνα με την έρευνα των Μικροπουλος & Strouboulis (2004), οι οποίοι μελέτησαν τις διάφορες συσκευές εισόδου σε σχέση με την αίσθηση της παρουσίας και τις προτιμήσεις των χρηστών, και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το πληκτρολόγιο και ο συνδυασμός ποντίκι – πληκτρολόγιο προτιμώνται περισσότερο από τους χρήστες, διευκολύνοντας παράλληλα και την αίσθηση της παρουσίας.

Σύμφωνα με άρθρο του Μικροπουλος (2006) το εγωκεντρικό μοντέλο αναπαράστασης οδηγεί σε ενίσχυση της αίσθησης της παρουσίας. Για τον λόγο αυτό, στο εικονικό περιβάλλον έγινε χρήση της οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου. Δημιουργήθηκε μια κάμερα την οποία οι χρήστες μπορούσαν να μετακινήσουν με τη χρήση του πληκτρολογίου, ενώ με χρήση του ποντικιού μπορούσαν να αλλάξουν το οπτικό τους πεδίο. Η κάμερα τοποθετήθηκε σε ύψος 1.70μ. από το έδαφος.

Συγκεντρωτικά, οι επιλογές που είχαν στην διάθεσή τους οι χρήστες και ο συνδυασμός πλήκτρων και ποντικιού εμφανίζονται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Ενέργειες στο εικονικό περιβάλλον

Ενέργεια	Συνδυασμός Ποντίκι – Πληκτρολόγιο	
Κίνηση κάμερας	Μπροστά	
	Πίσω	
	Δεξιά	
	Αριστερά	
Αλλαγή οπτικού πεδίου	Κρατώντας το δεξί πλήκτρο του ποντικιού πατημένο, ο χρήστης σέρνει το ποντίκι προς την πλευρά όπου επιθυμεί να κοιτάξει.	

	Σύρσιμο προς τα εμπρός επιτρέπει στον χρήστη να κοιτάξει προς τα επάνω ενώ σύρσιμο προς τα πίσω επιτρέπει στον χρήστη να κοιτάξει κάτω. Σύρσιμο προς τα δεξιά – αριστερά, επιτρέπει στον χρήστη να κοιτάξει δεξιά – αριστερά, αντίστοιχα	
Επιλογή αντικειμένου	Αριστερό πλήκτρο του ποντικιού	
Περιστροφή αντικειμένου	Άξονας X	
	Άξονας Y	
	Άξονας Z	Συνδυασμός 2 από τα παραπάνω πλήκτρα
	Επιστροφή αντικειμένου στην αρχική θέση	
Μεταφορά αντικειμένου	Έχοντας επιλέξει ο χρήστης ένα αντικείμενο (με αριστερό κλικ του ποντικιού), το μεταφέρει μαζί του καθώς κινεί την κάμερα	

Για την βελτίωση της απόδοσης του εικονικού περιβάλλοντος κατά την εκτέλεση του από υπολογιστές, η εφαρμογή χωρίστηκε σε σκηνές, ώστε να είναι «ενεργά» μόνο τα αντικείμενα που είναι απαραίτητα σε κάθε σκηνή. Δημιουργήθηκαν συνολικά πέντε σκηνές.

Σκηνή 1: Έξω από τον εκθεσιακό χώρο. Ένας εικονικός χαρακτήρας (άνδρας) καλωσορίζει τον χρήστη και τον ενημερώνει ότι με την επίσκεψη του στον εκθεσιακό χώρο θα πάρει πληροφορίες για τα αρχαία αγγεία και στη συνέχεια θα εμπλακεί σε δραστηριότητες σχετικές με όσα έμαθε (Σχήμα 2.13).



Σχήμα 2.13: Σκηνή 1, υποδοχή χρήστη

Σκηνή 2: Εκθεσιακός χώρος. Η σκηνή φορτώνεται όταν ο χρήστης κάνει αριστερό κλικ με το ποντίκι στην πόρτα του εκθεσιακού χώρου. Είναι ελεύθερος να περιηγηθεί στη συλλογή αρχαίων αγγείων, με όποια σειρά επιθυμεί. Επιλέγοντας ένα αγγείο ένας εικονικός ξεναγός (γυναίκα) έρχεται δίπλα του και τον ενημερώνει για το αγγείο. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να πλησιάσει όσο κοντά επιθυμεί στο αγγείο, να το σηκώσει και να το περιστρέψει. Μπορεί να επιλέξει όσες φορές θέλει κάθε αγγείο και να ακούσει την περιγραφή του από την ξεναγό (Σχήμα 2.14, Σχήμα 2.15). Όταν θεωρήσει ότι έχει πάρει τις απαραίτητες πληροφορίες που του χρειάζονται για την εμπλοκή στις δραστηριότητες μπορεί να αποχωρήσει από την συλλογή και να βγει στον εξωτερικό χώρο.



Σχήμα 2.14: Σκηνή 2, συλλογή με αγγεία

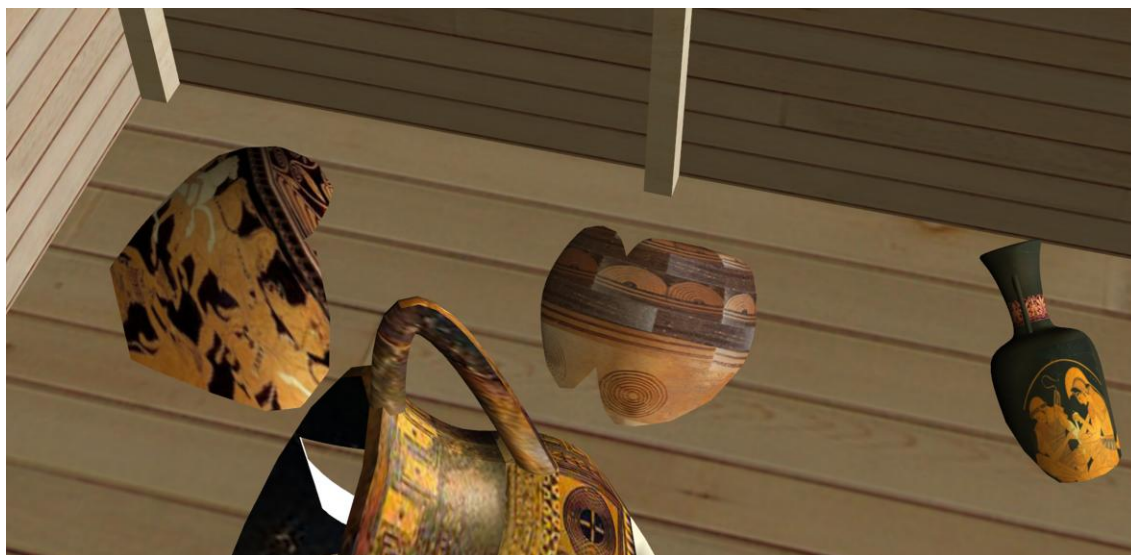


Σχήμα 2.15: Σκηνή 2, επιλογή και περιστροφή αγγείου

Σκηνή 3: Χώρος της ανασκαφής. Μόλις ο χρήστης ολοκληρώσει την περιήγησή του στη συλλογή με τα αγγεία, με αριστερό κλικ πάνω στην πόρτα βγαίνει και πάλι στον εξωτερικό χώρο της ανασκαφής. Ο εικονικός χαρακτήρας που τον καλωσόρισε, τον ενημερώνει ότι πρέπει να μεταβεί στο χώρο της ανασκαφής και να επιλέξει τα κομμάτια αγγείων ερυθρόμορφου και γεωμετρικού ρυθμού (Σχήμα 2.16) και να τα τοποθετήσει σε ένα κιβώτιο (Σχήμα 2.17). Κάθε αγγείο μπορεί να το πλησιάσει όσο κοντά επιθυμεί, να το σηκώσει από το έδαφος και να το περιστρέψει. Συνολικά πρέπει να επιλέξει τα 6 (3 ερυθρόμορφα και 3 γεωμετρικά) κομμάτια αγγείων από τα 10 που υπάρχουν στην ανασκαφή. Για κάθε αγγείο που συλλέγει, ο εικονικός χαρακτήρας τον ενημερώνει αν είναι σωστή η επιλογή του σε ποιο ρυθμό ανήκει. Επίσης, τον ενημερώνει και στην περίπτωση λάθους. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης μπορεί να αναστοχαστεί σε όσα άκουσε κατά την περιήγησή του στη συλλογή με τα αγγεία και να κατανοήσει το λάθος του. Μόλις ολοκληρώσει την εργασία του πρέπει να μεταβεί στην αποθήκη.



Σχήμα 2.16: Σκηνή 3, μπλοκ ανασκαφής



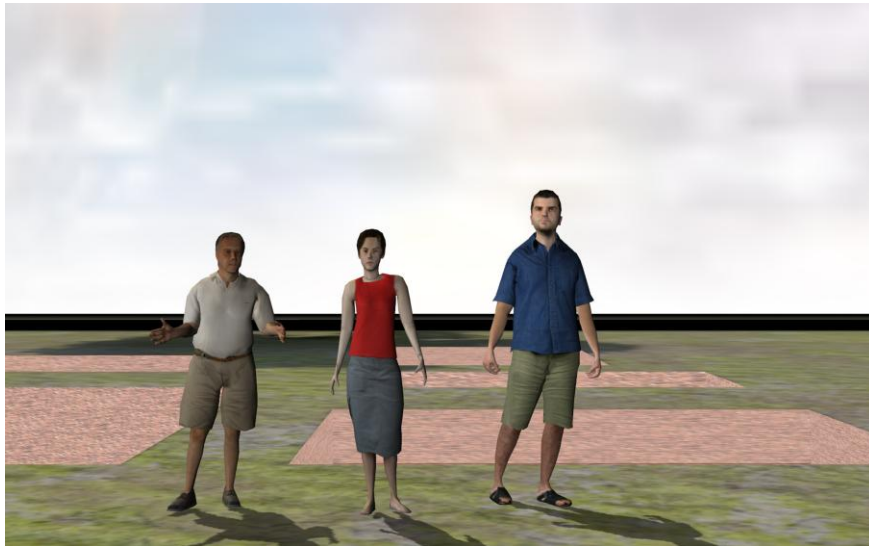
Σχήμα 2.17: Σκηνή 3, κιβώτιο της ανασκαφής

Σκηνή 4: Αποθήκη. Η σκηνή φορτώνεται όταν ο χρήστης κάνει αριστερό κλικ με το ποντίκι στην πόρτα της αποθήκης. Ένας τρίτος εικονικός χαρακτήρας (νεαρός άνδρας) ενημερώνει τον χρήστη ότι πρέπει να τοποθετήσει τα αγγεία που βρίσκονται στη μέση της αποθήκης πάνω στα σωστά βάθρα σύμφωνα με τις πινακίδες που είναι τοποθετημένες πάνω στα βάθρα (Σχήμα 2.18). Και στην αποθήκη ο χρήστης μπορεί να πλησιάσει όσο κοντά επιθυμεί σε ένα αγγείο, να το σηκώσει από το έδαφος και να το περιστρέψει. Για κάθε αγγείο που τοποθετείται σε ένα βάθρο, ο χρήστης ενημερώνεται για το αν η επιλογή του είναι σωστή ή λανθασμένη. Σε περίπτωση λάθους μπορεί να το μεταφέρει σε άλλη θέση.



Σχήμα 2.18: Σκηνή 4, αποθήκη

Σκηνή 5: Έξω από την αποθήκη. Αφού ο χρήστης ολοκληρώσει την δραστηριότητα στην αποθήκη, πατώντας με το ποντίκι πάνω στην πόρτα μεταφέρεται στον εξωτερικό χώρο. Οι τρεις εικονικοί χαρακτήρες – ξεναγοί ευχαριστούν τον χρήστη για την επίσκεψή του (Σχήμα 2.19) και η επίσκεψη του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον ολοκληρώνεται.



Σχήμα 2.19: Σκηνή 5, αποχαιρετισμός χρήστη

2.3. Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης του εικονικού περιβάλλοντος. Ως θέμα επιλέχθηκε η αρχαία ελληνική αγγειογραφία και στόχος ήταν η εκπαίδευση των χρηστών όσον αφορά στα είδη των αρχαίων αγγείων, στους βασικούς ρυθμούς διακόσμησής τους και στις χρήσεις τους. Δημιουργήθηκε ένα υψηλά αλληλεπιδραστικό εικονικό περιβάλλον, το οποίο μπορεί να προβληθεί στους χρήστες στερεοσκοπικά και υποστηρίζει τα χαρακτηριστικά της ελεύθερης πλοήγησης, της οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου, της κλίμακας χώρου, της αυτονομίας και της παρουσίας. Οι χρήστες επισκέπτονται έναν εκθεσιακό χώρο και αφού περιηγηθούν στην συλλογή με τα αρχαία αγγεία, με την βοήθεια ενός εικονικού ξεναγού, εμπλέκονται σε διαδραστικές δραστηριότητες σχετικές με την γνώση που απέκτησαν κατά την περιήγηση στη συλλογή των αγγείων. Για την ενίσχυση της αίσθησης της παρουσίας, οι χρήστες μπορούν με την χρήση του πληκτρολογίου και του ποντικιού να κινηθούν ελεύθερα στο περιβάλλον, να πλησιάσουν όσο κοντά επιθυμούν στα αγγεία, να τα επιλέξουν, να τα σηκώσουν, να τα περιστρέψουν και να τα μεταφέρουν. Επίσης έγινε χρήση ρεαλιστικού φωτισμού, σκιών και υφών.

3 ΠΡΩΤΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΤΩΝ ΣΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

3.1 Εισαγωγή

Η αίσθηση της παρουσίας αποτελεί κεντρική έννοια σε όλες τις περιπτώσεις χρήσης ενός διαμεσολαβούμενου από υπολογιστή περιβάλλοντος (Lee, 2004). Πολλοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν τα επίπεδα της παρουσίας κατά την αλληλεπίδραση με ένα εικονικό περιβάλλον. Οι παράγοντες αυτοί σχετίζονται με τον τρόπο που παρουσιάζεται η πληροφορία, το περιεχόμενο του εικονικού περιβάλλοντος και τα ατομικά χαρακτηριστικά του κάθε χρήστη (Ijsselsteijn et al., 2000; Lombard & Ditton, 1997; Youngblut, 2007). Τα ΕΕΠ μπορούν να διαφέρουν αρκετά όσον αφορά στους παραπάνω παράγοντες: θέματα διάφορων επιστημονικών πεδίων παρουσιάζονται σε χρήστες των οποίων η ηλικία ποικίλλει από μαθητές δημοτικού έως φοιτητές πανεπιστημίου, μέσω διαφορετικών συσκευών προβολής (π.χ. οθόνη Η/Υ, Head Mounted Display (HMD), Cave Automatic Virtual Environment (CAVE) κτλ.). Ενώ η αίσθηση της παρουσίας θεωρείται ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των ΕΠ γενικά και ειδικότερα των ΕΕΠ (Μικροπουλος, 2006), εντούτοις η επίδρασή της στα μαθησιακά αποτελέσματα δεν έχει μελετηθεί επαρκώς (Persky et al., 2009), με αποτέλεσμα να απαιτείται περαιτέρω έρευνα σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την αίσθηση της παρουσίας και τα αποτελέσματά της, ειδικά στα ΕΕΠ (Dalgarno & Lee, 2010; Μικροπουλος & Natsis, 2011). Με στόχο να διερευνηθεί η επίδραση χαρακτηριστικών της ΕΠ και των χρηστών στην αίσθηση χωρικής παρουσίας και στα μαθησιακά αποτελέσματα, δύο εμπειρικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν μετά την ολοκλήρωση ανάπτυξης του εικονικού περιβάλλοντος. Το σενάριο επίσκεψης στον εικονικό κόσμο παρατίθεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.

Στην πρώτη εμπειρική μελέτη επιλέχθηκε ως τεχνολογικός παράγοντας το μέγεθος της οθόνης προβολής. Το εικονικό περιβάλλον προβλήθηκε στους χρήστες στερεοσκοπικά μέσω οθόνης 22" και μέσω προβολέα στον τοίχο (μέγεθος οθόνης προβολής 120"), με χρήση του ίδιου προσωπικού υπολογιστή. Αναμενόταν ότι οι χρήστες στους οποίους το ΕΕΠ θα προβαλλόταν σε μεγάλη οθόνη θα παρουσίαζαν υψηλότερα επίπεδα παρουσίας, όπως και σε προηγούμενες έρευνες (Laarni, Ravaja, & Saari, 2005; Wu, Lin, & Tang, 2011; Youngblut, 2007). Ωστόσο, στις προηγούμενες έρευνες οι χρήστες δεν αλληλεπίδρασαν με ένα εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον και η προβολή του περιβάλλοντος δεν ήταν στερεοσκοπική. Η στερεοσκοπία δημιουργεί την ψευδαίσθηση του βάθους και της 3D

απεικόνισης στους χρήστες μέσω της προβολής διαφορετικής εικόνας σε κάθε μάτι. Ως ατομικό χαρακτηριστικό επιλέχθηκε το ενδιαφέρον των χρηστών ως προς το θέμα του ΕΕΠ, δηλαδή την τέχνη των αρχαίων αγγείων. Το ενδιαφέρον προς το θέμα ενός εικονικού περιβάλλοντος, αν και θεωρείται ότι μπορεί να συνεισφέρει στην αίσθηση παρουσίας καθώς μπορεί να προκαλέσει την εκούσια επικέντρωση της προσοχής των χρηστών σε ένα εικονικό περιβάλλον (Wirth et al., 2007), δεν έχει μελετηθεί επαρκώς (Sacau et al., 2008). Παράλληλα, καθώς ήταν η πρώτη έρευνα που πραγματοποιήθηκε μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του εικονικού περιβάλλοντος μελετήθηκε και η επίδραση των παραπάνω παραγόντων στον αντιληπτό ρεαλισμό (perceived realism) και στην ασθένεια προσομοίωσης (simulator sickness) που ένιωσαν οι χρήστες κατά την αλληλεπίδρασή τους με το ΕΠ. Σε αντιστοιχία με τον ορισμό των McGloin et al. (2011) ο αντιληπτός ρεαλισμός ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο το εικονικό περιβάλλον προσομοιώνει το αντίστοιχο πραγματικό περιβάλλον όχι μόνο ως προς την αληθοφάνεια των γραφικών και του ήχου αλλά και ως προς τις ενέργειες και τις συμπεριφορές των εικονικών χαρακτήρων και αντικειμένων. Η ασθένεια προσομοίωσης είναι ο βαθμός στον οποίο ένας χρήστης νιώθει ζαλάδα κατά την διάρκεια της εικονικής εμπειρίας ή αποπροσανατολισμένος μετά την ολοκλήρωση της εικονικής επίσκεψης.

3.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα της πρώτης έρευνας είναι:

1. Ποια είναι η επίδραση του μεγέθους της οθόνης στην αίσθηση της χωρικής παρουσίας;
2. Ποια είναι η επίδραση του μεγέθους της οθόνης στην απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος;
3. Ποια είναι η επίδραση του μεγέθους της οθόνης στα μαθησιακά αποτελέσματα;
4. Ποια είναι η επίδραση του μεγέθους της οθόνης στην ασθένεια προσομοίωσης;
5. Ποια είναι η επίδραση του μεγέθους της οθόνης στον αντιληπτό ρεαλισμό;
6. Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην αίσθηση της χωρικής παρουσίας, στο ενδιαφέρον των χρηστών προς το παρουσιαζόμενο θέμα, στον αντιληπτό ρεαλισμό, στην απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος και στα μαθησιακά αποτελέσματα;

3.3 Μεθοδολογία

3.3.1 Δείγμα

Το δείγμα αποτέλεσαν 60 φοιτήτριες /τες (8 άνδρες, 52 γυναίκες, μέση ηλικία 19.32, τυπική απόκλιση 2.43, εύρος ηλικίας από 18-32 ετών) του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η συμμετοχή τους ήταν

εθελοντική και θεωρήθηκε πρόσθετη δραστηριότητα με συμμετοχή στο βαθμό για μάθημα του πρώτου έτους σπουδών.

3.3.2 Εξοπλισμός

Ένας προσωπικός υπολογιστής με κάρτα γραφικών NVIDIA Quadro FX5600 χρησιμοποιήθηκε και στις δύο συνθήκες προβολής. Το εικονικό περιβάλλον προβλήθηκε στους χρήστες σε μια στερεοσκοπική οθόνη (22" μέγεθος, 1920x1080 ανάλυση, 120Hz ρυθμός ανανέωσης) ή μέσω στερεοσκοπικού προβολέα στον τοίχο (120" μέγεθος, 1920x1080 ανάλυση, 120Hz ρυθμός ανανέωσης) με χρήση του προβολέα CHRISTIE Mirage HD6 1080 HD DLP®. Κατά την χρήση του προβολέα, οι χρήστες κάθονταν 3μ. μακριά από τον τοίχο. Και στις δύο συνθήκες προβολής οι χρήστες φόρεσαν στερεοσκοπικά γυαλιά STEREOGRAPHICS Crystal Eyes 3. Για την αλληλεπίδρασή τους με το εικονικό περιβάλλον χρησιμοποίησαν τον συνδυασμό ποντίκι – πληκτρολόγιο.

3.3.3 Διαδικασία

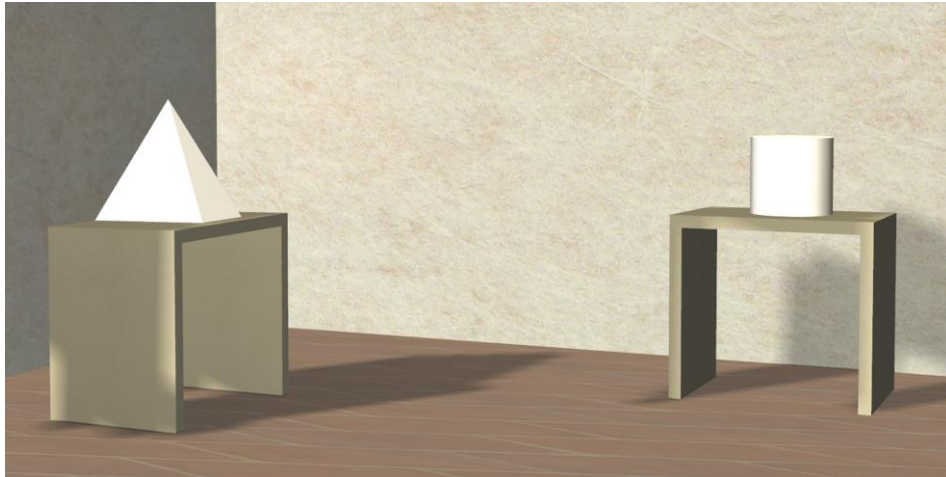
Η αλληλεπίδραση των χρηστών με το ΕΕΠ πραγματοποιήθηκε σε απομονωμένη και σκοτεινή αίθουσα του εργαστηρίου εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση του ΠΤΔΕ Ιωαννίνων (Σχήμα 3.1).



Σχήμα 3.1: Χρήστης αλληλεπιδρά με το εικονικό περιβάλλον

Οι χρήστες κατά την άφιξή τους, τοποθετήθηκαν τυχαία σε μια από τις δύο πειραματικές συνθήκες (προβολή του ΕΕΠ στην στερεοσκοπική οθόνη 22" ή προβολή του ΕΠ μέσω στερεοσκοπικού προβολέα στον τοίχο). Πριν την έναρξη της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον, οι συμμετέχοντες απάντησαν στα δημογραφικά στοιχεία του ερωτηματολογίου, σε ερωτήσεις σχετικά με την εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρονικών παιχνιδιών και σε ερωτήσεις σχετικές με τις γνώσεις τους ως προς τα αρχαία αγγεία. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα παρατίθεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. Στη συνέχεια οι συμμετέχοντες εξοικειώθηκαν στη χρήση του πληκτρολογίου και του ποντικιού για την αλληλεπίδραση με το εικονικό

περιβάλλον, μέσω σύντομης πλοήγησης σε ένα εικονικό περιβάλλον όμοιο με αυτό της ανασκαφής, στο οποίο τα αγγεία είχαν αντικατασταθεί από γεωμετρικά σχήματα, ενώ απουσίαζαν οι εικονικοί χαρακτήρες (Σχήμα 3.2, Σχήμα 3.3). Στο περιβάλλον εξοικείωσης, οι χρήστες με χρήση του πληκτρολογίου και του ποντικιού περπάτησαν στο χώρο, πλησίασαν όσο κοντά ήθελαν στα αντικείμενα, τα επέλεξαν, τα περιέστρεψαν, τα μετακίνησαν, τα τοποθέτησαν στο καλάθι στο χώρο της ανασκαφής και τα ταξινόμησαν στα αντίστοιχα βάθρα στον χώρο της αποθήκης.



Σχήμα 3.2: Εικονικό περιβάλλον εξοικείωσης, συλλογή αντικειμένων



Σχήμα 3.3: Εικονικό περιβάλλον εξοικείωσης, μπλοκ ανασκαφής

Αμέσως μετά την επίσκεψη στο εικονικό περιβάλλον απάντησαν στο ερωτηματολόγιο μέτρησης της αίσθησης της παρουσίας, του ενδιαφέροντος προς το θέμα παρουσίασης του ΕΠ, σε ερωτήσεις σχετικά με την ασθένεια προσομοίωσης από την χρήση στερεοσκοπικών γυαλιών, σε ερωτήσεις αξιολόγησης του ρεαλισμού του ΕΠ και της συνολικής εμπειρίας τους από την χρήση του ΕΠ. Τέλος απάντησαν τις ερωτήσεις που σχετίζονταν με τους μαθησιακούς στόχους.

3.3.4 Κλίμακες μέτρησης μεταβλητών

Πριν την έναρξη της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον, οι συμμετέχοντες απάντησαν στα δημογραφικά στοιχεία του ερωτηματολογίου (ηλικία, έτος σπουδών, φύλο, κατεύθυνση που ακολούθησαν στις πανελλήνιες εξετάσεις εισαγωγής στο πανεπιστήμιο). Στη συνέχεια απάντησαν σε ερωτήσεις σχετικά με την εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών (για ποιες λειτουργίες χρησιμοποιούν τον υπολογιστή, πόσο συχνά και πόσο έμπειροι/ες θεωρούν ότι είναι στην χρήση του υπολογιστή), καθώς και για την συχνότητα χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Τέλος, έπρεπε να συμπληρώσουν έναν πίνακα, για το πόσες ώρες εβδομαδιαίως χρησιμοποιούν διάφορες εφαρμογές των υπολογιστών, πόσο χρόνια ασχολούνται με τις εφαρμογές αυτές και πώς κρίνουν την ικανότητά τους στην χρήση των εφαρμογών αυτών, όπου απάντηση 1 σήμαινε καμία ικανότητα, 2 σήμαινε ελάχιστη, το 3 καλή, το 4 πολύ καλή και το 5 άριστη. Το τμήμα του ερωτηματολογίου που κλήθηκαν να απαντήσουν πριν την αλληλεπίδραση με το ΕΠ ολοκληρώθηκε με ερωτήσεις σχετικές με τις γνώσεις τους ως προς τα αρχαία αγγεία.

Μετά την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον όλοι οι χρήστες συμπλήρωσαν τα μεταφρασμένα στα ελληνικά τμήματα του ερωτηματολογίου MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ). Το ερωτηματολόγιο MEC-SPQ επιλέχθηκε καθώς έχει ελεγχθεί ως προς την εγκυρότητα, την αξιοπιστία, και την ευαισθησία του στη διαφοροποίηση παραγόντων που αποδεδειγμένα επηρεάζουν την αίσθηση της παρουσίας, ενώ έχει χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της παρουσίας σε περιβάλλοντα διαφόρων θεματικών πεδίων και τεχνολογίας (Vorderer et al., 2004). Μετά την ολοκλήρωση της εικονικής επίσκεψης, οι χρήστες συμπλήρωσαν τις υποκλίμακες του ερωτηματολογίου που αναφέρονται στην αίσθηση χωρικής παρουσίας (ΧΠ) και στο ενδιαφέρον των χρηστών προς το θέμα παρουσίας (ΕΝΔ). Η αίσθηση της χωρικής παρουσίας διακρίνεται σε δύο συνιστώσες: αυτό-τοποθέτηση (self-location) (ΧΠΑΤ) και πιθανές ενέργειες (ΧΠΠΕ). Η κάθε υποκλίμακα αποτελείται από οκτώ ερωτήσεις βαθμονομημένες με πέντε σημείων κλίμακα Likert (1, διαφωνώ απολύτως έως 5, συμφωνώ απολύτως). Οκτώ ερωτήσεις αποτέλεσαν και την κλίμακα για την μέτρηση του ενδιαφέροντος των χρηστών. Η αξιοπιστία του MEC-SPQ έχει επιβεβαιωθεί σε προηγούμενες έρευνες (Sacau et al., 2005; Vorderer et al., 2004) και επαληθεύθηκε ακόμη μια φορά στην παρούσα έρευνα. Για τον υπολογισμό της εσωτερικής συνοχής των ερωτήσεων που αποτελούν την κάθε υποκλίμακα υπολογίστηκε ο συντελεστής Cronbach α . Η ελάχιστη αποδεκτή τιμή του συντελεστή α είναι 0.7 (Cohen, Manion, & Morrison, 2007). Στην παρούσα έρευνα για τις υποκλίμακες ΧΠΑΤ, ΧΠΠΕ και ΕΝΔ ήταν .92, .89 και .88 αντίστοιχα.

Η απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος αξιολογήθηκε με τον αριθμό των λαθών στα οποία υπέπεσαν οι συμμετέχοντες ενώ μετρήθηκε και ο χρόνος ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων εντός του ΕΠ.

Η ασθένεια προσομοίωσης αξιολογήθηκε μέσω τριών ερωτήσεων: «Ένωσα να ζαλιζομαι από τη χρήση στερεοσκοπικών γυαλιών μέσα στο εικονικό περιβάλλον», «Ένωσα να ζαλιζομαι μόλις έβγαλα τα στερεοσκοπικά γυαλιά» και «Ήμουν για λίγο αποπροσανατολισμένος/η μόλις έβγαλα τα στερεοσκοπικά γυαλιά». Κάθε ερώτηση βαθμολογήθηκε από 1 (διαφωνώ απολύτως) έως 5 (συμφωνώ απολύτως).

Ο αντιληπτός ρεαλισμός αξιολογήθηκε με 8 ερωτήσεις βαθμονομημένες κατά Likert, στις οποίες οι χρήστες κλήθηκαν να απαντήσουν από 1 (διαφωνώ απολύτως) έως 5 (συμφωνώ απολύτως) σε θέματα που σχετίζονται με την αληθοφάνεια των αντικειμένων και των εικονικών χαρακτήρων, την ευκολία αλληλεπίδρασης και την ανατροφοδότηση του ΕΠ. Ο συντελεστής Cronbach α ήταν .82.

Η συνολική εμπειρία των χρηστών αξιολογήθηκε από τις απαντήσεις σε δύο ερωτήσεις. Οι χρήστες έπρεπε να απαντήσουν από 1 (διαφωνώ απολύτως) έως 5 (συμφωνώ απολύτως) στην ερώτηση «Συνολικά η εμπειρία μου στο εικονικό περιβάλλον ήταν ευχάριστη», ενώ ήταν ελεύθεροι να εκφράσουν την άποψή τους απαντώντας στην ερώτηση: «Ανάφερε κάτι που σου έκανε εντύπωση, θετικό ή αρνητικό ή κάτι που θα ήθελες να βελτιωθεί».

Τέλος, για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, οι χρήστες κλήθηκαν να απαντήσουν σε δύο ερωτήσεις ανοιχτού τύπου: «Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;» και «Ποια είναι τα βασικά στοιχεία του κάθε ρυθμού;» καθώς και σε μια ερώτηση αντιστοίχισης: «Επέλεξε για κάθε αγγείο τη χρήση του». Για κάθε σωστή απάντηση έπαιρναν 1 βαθμό, επομένως η άριστη βαθμολογία ήταν 12. Ολόκληρο το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα παρατίθεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.

3.4 Αποτελέσματα

Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε με χρήση του διαδικτυακού εργαλείου SurveyGizmo. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση του προγράμματος SPSS 19.0.

3.4.1 Δημογραφικά στοιχεία

Το δείγμα της πρώτης έρευνας αποτέλεσαν 60 φοιτήτριες / φοιτητές του πρώτου έτους του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Οκτώ άτομα ήταν άνδρες (13.33%) και 52 γυναίκες (86.67). Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων (44 άτομα, 73.33%) είχε εισαχθεί στο Πανεπιστήμιο έχοντας ακολουθήσει τη θεωρητική κατεύθυνση. Εννέα συμμετέχοντες (15%) είχαν ακολουθήσει την θετική κατεύθυνση ενώ επτά άτομα (11.67%) προέρχονταν από την τεχνολογική κατεύθυνση.

Όσον αφορά στην συχνότητα χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών (Η/Υ), το 75% (45 άτομα) δήλωσε ότι χρησιμοποιεί τον υπολογιστή καθημερινά, ενώ το 23,3% (14 άτομα) τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα. Η βασική λειτουργία για την οποία

χρησιμοποιείται ο υπολογιστής είναι η πλοήγηση στο διαδίκτυο (59 άτομα, 98.33%) και ακολουθεί η επεξεργασία κειμένου (48 άτομα, 80%). Το 60% του δείγματος (36 άτομα) δήλωσαν ότι θεωρούν τους εαυτούς τους λίγο έμπειρους στην χρήση Η/Υ ενώ το 36.67% (22 άτομα) δήλωσαν πολύ έμπειροι στην χρήση Η/Υ. Είκοσι πέντε άτομα (41.67%) δήλωσαν ότι παίζουν ηλεκτρονικά παιχνίδια, με τα επτά από αυτά (11.67%) να δηλώνουν ότι παίζουν καθημερινά και τα 10 (16.67%) τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα. Ως προς την δεξιότητα χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών, άριστη στην χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών δήλωσε το 16.67% του δείγματος (10 άτομα) ενώ πολύ καλή ικανότητα δήλωσαν πέντε άτομα (8.33%). Δεκαοκτώ άτομα (30%) δήλωσαν «καλή ικανότητα», ενώ 14 άτομα (23.33%) δήλωσαν ότι θεωρούν πως έχουν «ελάχιστη ικανότητα» στην χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Οι υπόλοιποι (13 άτομα, 21.67%) δήλωσαν «καμία ικανότητα» στην χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών.

Οι χρήστες κατά την άφιξη τους, τοποθετήθηκαν τυχαία σε μια από τις δυο πειραματικές συνθήκες (προβολή του ΕΠ σε οθόνη, προβολή του ΕΠ μέσω προβολέα στον τοίχο). Στον Πίνακα 3.1 παρατίθεται ο αριθμός, το φύλο, η ηλικία των συμμετεχόντων και η χρονική διάρκεια της επίσκεψής τους στο ΕΕΠ σε κάθε πειραματική συνθήκη.

Πίνακας 3.1: Δημογραφικά στατιστικά των πειραματικών ομάδων της 1^{ης} έρευνας

Πειραματική Συνθήκη	Συμμετέχοντες						
	Σύνολο	Γυναίκες	Άνδρες	Ηλικία		Διάρκεια επίσκεψης (λεπτά)	
				Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Οθόνη	28	23	5	19.82	3.5	18.41	4.23
Προβολέας	32	29	3	18.88	.42	18.95	4.03

3.4.2 Επίδοση σε ερωτήσεις γνώσεων

Πριν την επίσκεψη στο εικονικό περιβάλλον, οι χρήστες κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικές με την τέχνη των αρχαίων αγγείων. Οι ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν ήταν οι εξής:

1. Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;
2. Ποια τα βασικά στοιχεία του κάθε ρυθμού;
3. Ποιες χρονικές περιόδους επικράτησε ο κάθε ρυθμός;
4. Ποια είδη αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;
5. Ποια η χρήση του καθενός;

Οι σωστές και πλήρεις απαντήσεις στις παραπάνω ερωτήσεις μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

1. Γεωμετρικός, μελανόμορφος, ερυθρόμορφος.

2. Στον γεωμετρικό ρυθμό, η διακόσμηση περιλαμβάνει πλήθος γεωμετρικών μοτίβων, με τα οποία αποδίδονται και τα διάφορα μέρη των ανθρωπίνων ή ζωικών μορφών (Τιβέριος, 1996). Στον μελανόμορφο ρυθμό, οι μορφές αποδίδονται με σκιαγραφία και οι λεπτομέρειες με χάραξη και δύο επίθετα χρώματα, λευκό και ιώδες (Τιβέριος, 1996). Στον ερυθρόμορφο ρυθμό οι μορφές και γενικότερα η διακόσμηση αφήνεται στο χρώμα του πηλού, ενώ οι υπόλοιπες επιφάνειες του αγγείου καλύπτονται με μαύρο χρώμα (Τιβέριος, 1996). Θα θεωρούνταν σωστές όμως και λιγότερο ολοκληρωμένες απαντήσεις, π.χ. στον μελανόμορφο ρυθμό οι μορφές είναι μαύρες ή στον ερυθρόμορφο ρυθμό η διακόσμηση έχει χρώμα ερυθρό.
3. Ο γεωμετρικός ρυθμός επικράτησε από το 900 έως το 700π.Χ., ο μελανόμορφος από τις αρχές του 7^{ου} αιώνα έως το 480π.Χ. και ο ερυθρόμορφος από το 530 έως το 320π.Χ. περίπου (Τιβέριος, 1996).
4. Από τα δεκάδες είδη αρχαίων αγγείων, οι χρήστες ήταν ελεύθεροι να συμπληρώσουν όσα ονόματα αγγείων (π.χ. αμφορέας, κρατήρας κτλ) γνωρίζουν.
5. Από τις διάφορες χρήσεις του κάθε αγγείου, οι χρήστες ήταν ελεύθεροι να συμπληρώσουν όσες γνωρίζουν (αποθήκευσης, πόσεως, επιτραπέζια κτλ).

Παρόλο που η πλειονότητα (73.33%) των συμμετεχόντων είχε εισαχθεί στο τμήμα έχοντας παρακολουθήσει μαθήματα θεωρητικής κατεύθυνσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χρήστες δεν γνώριζαν πολλά από τα θέματα που άπτονταν της τέχνης των αρχαίων αγγείων.

Οι απαντήσεις των χρηστών στην πρώτη ερώτηση παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2: Απαντήσεις συμμετεχόντων στην ερώτηση: «Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;»

Απάντηση	Αριθμός Συμμετεχόντων	Ποσοστό (%)
Κανένα	32	53.33
Δωρικός, Ιωνικός	5	8.33
Δωρικός, Μινωικός	1	1.67
Δωρικός	1	1.67
Ιωνικός	2	3.33
Γεωμετρικός	3	5
Μελανόμορφος	1	1.67
Ερυθρόμορφος	2	3.33
Γεωμετρικός, Μελανόμορφος	1	1.67
Μελανόμορφος, Ερυθρόμορφος	12	20
Γεωμετρικός, Μελανόμορφος, Ερυθρόμορφος	0	0

Δύο φοιτήτριες που απάντησαν «μελανόμορφος, ερυθρόμορφος» στην προηγούμενη ερώτηση έδωσαν σωστή απάντηση στην 2^η ερώτηση όσον αφορά σε αυτούς τους ρυθμούς διακόσμησης, ενώ δεν γνώριζαν τα βασικά στοιχεία του γεωμετρικού ρυθμού. Οι υπόλοιποι συμμετέχοντες δεν απάντησαν στην ερώτηση.

Στην τρίτη ερώτηση, ένας φοιτητής, ο οποίος είχε απαντήσει «δωρικός και ιωνικός» στην ερώτηση «Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;» απάντησε ότι ο δωρικός επικράτησε τον 8^ο αιώνα π.Χ. και ο ιωνικός τον 6^ο αιώνα π.Χ.. Μια φοιτήτρια που απάντησε ότι ιωνικός ρυθμός επικράτησε τον 3^ο και 4^ο αιώνα π.Χ., ενώ μια άλλη συμμετέχουσα απάντησε ότι ο δωρικός ρυθμός επικράτησε τον 3^ο αιώνα π.Χ.. Τέλος, 2 φοιτήτριες απάντησαν ότι τα ερυθρόμορφα και μελανόμορφα αγγεία επικράτησαν τον 4^ο και 5^ο αιώνα π.Χ. Οι υπόλοιποι συμμετέχοντες δεν απάντησαν στην ερώτηση.

Οι απαντήσεις των χρηστών στην τέταρτη ερώτηση παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3: Απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση: «Ποια είδη αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;»

Απάντηση	Αριθμός Συμμετεχόντων	Ποσοστό (%)
Κανένα	49	81.67
Αμφορέας	8	13.33
Κρατήρας	2	3.33
Στάμνος	1	1.67

Σχετικά με τις χρήσεις των αγγείων, από τους οκτώ συμμετέχοντες που γνώριζαν τον αμφορέα, οι πέντε γνώριζαν ότι χρησιμοποιείται για αποθήκευση υγρών και στερεών. Μια φοιτήτρια που γνώριζε τον κρατήρα, απάντησε σωστά, ότι με τον κρατήρα «αραιώναν το κρασί με το νερό». Τρεις συμμετέχουσες, ενώ δεν γνώριζαν κανένα όνομα αρχαίου αγγείου έδωσαν απάντηση για τις χρήσεις των αγγείων. Δύο απάντησαν ότι υπήρχαν αγγεία για αποθήκευση τροφίμων, ενώ η άλλη απάντησε ότι υπήρχαν αγγεία που τα χρησιμοποιούσαν για αποθήκευση τροφίμων, αγγεία για την διακόσμηση χώρων και τέλος αγγεία που χρησιμοποιούνταν σε διάφορες τελετές. Η συντριπτική πλειονότητα των συμμετεχόντων δεν απάντησε ούτε σε αυτή την ερώτηση.

Από τις παραπάνω απαντήσεις στις ερωτήσεις που τέθηκαν για να ελέγξουν τις γνώσεις των χρηστών για την τέχνη των αρχαίων αγγείων πριν την αλληλεπίδρασή τους με το εικονικό περιβάλλον, προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι συμμετέχοντες στην έρευνα δεν είχαν ιδιαίτερες γνώσεις πάνω στο θέμα του εικονικού περιβάλλοντος. Μεγάλο ποσοστό (53.33%) δεν γνώριζε το όνομα κανενός από τους ρυθμούς διακόσμησης των αρχαίων αγγείων. Δώδεκα άτομα γνώριζαν τον μελανόμορφο και τον ερυθρόμορφο ρυθμό, ενώ πέντε άτομα θεώρησαν λανθασμένα ότι ο ιωνικός και ο δωρικός ρυθμός, οι οποίοι είναι ρυθμοί διακόσμησης κιονόκρανων, είναι οι ρυθμοί διακόσμησης των αρχαίων αγγείων. Στην ερώτηση σχετικά με τα είδη των αρχαίων αγγείων που γνωρίζουν, οι συμμετέχοντες σε ποσοστό 81.67% δεν γνώριζαν κανένα από τα δεκάδες είδη αγγείων της αρχαιότητας, ενώ παρόμοια ήταν η επίδοση στην ερώτηση σχετικά με τις χρήσεις των αρχαίων αγγείων. Ακόμα χειρότερη ήταν η επίδοση του δείγματος στις ερωτήσεις σχετικές με τα βασικά στοιχεία του κάθε ρυθμού και τη χρονική περίοδο που επικράτησε ο κάθε ρυθμός, καθώς κανείς / καμία δεν έδωσε σωστές, ολοκληρωμένες απαντήσεις.

Όπως αναφέρθηκε, η συντριπτική πλειονότητα (73.33%) των συμμετεχόντων είχε εισαχθεί στο τμήμα έχοντας παρακολουθήσει μαθήματα θεωρητικής κατεύθυνσης, είχαν επομένως αρκετές γνώσεις ιστορίας. Ωστόσο, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χρήστες δεν γνώριζαν πολλά από τα θέματα που άπτονταν της τέχνης των αρχαίων αγγείων.

3.4.3 Αίσθηση χωρικής παρουσίας

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της αίσθησης χωρικής παρουσίας στις δύο πειραματικές συνθήκες, παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.4. Η αίσθηση χωρικής παρουσίας (ΧΠ) υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των μεταβλητών χωρική παρουσία: αυτό-τοποθέτηση (ΧΠΑΤ) και χωρική παρουσία: πιθανές ενέργειες (ΧΠΠΕ).

Πίνακας 3.4: Αίσθηση Χωρικής Παρουσίας για κάθε συνθήκη προβολής

Μεταβλητές	Τεχνολογία Προβολής			
	Οθόνη		Προβολέας	
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
ΧΠΑΤ	4.06	.68	4.03	.73
ΧΠΠΕ	3.90	.69	3.97	.64
ΧΠ	3.98	.62	4.00	.65

Σημ: ΧΠΑΤ: Χωρική Παρουσία: Αυτό-Τοποθέτηση, ΧΠΠΕ: Χωρική Παρουσία: Πιθανές Ενέργειες, ΧΠ: Χωρική Παρουσία

Όπως φαίνεται και στις δύο περιπτώσεις παρατηρήθηκαν υψηλά επίπεδα αίσθησης παρουσίας. Για τη μελέτη της επίδρασης του μεγέθους της οθόνης στην απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος διενεργήθηκε t-test ανεξάρτητων δειγμάτων, συγκρίνοντας την αίσθηση χωρικής παρουσίας στις δύο συνθήκες προβολής. Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην αίσθηση της παρουσίας των χρηστών στους οποίους το ΕΠ προβλήθηκε στην οθόνη (μέση τιμή= 3.98, τυπική απόκλιση = .62) και σε αυτούς που το ΕΠ προβλήθηκε στον τοίχο μέσω προβολέα (μέση τιμή=4.00, τυπική απόκλιση = .65), $t(58)=-.11$, $p=.91$.

3.4.4 Απόδοση στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος

Για την αξιολόγηση της απόδοσης των συμμετεχόντων στις εντός του εικονικού περιβάλλοντος δραστηριότητες ταξινόμησης μετρήθηκε ο χρόνος ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων και ο αριθμός των λαθών σε κάθε δραστηριότητα. Υπενθυμίζεται ότι στην πρώτη δραστηριότητα οι χρήστες έπρεπε να επισκεφτούν τον χώρο της ανασκαφής και να συγκεντρώσουν τα κομμάτια αγγείων ερυθρόμορφου και γεωμετρικού ρυθμού. Συνολικά υπήρχαν 10 κομμάτια αγγείων διασκορπισμένα σε πέντε μπλοκ ανασκαφής: τρία ανήκαν στον ερυθρόμορφο ρυθμό, τρία στον γεωμετρικό και τέσσερα στον μελανόμορφο ρυθμό. Στην δεύτερη δραστηριότητα, οι χρήστες κλήθηκαν να τοποθετήσουν έξι αγγεία που βρίσκονταν στην μέση της αποθήκης της ανασκαφής, στα βάθρα στα οποία υπήρχαν ταμπέλες με τα αντίστοιχα ονόματα. Και στις δυο δραστηριότητες, οι χρήστες για κάθε απάντησή τους ενημερώνονταν από εικονικούς συνθετικούς χαρακτήρες για το αν η επιλογή του ήταν σωστή. Σε περίπτωση λάθους, ο

χρήστης μπορούσε να αλλάξει την απόφασή του. Όλοι οι χρήστες, ανεξάρτητα από τα λάθη που έκαναν, ολοκλήρωσαν και τις δύο δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα για κάθε τεχνολογία προβολής εμφανίζονται στον Πίνακα 3.5.

Πίνακας 3.5: Χρόνος ολοκλήρωσης και αριθμός λαθών στις δραστηριότητες εντός εικονικού περιβάλλοντος, για κάθε συνθήκη προβολής

Τεχνολογία Προβολής	N	1 ^η Δραστηριότητα				2 ^η Δραστηριότητα			
		Χρόνος ολοκλήρωσης (λεπτά)		Αριθμός λαθών		Χρόνος ολοκλήρωσης (λεπτά)		Αριθμός λαθών	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Οθόνη	28	5.33	1.40	2.07	1.61	4.47	1.69	2.18	2.51
Προβολέας	32	6.13	1.98	2.56	1.76	5.21	1.89	2.44	2.51

Όπως φαίνεται οι χρήστες στους οποίους το ΕΕΠ προβλήθηκε μέσω προβολέα χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να ολοκληρώσουν τις εντός ΕΕΠ δραστηριότητες και υπέπεσαν σε περισσότερα λάθη. Για τη μελέτη της επίδρασης του μεγέθους της οθόνης στην απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος διενεργήθηκε t-test ανεξάρτητων δειγμάτων, συγκρίνοντας τον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων και τον αριθμό των λαθών στα οποία υπέπεσαν οι χρήστες στις δύο συνθήκες προβολής.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά του μέσου χρόνου ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων στην οθόνη (μέση τιμή=9.80, τυπική απόκλιση=2.75) και τον προβολέα (μέση τιμή=11.34, τυπική απόκλιση=3.17), $t(58)=-1.99$, $p=.051$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά λαθών στην οθόνη (μέση τιμή=4.25, τυπική απόκλιση=3.66) και τον προβολέα (μέση τιμή=5.00, τυπική απόκλιση=3.14), $t(58)=1.93$, $p=.40$.

3.4.5 Μαθησιακά αποτελέσματα

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση για τα μαθησιακά αποτελέσματα στις 2 διαφορετικές συνθήκες προβολής παρατίθενται στον Πίνακα 3.6. Υπενθυμίζεται, ότι η μέγιστη βαθμολογία είναι το 12.

Πίνακας 3.6: Μαθησιακά αποτελέσματα για κάθε συνθήκη προβολής

Τεχνολογία Προβολής	N	Μαθησιακά αποτελέσματα	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Οθόνη	28	8.89	2.67
Προβολέας	32	7.88	2.87

Οι χρήστες της ομάδας ης οθόνης είχαν καλύτερη επίδοση στις ερωτήσεις κατανόησης μετά την ολοκλήρωση της εικονικής εμπειρίας. Στην πρώτη ερώτηση: «Ποιους ρυθμούς

διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;» απάντησαν σωστά 25 από τα 28 άτομα (89.29%) στα οποία το ΕΕΠ προβλήθηκε μέσω της οθόνης. Δύο δεν έδωσαν καμία απάντηση ενώ ένα θυμήθηκε μόνο τον γεωμετρικό ρυθμό. Από τα 32 άτομα στα οποία προβλήθηκε το ΕΠ μέσω του προβολέα, απάντησαν σωστά 26 (81,25%). Ένα απάντησε «γεωμετρικά, δωρικά», ένα απάντησε «ερυθρόμορφος, μελανόμορφος», δύο απάντησαν «γεωμετρικός, μελανόμορφος» και δύο «γεωμετρικός, ερυθρόμορφος».

Στην δεύτερη ερώτηση: «Ποια είναι τα βασικά στοιχεία κάθε ρυθμού», σωστά απάντησαν 19 άτομα που είδαν το ΕΠ στην οθόνη (67.86%) και 24 άτομα (75%) που είδαν το ΕΠ μέσω προβολέα. Πέντε άτομα σε κάθε τεχνολογία προβολής δεν απάντησαν καθόλου, ενώ οι υπόλοιποι δεν απάντησαν και για τους τρεις βασικούς ρυθμούς.

Στην τρίτη ερώτηση, στην οποία οι χρήστες έπρεπε να αντιστοιχίσουν τα αγγεία με τις χρήσεις τους απάντησαν σωστά 10 από τα άτομα που είδαν το ΕΠ στην οθόνη (35.71%) και οκτώ από όσους είδαν το ΕΠ στον τοίχο μέσω του προβολέα (25%).

Η διενέργεια t-test ανεξάρτητων δειγμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα των χρηστών στους οποίους το ΕΠ προβλήθηκε στη στερεοσκοπική οθόνη 22” (μέση τιμή=8.89, τυπική απόκλιση=2.67) και των χρηστών στους οποίους το ΕΠ προβλήθηκε μέσω προβολέα στον τοίχο, μέγεθος οθόνης 120” (μέση τιμή=7.88, τυπική απόκλιση=2.87), $t(58)=1.42$, $p=.162$.

3.4.6 Ασθένεια προσομοίωσης

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση για την ασθένεια προσομοίωσης που αισθάνθηκαν οι χρήστες στις δύο διαφορετικές συνθήκες προβολής παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.7.

Πίνακας 3.7: Ασθένεια προσομοίωσης μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο ΕΠ, για κάθε συνθήκη προβολής

Τεχνολογία Προβολής	N	Ασθένεια Προσομοίωσης	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Οθόνη	28	1.77	1.01
Προβολέας	32	1.90	1.18

Χαμηλά επίπεδα ασθένειας προσομοίωσης παρατηρήθηκαν και στις δύο συνθήκες προβολής. Η διενέργεια t-test ανεξάρτητων δειγμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην ασθένεια προσομοίωσης για την οθόνη (μέση τιμή=1.77, τυπική απόκλιση=1.01) και τον προβολέα (μέση τιμή=1.90, τυπική απόκλιση=1.18), $t(58)=-.43$, $p=.67$.

3.4.7 Αντιληπτός ρεαλισμός

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση για τον αντιληπτό ρεαλισμό των χρηστών στις δύο διαφορετικές συνθήκες προβολής παρατίθενται στον Πίνακα 3.8.

Πίνακας 3.8: Αντιληπτός ρεαλισμός του ΕΕΠ, για κάθε συνθήκη προβολής

Τεχνολογία Προβολής	N	Αντιληπτός Ρεαλισμός	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Οθόνη	28	3.84	.64
Προβολέας	32	4.00	.57

Ελαφρά υψηλότερη ήταν η τιμή του αντιληπτού ρεαλισμού για τους συμμετέχοντες στους οποίους το ΕΕΠ προβλήθηκε μέσω προβολέα. Η διενέργεια t-test ανεξάρτητων δειγμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στον αντιληπτό ρεαλισμό για την οθόνη (μέση τιμή=3.84, τυπική απόκλιση=.64) και τον προβολέα (μέση τιμή=4.00, τυπική απόκλιση=.57), $t(58)=-1.00$, $p=.32$.

3.4.8 Ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση του ενδιαφέροντος για το θέμα των αρχαίων αγγείων των χρηστών της κάθε συνθήκης προβολής παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.9.

Πίνακας 3.9: Ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης των χρηστών της κάθε συνθήκης προβολής

Τεχνολογία Προβολής	N	Ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Οθόνη	28	3.21	.82
Προβολέας	32	3.16	.77

Παρόλο που ο χωρισμός σε ομάδες έγινε τυχαία, παρόμοια επίπεδα ενδιαφέροντος παρατηρήθηκαν στους χρήστες κάτι που ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι η πλειονότητα των χρηστών είχαν εισαχθεί στο τμήμα προερχόμενοι από την θεωρητική κατεύθυνση.

Για την απάντηση στο έκτο ερευνητικό ερώτημα χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson, ο οποίος είναι από τους πιο συχνά χρησιμοποιούμενους δείκτες μέτρησης της συσχέτισης ανάμεσα σε δύο μεταβλητές (Cohen et al., 2007). Τα αποτελέσματα για την οθόνη παρατίθενται στον Πίνακα 3.10, ενώ για τον προβολέα στον Πίνακα 3.11.

Πίνακας 3.10: Συσχετίσεις ανάμεσα στην αίσθηση παρουσίας, στο ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης, στον αντιληπτό ρεαλισμό, στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων εντός ΕΠ, στον αριθμό των λαθών στις δραστηριότητες εντός ΕΠ και στα μαθησιακά αποτελέσματα, για την οθόνη

Μεταβλητές	Τεχνολογία Προβολής: Οθόνη					
	1	2	3	4	5	6
ΧΠ (1)	1					
ΕΝΔ (2)	.33	1				
ΑΡ (3)	.60**	.24	1			
ΧΟΔ (4)	.01	-.42	.09	1		
ΑΛΔ (5)	-.01	-.40	.11	.84**	1	
ΜΑ (6)	-.19	.08	.04	-.48**	-.62**	1

Σημ. N=28, ΧΠ: Χωρική Παρουσία, ΕΝΔ: Ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης, ΑΡ: Αντιληπτός Ρεαλισμός, ΧΟΔ: Χρόνος Ολοκλήρωσης Δραστηριοτήτων, ΑΛΔ: Αριθμός Λαθών στις Δραστηριότητες, ΜΑ: Μαθησιακά Αποτελέσματα ** $p < .01$, * $p < .05$

Πίνακας 3.11: Συσχετίσεις ανάμεσα στην αίσθηση παρουσίας, στο ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης, στον αντιληπτό ρεαλισμό, στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων εντός ΕΠ, στον αριθμό των λαθών στις δραστηριότητες εντός ΕΠ και στα μαθησιακά αποτελέσματα, για τον προβολέα

Μεταβλητές	Τεχνολογία Προβολής: Προβολέας					
	1	2	3	4	5	6
ΧΠ (1)	1					
ΕΝΔ (2)	.44*	1				
ΑΡ (3)	.62**	.44*	1			
ΧΟΔ (4)	.23	-.04	.40*	1		
ΑΛΔ (5)	.09	-.24	.15	.57**	1	
ΜΑ (6)	.17	.13	-.01	-.34	-.70**	1

Σημ. N=32, ΧΠ: Χωρική Παρουσία, ΕΝΔ: Ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης, ΑΡ: Αντιληπτός Ρεαλισμός, ΧΟΔ: Χρόνος Ολοκλήρωσης Δραστηριοτήτων, ΑΛΔ: Αριθμός Λαθών στις Δραστηριότητες, ΜΑ: Μαθησιακά Αποτελέσματα ** $p < .01$, * $p < .05$

Όπως προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες, βρέθηκε μια ισχυρή θετική συσχέτιση ανάμεσα στην αίσθηση χωρικής παρουσίας και τον αντιληπτό ρεαλισμό τόσο για την περίπτωση της οθόνης [$r = .60$, $n = 28$, $p = .001$] όσο και για τον προβολέα [$r = .62$, $n = 32$, $p < .001$], επομένως υψηλότερα επίπεδα αίσθησης χωρικής παρουσίας συνδέονται με υψηλότερα επίπεδα αντιληπτού ρεαλισμού. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στην αίσθηση της παρουσίας και στα μαθησιακά αποτελέσματα σε καμία από τις δύο συνθήκες προβολής.

Και στις δύο συνθήκες προβολής παρατηρείται μια ισχυρή αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στον αριθμό των λαθών στις δραστηριότητες που ενεπλάκησαν κατά την αλληλεπίδρασή τους με το ΕΠ και στην επίδοση των χρηστών στις ερωτήσεις αξιολόγησης των μαθησιακών αποτελεσμάτων μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον, με τους χρήστες που έκαναν τα περισσότερα λάθη στις εντός του ΕΠ δραστηριότητες να κάνουν περισσότερα λάθη και στις ερωτήσεις κατανόησης μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο ΕΠ. ($r = -.62$, $n = 28$, $p < .001$) για την οθόνη και ($r = -.70$, $n = 32$, $p < .001$) για τον προβολέα.

Ο χρόνος ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων εντός του ΕΠ παρουσιάζει ισχυρή θετική συσχέτιση με τον αριθμό των λαθών στα οποία υπέπεσαν οι χρήστες κατά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων εντός του ΕΠ τόσο για την οθόνη [$r = .84$, $n = 28$, $p < .001$]

όσο και για τον προβολέα [$r=.57$, $n=32$, $p=.001$], δηλαδή τα άτομα με τα περισσότερα λάθη έκαναν και περισσότερο χρόνο για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων.

Τέλος, θετική συσχέτιση παρατηρείται στην περίπτωση του προβολέα, ανάμεσα στο ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης και την αίσθηση χωρικής παρουσίας [$r=.44$, $n=32$, $p<.05$] και ανάμεσα στο ενδιαφέρον και τον αντιληπτό ρεαλισμό [$r=.44$, $n=32$, $p<.05$], όπου υψηλότερα επίπεδα ενδιαφέροντος προς το θέμα παρουσίασης συνδέονται με υψηλότερα επίπεδα αίσθησης παρουσίας και αντιληπτού ρεαλισμού.

3.4.9 Αξιολόγηση συνολικής εμπειρίας

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των απαντήσεων των χρηστών στην ερώτηση «Συνολικά η εμπειρία μου στο εικονικό περιβάλλον ήταν ευχάριστη», για κάθε πειραματική συνθήκη παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.12.

Πίνακας 3.12: Αξιολόγηση συνολικής εμπειρία των χρηστών για κάθε πειραματική συνθήκη

Τεχνολογία Προβολής	N	Αξιολόγηση Συνολικής Εμπειρίας	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Οθόνη	28	4.66	.55
Προβολέας	32	4.64	.68

Από τον Πίνακα 3.12 προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι χρήστες βίωσαν την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον ως μια ευχάριστη εμπειρία. Το συμπέρασμα αυτό ενισχύεται από τις απαντήσεις των χρηστών στην ερώτηση «Ανέφερε κάτι που σου έκανε εντύπωση, θετικό ή αρνητικό ή κάτι που θα ήθελες να βελτιωθεί». Καθώς η απάντηση δεν ήταν υποχρεωτική, απάντησαν οι 38 από τους 60 χρήστες. Σε 16 από όσους απάντησαν το ΕΕΠ είχε προβληθεί στην οθόνη ενώ στους υπόλοιπους 22 προβλήθηκε μέσω προβολέα. Και στις δύο συνθήκες προβολής οι περισσότερες απαντήσεις των χρηστών ήταν θετικές. Οι χρήστες εστίασαν τα σχόλιά τους στην αληθοφάνεια αναπαράστασης των αγγείων του περιβάλλοντος και των εικονικών χαρακτήρων, στην πρωτοτυπία της εμπειρίας για όσους ήταν η πρώτη φορά που αλληλεπιδρούσαν με ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας, στις εκπαιδευτικές δυνατότητες που προσφέρει η αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας γενικά αλλά και οι μαθησιακές δραστηριότητες στις οποίες ενεπλάκησαν στο ΕΕΠ, στην ευκολία πλοήγησης στον χώρο και στον χειρισμό των εικονικών αντικειμένων, στις συσκευές αλληλεπίδρασης και στην ασθένεια προσομοίωσης που αισθάνθηκαν κατά την εικονική επίσκεψη. Συνοπτικά ο αριθμός των θετικών και αρνητικών απαντήσεων για τα θέματα που ανέφεραν οι χρήστες για κάθε συνθήκη προβολής παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.13 για την οθόνη και στον Πίνακα 3.14 για τον προβολέα. Ορισμένοι χρήστες ανέφεραν περισσότερα του ενός θέματα.

Πίνακας 3.13: Σχόλια των χρηστών για την αξιολόγηση της εικονικής εμπειρίας: οθόνη

Θέμα σχολίου	Τεχνολογία προβολής: Οθόνη	
	Θετικά σχόλια	Αρνητικά σχόλια
Αληθοφάνεια εικονικού περιβάλλοντος	11	3
Πρωτοτυπία εμπειρίας	4	
Εκπαιδευτικές δυνατότητες της εικονικής πραγματικότητας	2	
Πλοήγηση στο ΕΕΠ – χειρισμός αντικειμένων		1
Συσκευές εισόδου – εξόδου		1
Ασθένεια προσομοίωσης		1

Σημ. N=16

Πίνακας 3.14: Σχόλια των χρηστών για την αξιολόγηση της εικονικής εμπειρίας: προβολέας

Θέμα σχολίου	Τεχνολογία προβολής: Προβολέας	
	Θετικά σχόλια	Αρνητικά σχόλια
Αληθοφάνεια εικονικού περιβάλλοντος	12	4
Πρωτοτυπία εμπειρίας	3	
Μαθησιακές δραστηριότητες εντός του ΕΕΕΠ	3	
Εκπαιδευτικές δυνατότητες της εικονικής πραγματικότητας	2	
Πλοήγηση στο ΕΕΠ – χειρισμός αντικειμένων	4	1
Συσκευές εισόδου - εξόδου		1
Ασθένεια προσομοίωσης		2

Σημ. N=22

Παραδείγματα θετικών σχολίων για την αληθοφάνεια του εικονικού περιβάλλοντος, των αγγείων και των εικονικών χαρακτήρων είναι: «Μου έκανε εντύπωση η αληθοφάνεια των αντικειμένων», «Μου έκανε εντύπωση η αμεσότητα και το πόσο αληθοφανές ήταν τα αντικείμενα», «Αυτό που μου έκανε εντύπωση ήταν οι κινήσεις οι δικές μου και των άλλων ανθρώπων. Είχα την αίσθηση ότι ήμουν παρών στο περιβάλλον», «Το εικονικό περιβάλλον ήταν πολύ καλά σχεδιασμένο», «Μου έκανε εντύπωση η ακρίβεια με την οποία ήταν σχεδιασμένα τα αγγεία και η ποιότητα της ξενάγησης», «Μου έκανε εντύπωση η λεπτομερής περιγραφή της ξεναγού. Ήταν αληθοφανής λες και ήμουν σε πραγματικό μουσείο». Σχετικά με τις μαθησιακές δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ, παραδείγματα αποτελούν: «Η όλη διαδικασία ήταν εντυπωσιακή καθώς και οι δραστηριότητες που έπρεπε να κάνω», «Οι δραστηριότητες ήταν πολύ ενδιαφέρουσες και θα ήθελα να υπήρχαν περισσότερες». Μια φοιτήτρια δήλωσε σχετικά με τις εκπαιδευτικές δυνατότητες που προσφέρει η αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας ότι «Μου έκανε εντύπωση πόσο εύκολα και ευχάριστα μπορεί κάποιος να πληροφορηθεί για κάποιο θέμα με τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας σε σχέση με συμβατικές μεθόδους, όπως η ανάγνωση ενός βιβλίου» ενώ μια άλλη δήλωσε ότι «το εικονικό περιβάλλον ελκύει την προσοχή κάτι που οδηγεί σε έναν διαφορετικό τρόπο μάθησης». Σχετικά με την πλοήγηση και τον χειρισμό των αντικειμένων του ΕΕΠ, παραδείγματα θετικών σχολίων αποτελούν: «Με εντυπωσίασε το γεγονός ότι μπορούσα να μετακινήσω τα αντικείμενα και να τα δω από όλες τις πλευρές», «Μου άρεσε πολύ που μπορούσα να μετακινώ τα αντικείμενα και να τα ελέγχω. Ήταν σαν να συμμετέχω και εγώ σε αυτή την δραστηριότητα» και «η αίσθηση ότι βρίσκομαι και κινούμαι μέσα στον χώρο, με ενθουσίασε». Από την άλλη μεριά, δύο χρήστες δήλωσαν ότι θα

προτιμούσαν μεγαλύτερη ταχύτητα στην κάμερα. Τα υπόλοιπα αρνητικά σχόλια αφορούσαν κυρίως στην εμφάνιση των εικονικών χαρακτήρων (π.χ. «μου άρεσε η χωροταξία της αίθουσας αλλά δεν μου άρεσε αισθητικά η ξεναγός»), στα γραφικά καθώς δύο άτομα ζήτησαν βελτίωση των γραφικών και στην ζαλάδα που ένιωσαν τρεις χρήστες μόλις έβγαλαν τα στερεοσκοπικά γυαλιά. Τέλος, ένας χρήστης δήλωσε «Θα προτιμούσα να χρησιμοποιήσω joystick αντί για ποντίκι - πληκτρολόγιο».

4 ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΤΩΝ ΣΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

4.1 Εισαγωγή

Η πρώτη εμπειρική μελέτη που πραγματοποιήθηκε με χρήση του εικονικού περιβάλλοντος που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας έδειξε ότι το μέγεθος της οθόνης προβολής αποτελεί έναν τεχνολογικό παράγοντα που δεν έχει επίδραση στην αίσθηση χωρικής παρουσίας των χρηστών. Ο ατομικός παράγοντας, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή στην πρώτη έρευνα, το ενδιαφέρον προς το θέμα που παρουσιάζεται στο εικονικό περιβάλλον, συσχετίζεται θετικά με την αίσθηση της χωρικής παρουσίας και του αντιληπτού ρεαλισμού. Τα μαθησιακά αποτελέσματα, τα οποία στην πρώτη έρευνα αξιολογήθηκαν με την βαθμολόγηση των απαντήσεων των χρηστών σε τρεις γραπτές ερωτήσεις, δεν βρέθηκε να συσχετίζονται ούτε με το μέγεθος της οθόνης προβολής ούτε με το ενδιαφέρον των χρηστών προς το θέμα του ΕΕΠ ούτε με την αίσθηση παρουσίας των χρηστών.

Στην δεύτερη έρευνα επιλέχθηκε να μελετηθεί, ως τεχνολογικός παράγοντας, η επίδραση της στερεοσκοπικής ή μη προβολής του εικονικού περιβάλλοντος και ως παράγοντας περιεχομένου η διδακτική στρατηγική. Σύμφωνα με προηγούμενες έρευνες, η στερεοσκοπική προβολή ενισχύει την αίσθηση της παρουσίας (Freeman et al., 2000; Hendrix & Barfield, 1996; IJsselsteijn, Ridder, Freeman, Avons, & Bouwhuis, 2001; Lee & Kim, 2008; Youngblut, 2007). Ωστόσο, στις έρευνες αυτές δεν χρησιμοποιήθηκαν ΕΕΠ και ακολουθήθηκε η πειραματική σχεδίαση εντός υποκειμένων (within subjects design), δηλαδή οι ίδιοι χρήστες βίωσαν την εικονική εμπειρία στις διάφορες συνθήκες προβολής και στη συνέχεια αξιολόγησαν την αίσθηση παρουσίας. Σε μια έρευνα που ακολουθήθηκε η πειραματική σχεδίαση μεταξύ υποκειμένων (between subjects design) τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε διαφορά ανάμεσα στην στερεοσκοπική και την μονοσκοπική προβολή (Baños et al., 2008). Σχετικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα, σε μια έρευνα, στην οποία μελετήθηκε η επίδραση της στερεοσκοπίας σε ένα ΕΕΠ στο οποίο παρουσιάζονταν θέματα φυσικής και χημείας, το συμπέρασμα ήταν ότι η στερεοσκοπία επηρεάζει τα μαθησιακά αποτελέσματα σε συνάρτηση με το θέμα που εξετάζεται (Trindade et al., 2002).

Το περιεχόμενο του εικονικού περιβάλλοντος διαφοροποιείται από την εφαρμογή δύο διαφορετικών διδακτικών στρατηγικών, οι οποίες βασίζονται στην εποικοδομιστική θεωρία μάθησης. Στην πρώτη διδακτική στρατηγική (εξερεύνηση της συλλογής των αγγείων), οι συμμετέχοντες επισκέφθηκαν τη συλλογή με τα αγγεία και μόλις θεώρησαν ότι απέκτησαν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, ολοκλήρωσαν την επίσκεψή τους στο εικονικό περιβάλλον. Οι συμμετέχοντες της δεύτερης διδακτικής στρατηγικής (δραστηριότητες ταξινόμησης) είχαν ένα πιο ενεργό ρόλο, καθώς ενεπλάκησαν σε αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες. Μόλις ολοκλήρωσαν την επίσκεψή τους στη συλλογή των αγγείων, μεταφέρθηκαν στον χώρο της ανασκαφής και τους ανατέθηκε να συλλέξουν σε ένα καλάθι τα κομμάτια αγγείων που ανήκαν στον γεωμετρικό και στον ερυθρόμορφο ρυθμό. Ένας εικονικός χαρακτήρας ενημέρωνε τον χρήστη για το σωστό ή λάθος της επιλογής του κομματιού αγγείου που τοποθετούσε ο χρήστης στο καλάθι της ανασκαφής. Όταν ο χρήστης τοποθετούσε ένα κομμάτι αγγείου στο καλάθι έβλεπε τα υπόλοιπα κομμάτια αγγείων που είχαν επιλεγεί σωστά, δηλαδή τα κομμάτια γεωμετρικού και ερυθρόμορφου ρυθμού. Αν ο εικονικός χαρακτήρας τον ενημέρωνε ότι η επιλογή του δεν είναι σωστή και είχε επιλέξει κομμάτι αγγείου μελανόμορφου ρυθμού μπορούσε να συγκρίνει και να κατανοήσει τους λόγους για τους οποίους είχε πραγματοποιήσει το λάθος. Αν η επιλογή του ήταν σωστή τον ενημέρωνε για το αν είναι ερυθρόμορφου ή γεωμετρικού ρυθμού. Με την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας, ο χρήστης έπρεπε να εισέλθει στην αποθήκη της ανασκαφής, όπου του ανατέθηκε να ταξινομήσει τα έξι αγγεία που βρίσκονταν στο κέντρο της αποθήκης στο κατάλληλο βάθρο. Κάθε φορά που ο χρήστης τοποθετούσε ένα αγγείο σε ένα βάθρο, ένας εικονικός χαρακτήρας τον ενημέρωνε αν η επιλογή του ήταν σωστή. Σε περίπτωση λάθους, ο χρήστης μπορούσε να αλλάξει την απόφασή του.

Ως ατομικό χαρακτηριστικό επιλέχθηκε το ενδιαφέρον προς το θέμα του ΕΕΠ ώστε να εξεταστεί αν θα επαναληφθεί το αποτέλεσμα της πρώτης έρευνας. Επίσης, επιλέχθηκε η εμπειρία στη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών καθώς τα αποτελέσματά της επίδρασής της στην αίσθηση της παρουσίας είναι αντικρουόμενα (Sacau et al., 2008).

Παράλληλα, εξετάστηκε η επίδραση των προαναφερόμενων παραγόντων στην επικέντρωση της προσοχής, στην αναστολή δυσπιστίας και τον αντιληπτό ρεαλισμό των χρηστών. Η προσέλκυση της προσοχής των χρηστών από το εικονικό περιβάλλον αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην διαμόρφωση της αίσθησης της παρουσίας των χρηστών (Draper, Kaber, & Usher, 1998; Ijsselsteijn et al., 2000; Wirth et al., 2007; Witmer & Singer, 1998). Η αναστολή της δυσπιστίας επίσης θεωρείται μια μεταβλητή που μπορεί να επηρεάζει τα επίπεδα παρουσίας των χρηστών (Dede, 2009; Ijsselsteijn et al., 2000; Lombard & Ditton, 1997; Sacau et al., 2008). Ο αντιληπτός ρεαλισμός επιλέχθηκε ως μεταβλητή για να εξεταστεί αν θα επαναληφθεί το αποτέλεσμα της πρώτης έρευνας, η οποία έδειξε ότι υπάρχει μια ισχυρή θετική συσχέτιση με την αίσθηση της παρουσίας και το ενδιαφέρον προς το θέμα του ΕΕΠ.

4.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα της δεύτερης εμπειρικής μελέτης είναι:

1. Ποια η επίδραση της τεχνολογίας προβολής και της διδακτικής στρατηγικής στην επικέντρωση προσοχής, στην αναστολή δυσπιστίας, στην αίσθηση χωρικής παρουσίας, στον αντιληπτό ρεαλισμό και στα μαθησιακά αποτελέσματα;
2. Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο ενδιαφέρον των χρηστών για το προς μελέτη θέμα και στην επικέντρωση προσοχής, στην αναστολή δυσπιστίας, στην αίσθηση χωρικής παρουσίας, στον αντιληπτό ρεαλισμό και στα μαθησιακά αποτελέσματα;
3. Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών και στην επικέντρωση προσοχής, στην αναστολή δυσπιστίας, στην αίσθηση χωρικής παρουσίας, στον αντιληπτό ρεαλισμό και στα μαθησιακά αποτελέσματα;
4. Οι συμμετέχοντες με μεγαλύτερη αίσθηση παρουσίας παρουσίασαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα;
5. Ποια η επίδραση της τεχνολογίας προβολής στην απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος;
6. Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο ενδιαφέρον των χρηστών για το προς μελέτη θέμα και στην απόδοσή τους στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος;
7. Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών και στην απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος;
8. Οι συμμετέχοντες με μεγαλύτερη αίσθηση παρουσίας παρουσίασαν καλύτερη απόδοση στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος;

4.3 Μεθοδολογία

4.3.1 Δείγμα

Στο πείραμα συμμετείχαν 98 φοιτήτριες /τες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η συμμετοχή τους ήταν εθελοντική και θεωρήθηκε πρόσθετη δραστηριότητα με συμμετοχή στο βαθμό για μάθημα του πρώτου έτους σπουδών. Δύο φοιτήτριες διέκοψαν τη διαδικασία επειδή αισθάνθηκαν ναυτία από τη χρήση των στερεοσκοπικών γυαλιών. Επομένως, το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 96 φοιτητές (17 άνδρες, 79 γυναίκες, μέση ηλικία 19.76, τυπική απόκλιση 2.34, εύρος ηλικίας από 18-32 ετών).

4.3.2 Εξοπλισμός

Ένας προσωπικός υπολογιστής με κάρτα γραφικών NVIDIA Quadro FX5600 χρησιμοποιήθηκε και στις δύο συνθήκες προβολής. Το ΕΕΠ προβλήθηκε στον τοίχο (120"

μέγεθος, 1920x1080 ανάλυση, 120Hz ρυθμός ανανέωσης) με χρήση του προβολέα CHRISTIE Mirage HD6 1080 HD DLP®. Οι χρήστες κάθονταν 3μ. μακριά από τον τοίχο. Στην στερεοσκοπική συνθήκη προβολής, οι χρήστες φορούσαν στερεοσκοπικά γυαλιά STEREOGRAPHICS Crystal Eyes 3. Για την αλληλεπίδρασή τους με το εικονικό περιβάλλον χρησιμοποίησαν το συνδυασμό ποντίκι – πληκτρολόγιο.

4.3.3 Διαδικασία

Η αλληλεπίδραση με το ΕΕΠ πραγματοποιήθηκε σε μια σκοτεινή και απομονωμένη αίθουσα του Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση, του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Οι χρήστες κατά την άφιξή τους, τοποθετήθηκαν τυχαία σε μια από τις τέσσερις πειραματικές συνθήκες (τεχνολογία προβολής x διδακτική στρατηγική):

1. Στερεοσκοπική προβολή – δραστηριότητες ταξινόμησης.
2. Στερεοσκοπική προβολή – εξερεύνηση της συλλογής των αγγείων.
3. Μονοσκοπική προβολή – δραστηριότητες ταξινόμησης.
4. Μονοσκοπική προβολή – εξερεύνηση της συλλογής των αγγείων.

Πριν την έναρξη της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον, κάθε χρήστης απάντησε στα δημογραφικά στοιχεία του ερωτηματολογίου και σε ερωτήσεις σχετικές με την εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρονικών παιχνιδιών, καθώς και με την τέχνη των αρχαίων αγγείων. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα παρατίθεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.

Στη συνέχεια οι συμμετέχοντες εξοικειώθηκαν με τη χρήση του πληκτρολογίου και του ποντικιού για την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον, με χρήση του ίδιου περιβάλλοντος που χρησιμοποιήθηκε και στην πρώτη έρευνα και περιγράφεται στην ενότητα 3.3.3. Αμέσως μετά την επίσκεψη στο εικονικό περιβάλλον απάντησαν στο ερωτηματολόγιο μέτρησης της αίσθησης της παρουσίας και στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της εφαρμογής. Τέλος απάντησαν τις ερωτήσεις που σχετίζονταν με τους μαθησιακούς στόχους.

4.3.4 Κλίμακες μέτρησης μεταβλητών

Μετά την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον όλοι οι χρήστες συμπλήρωσαν τμήμα του ερωτηματολογίου MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ) (Vorderer et al., 2004), μεταφρασμένο στα ελληνικά. Η επικέντρωση προσοχής (ΕΠ), η αναστολή δυσπιστίας (ΑΔ), η αυτό-τοποθέτηση (ΧΠΑΤ), οι πιθανές ενέργειες (ΧΠΠΕ) και το ενδιαφέρον προς το θέμα που παρουσιάστηκε (ΕΝΔ), αποτελούν υποκλίμακες του MEC-SPQ. Κάθε υποκλίμακα του MEC-SPQ αποτελείται από οκτώ ερωτήσεις βαθμονομημένες με κλίμακα Likert από 1 (διαφωνώ απολύτως) έως 5 (συμφωνώ απολύτως).

Η αξιοπιστία του MEC-SPQ έχει επιβεβαιωθεί σε προηγούμενες έρευνες (Sacau et al., 2005; Vorderer et al., 2004) και επιβεβαιώθηκε ακόμη μια φορά στην παρούσα έρευνα. Ο συντελεστής Cronbach α για τις υποκλίμακες (ΕΠ, ΑΔ, ΧΠΤΕ, ΧΠΠΕ, ΕΝΔ) που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα ήταν .94, .82, .95, .91, αντίστοιχα, κάτι που φανερώνει υψηλή αξιοπιστία των κλιμάκων μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν. Η χωρική παρουσία (ΧΠ) υπολογίστηκε ως η μέση τιμή των ΧΠΤΕ και ΧΠΠΕ.

Η εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών μετρήθηκε ρωτώντας τους συμμετέχοντες πόσες ώρες εβδομαδιαίως και για πόσα χρόνια χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά παιχνίδια, καθώς και πώς κρίνουν οι ίδιοι την ικανότητά τους (σε κλίμακα από 1 έως 5, με το 1 να σημαίνει «καμία ικανότητα» και το 5 «άριστη ικανότητα») ως προς τη χρήση τους.

Η απόδοση στις εντός του εικονικού περιβάλλοντος δραστηριότητες για τους χρήστες που τοποθετήθηκαν στην ομάδα διδακτικής στρατηγικής «δραστηριότητες ταξινόμησης» αξιολογήθηκε με τον αριθμό των λαθών στα οποία υπέπεσαν οι συμμετέχοντες ενώ μετρήθηκε και ο χρόνος ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων εντός του ΕΠ.

Στο τελευταίο τμήμα του ερωτηματολογίου που συμπλήρωσαν οι χρήστες μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον τους ζητήθηκε να αξιολογήσουν θέματα που άπτονται της διεπαφής της εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα ο ρεαλισμός του εικονικού περιβάλλοντος, αξιολογήθηκε από τις απαντήσεις σε οκτώ ερωτήσεις τύπου Likert βαθμολογώντας από 1 (διαφωνώ απολύτως) έως 5 (συμφωνώ απολύτως) θέματα που σχετίζονται με την αληθοφάνεια των αντικειμένων και των εικονικών χαρακτήρων, την ευκολία αλληλεπίδρασης και την ανατροφοδότηση του ΕΠ. Για την αξιολόγηση της χρήσης του συνδυασμού ποντίκι – πληκτρολόγιο ως συσκευών εισόδου, οι χρήστες απάντησαν σε τρεις ερωτήσεις τύπου Likert 5 σημείων, όπως και για την αξιολόγηση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που κλήθηκαν να ολοκληρώσουν εντός του ΕΠ. Τέλος, τους ζητήθηκε να απαντήσουν σε κλίμακα από 1 (διαφωνώ απολύτως) έως 5 (συμφωνώ απολύτως) στην ερώτηση «Συνολικά η εμπειρία μου στον εικονικό περιβάλλον ήταν ευχάριστη» και να συμπληρώσουν ελεύθερα τη γνώμη τους στην ερώτηση «Ανάφερε κάτι που σου έκανε εντύπωση, θετικό ή αρνητικό ή κάτι που θα ήθελες να βελτιωθεί».

Τα μαθησιακά αποτελέσματα αξιολογήθηκαν με βάση τον αριθμό των λαθών στα οποία υπέπεσαν οι συμμετέχοντες σε δέκα ερωτήσεις που τους υποβλήθηκαν μέσα στο εικονικό περιβάλλον, μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης και αφού είχαν συμπληρώσει τα υπόλοιπα τμήματα του ερωτηματολογίου. Στους χρήστες προβλήθηκαν 3Δ κομμάτια αγγείων ή ολόκληρα αγγεία μέσω του στερεοσκοπικού προβολέα και του Η/Υ που χρησιμοποιήθηκε για τη διενέργεια του πειράματος και τους ζητήθηκε να επιλέξουν κομμάτια αγγείων ανάλογα με το ρυθμό τους, να επιλέξουν αγγεία σύμφωνα με το όνομά τους και να επιλέξουν αγγεία σύμφωνα με τις χρήσεις τους (Σχήμα 4.1, Σχήμα 4.2).



Σχήμα 4.1: Ερώτηση κατανόησης σχετική με τους ρυθμούς διακόσμησης των αγγείων



Σχήμα 4.2: Ερώτηση κατανόησης σχετική με τις χρήσεις των αγγείων

Υπήρχαν τρεις ερωτήσεις σχετικές με τον ρυθμό διακόσμησης των αρχαίων αγγείων:

1. Επέλεξε τα κομμάτια αγγείων ερυθρόμορφου ρυθμού
2. Επέλεξε τα κομμάτια αγγείων γεωμετρικού ρυθμού
3. Επέλεξε τα κομμάτια αγγείων μελανόμορφου ρυθμού

Σε αυτές τις τρεις ερωτήσεις χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια δεκαπέντε κομμάτια αγγείων. Πέντε από αυτά τα κομμάτια ανήκαν στον ερυθρόμορφο ρυθμό, τέσσερα στον γεωμετρικό ρυθμό και έξι στον μελανόμορφο ρυθμό.

Στις επόμενες τρεις ερωτήσεις, οι συμμετέχοντες έπρεπε να επιλέξουν το σωστό αγγείο, ανάμεσα από πέντε, ανάλογα με το όνομά του:

4. Ποιο από τα παρακάτω αγγεία είναι ο αμφορέας;
5. Ποιο από τα παρακάτω αγγεία είναι η λήκυθος;
6. Ποιο από τα παρακάτω αγγεία είναι ο κρατήρας;

Οι τελευταίες τέσσερις ερωτήσεις σχετίζονταν με τις χρήσεις των αγγείων και οι χρήστες έπρεπε να επιλέξουν το σωστό ή τα σωστά από πέντε αγγεία:

7. Ποια από τα παρακάτω είναι αγγεία αποθήκευσης;
8. Ποια από τα παρακάτω είναι αγγεία μείξης οίνου με νερού;
9. Ποια από τα παρακάτω είναι αγγεία μεταφοράς νερού;
10. Ποια από τα παρακάτω είναι επιτραπέζια αγγεία;

4.4 Αποτελέσματα

Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε με χρήση του διαδικτυακού εργαλείου SurveyGizmo. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση του προγράμματος SPSS 19.0.

4.4.1 Δημογραφικά στοιχεία

Το δείγμα της δεύτερης έρευνας αποτέλεσαν 96 φοιτήτριες / φοιτητές του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Άνδρες ήταν 17 άτομα (17.71%) ενώ οι γυναίκες ήταν 79 (82.29%). Εξήντα πέντε από τους συμμετέχοντες ήταν φοιτήτριες / φοιτητές του πρώτου έτους σπουδών (67.71%). Δώδεκα (12.50%) παρακολουθούσαν το δεύτερο έτος σπουδών, 17 (17.71%) το τρίτο έτος και δύο (2.08%) το τέταρτο έτος σπουδών. Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων (69 άτομα, 71.88%) είχε εισαχθεί στο Πανεπιστήμιο έχοντας ακολουθήσει τη θεωρητική κατεύθυνση. Δεκαοκτώ συμμετέχοντες (18.75%) είχαν ακολουθήσει την τεχνολογική κατεύθυνση ενώ εννέα άτομα (9.37%) προέρχονταν από τη θετική κατεύθυνση.

Οι χρήστες κατά την άφιξή τους, τοποθετήθηκαν τυχαία σε μια από τις τέσσερις πειραματικές συνθήκες (τεχνολογία προβολής x διδακτική στρατηγική):

1. Στερεοσκοπική προβολή – δραστηριότητες ταξινόμησης
2. Στερεοσκοπική προβολή – εξερεύνηση της συλλογής των αγγείων
3. Μονοσκοπική προβολή – δραστηριότητες ταξινόμησης
4. Μονοσκοπική προβολή – εξερεύνηση της συλλογής των αγγείων

Στον Πίνακα 4.1 παρατίθεται ο αριθμός, το φύλο και η ηλικία των συμμετεχόντων σε κάθε πειραματική συνθήκη καθώς και η χρονική διάρκεια της επίσκεψής τους στο εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον για κάθε πειραματική συνθήκη.

Πίνακας 4.1: Δημογραφικά στατιστικά των πειραματικών ομάδων της 2^{ης} έρευνας

Πειραματική Συνθήκη	Συμμετέχοντες						
	Σύνολο	Γυναίκες	Άνδρες	Ηλικία		Διάρκεια επίσκεψης (λεπτά)	
				Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Στερεοσκοπική προβολή – δραστηριότητες ταξινόμησης	24	19	5	20.83	3.86	19.66	4.21
Στερεοσκοπική προβολή – εξερεύνηση	24	21	3	20.00	1.02	9.67	2.68
Μονοσκοπική προβολή – δραστηριότητες ταξινόμησης	24	20	4	18.92	0.72	19.85	4.08
Μονοσκοπική προβολή - εξερεύνηση	24	19	5	19.29	1.99	10.93	3.31

4.4.2 Εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών

Πριν την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον, οι χρήστες απάντησαν ερωτήσεις σχετικά με την εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Συγκεκριμένα, απάντησαν στις εξής ερωτήσεις: α) «Πόσα χρόνια χρησιμοποιείς ηλεκτρονικά παιχνίδια;», β) «Πόσες ώρες εβδομαδιαίως ασχολείσαι με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια;», γ) «Πώς θα έκρινες την ικανότητά σου ως προς την χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών;» (σε κλίμακα από 1 έως 5, όπου το 1 σήμαινε καμία σχέση, το 2 ελάχιστη, το 3 καλή, το 4 πολύ καλή και το 5 άριστη), δ) «Ποια ηλεκτρονικά παιχνίδια παίζεις;». Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των απαντήσεων στις τρεις πρώτες ερωτήσεις συνοψίζονται στον Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών

	Χρόνια χρήσης		Ώρες εβδομαδιαίως		Δεξιότητα Χρήσης	
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Ηλεκτρονικά παιχνίδια	2.07	3.01	1.62	4.82	1.97	1.30

Από τον Πίνακα 4.2 προκύπτει ότι οι συμμετέχοντες δεν παρουσιάζουν μεγάλη εξοικείωση με τη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Ωστόσο, αν το δείγμα χωριστεί ανάλογα με το φύλο, παρατηρείται ότι οι άνδρες χρησιμοποιούν περισσότερο ηλεκτρονικά παιχνίδια και κρίνουν τους εαυτούς τους ως περισσότερο ικανούς στην χρήση τους (Πίνακας 4.3).

Πίνακας 4.3: Εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών ανά φύλο

Φύλο	Πλήθος Συμμετεχόντων	Εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών					
		Χρόνια χρήσης		Ώρες εβδομαδιαίως		Δεξιότητα χρήσης	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Άνδρες	17	5.59	3.39	6.82	9.63	3.59	1.37
Γυναίκες	79	1.32	2.33	.51	1.48	1.62	.99

4.4.3 Επίδοση σε ερωτήσεις γνώσεων

Όπως και στην πρώτη έρευνα, πριν την έναρξη της διαδικασίας, οι χρήστες κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικές με την τέχνη των αρχαίων αγγείων. Οι ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν ήταν οι εξής:

1. Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;
2. Ποια τα βασικά στοιχεία του κάθε ρυθμού;
3. Ποιες χρονικές περιόδους επικράτησε ο κάθε ρυθμός;
4. Ποια είδη αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;
5. Ποια η χρήση του καθενός;

Οι σωστές και πλήρεις απαντήσεις στις παραπάνω ερωτήσεις μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

1. Γεωμετρικός, μελανόμορφος, ερυθρόμορφος.
2. Στον γεωμετρικό ρυθμό, η διακόσμηση περιλαμβάνει πλήθος γεωμετρικών μοτίβων, με τα οποία αποδίδονται και τα διάφορα μέρη των ανθρωπίνων ή ζωικών μορφών (Τιβέριος, 1996). Στον μελανόμορφο ρυθμό, οι μορφές αποδίδονται με σκιαγραφία και οι λεπτομέρειες με χάραξη και δύο επίθετα χρώματα, λευκό και ιώδες (Τιβέριος, 1996). Στον ερυθρόμορφο ρυθμό οι μορφές και γενικότερα η διακόσμηση αφήνεται στο χρώμα του πηλού, ενώ οι υπόλοιπες επιφάνειες του αγγείου καλύπτονται με μαύρο χρώμα (Τιβέριος, 1996). Θα θεωρούνταν σωστές όμως και λιγότερο ολοκληρωμένες απαντήσεις, π.χ. στον μελανόμορφο ρυθμό οι μορφές είναι μαύρες ή στον ερυθρόμορφο ρυθμό η διακόσμηση έχει χρώμα ερυθρό.
3. Ο γεωμετρικός ρυθμός επικράτησε από το 900 έως το 700π.Χ., ο μελανόμορφος από τις αρχές του 7^{ου} αιώνα έως το 480π.Χ. και ο ερυθρόμορφος από το 530 έως το 320π.Χ. περίπου (Τιβέριος, 1996).
4. Από τα δεκάδες είδη αρχαίων αγγείων, οι χρήστες ήταν ελεύθεροι να συμπληρώσουν όσα ονόματα αγγείων (π.χ. αμφορέας, κρατήρας κτλ) γνωρίζουν.
5. Από τις διάφορες χρήσεις του κάθε αγγείου, οι χρήστες ήταν ελεύθεροι να συμπληρώσουν όσες γνωρίζουν (αποθήκευσης, πόσεως, επιτραπέζια κτλ).

Παρόλο που η πλειονότητα (71.88%) των συμμετεχόντων είχε εισαχθεί στο τμήμα έχοντας παρακολουθήσει μαθήματα θεωρητικής κατεύθυνσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χρήστες δεν γνώριζαν πολλά από τα θέματα που άπτονταν της τέχνης των αρχαίων αγγείων.

Οι απαντήσεις των χρηστών στην πρώτη ερώτηση φαίνονται στον Πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4: Απαντήσεις συμμετεχόντων στην ερώτηση: «Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;»

Απάντηση	Αριθμός Συμμετεχόντων	Ποσοστό (%)
Κανέναν	68	70,79
Δωρικός – Ιωνικός	5	5,21
Γεωμετρικός	4	4,17
Μελανόμορφος	2	2,08
Ερυθρόμορφος	1	1,04
Γεωμετρικός – Μελανόμορφος	1	1,04
Γεωμετρικός – Ερυθρόμορφος	1	1,04
Μελανόμορφος – Ερυθρόμορφος	12	12,5
Γεωμετρικός – Μελανόμορφος – Ερυθρόμορφος	2	2,08

Στην δεύτερη ερώτηση, μια συμμετέχουσα απάντησε ότι «ο ερυθρόμορφος είχε περισσότερα κόκκινα χρώματα ενώ ο μελανόμορφος σκούρα χρώματα με αποχρώσεις μπλε και μαύρο». Μια άλλη απάντησε για τον γεωμετρικό ρυθμό ότι «απεικονίζονται γεωμετρικά σχήματα». Οι υπόλοιποι 94 δεν απάντησαν στην ερώτηση.

Μία συμμετέχουσα απάντησε ότι ο ερυθρόμορφος και ο μελανόμορφος ρυθμός επικράτησαν τον 5^ο αιώνα π.Χ., μια άλλη απάντησε ότι ο ερυθρόμορφος ρυθμός επικράτησε «τα κλασικά χρόνια», ενώ ένας φοιτητής απάντησε ότι «ο μελανόμορφος και ο ερυθρόμορφος ρυθμός επικράτησαν τον χρυσό αιώνα του Περικλή». Οι υπόλοιποι 93 συμμετέχοντες δεν απάντησαν σε αυτή την ερώτηση.

Οι απαντήσεις των χρηστών στην τέταρτη ερώτηση παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.5.

Πίνακας 4.5: Απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση: «Ποια είδη αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;»

Απάντηση	Αριθμός Συμμετεχόντων	Ποσοστό (%)
Κανένα	66	68.75
Αμφορέας	25	26.04
Κύλικα	1	1.04
Κρατήρας	1	1.04
Λήκυθος	2	2.08
Στάμνος	1	1.04

Στην πέμπτη ερώτηση, από τους 25 χρήστες που γνώριζαν τον αμφορέα, τέσσερις απάντησαν σωστά, ότι οι αμφορείς χρησιμοποιούνταν για αποθήκευση υγρών και στερεών, ενώ δύο απάντησαν λανθασμένα ότι η χρήση του αφορούσε στην μεταφορά νερού. Ο χρήστης που απάντησε «κρατήρας» στην τέταρτη ερώτηση, γνώριζε και την χρήση του καθώς απάντησε ότι «ο κρατήρας χρησίμευε για ανάμειξη του κρασιού με νερό». Οι υπόλοιποι δεν απάντησαν σε αυτή την ερώτηση.

Από τις απαντήσεις των χρηστών εξάγεται το συμπέρασμα ότι και στην δεύτερη έρευνα, το δείγμα των φοιτητών δεν είχε ιδιαίτερες γνώσεις για την τέχνη των αρχαίων αγγείων πριν την αλληλεπίδρασή του με το εικονικό περιβάλλον. Το 70.79% του δείγματος δεν

γνώριζε το όνομα κανενός από τους ρυθμούς διακόσμησης των αρχαίων αγγείων. Μόνο δύο άτομα γνώριζαν τα ονόματα των τριών βασικών ρυθμών διακόσμησης, 12 άτομα γνώριζαν τον μελανόμορφο και τον ερυθρόμορφο ρυθμό, ενώ πέντε άτομα θεώρησαν λανθασμένα ότι ο ιωνικός και ο δωρικός ρυθμός είναι οι ρυθμοί διακόσμησης των αρχαίων αγγείων. Κανείς επίσης από τους συμμετέχοντες δεν γνώριζε τα βασικά στοιχεία και των τριών ρυθμών, ενώ ένα άτομο απάντησε για τα βασικά στοιχεία του ερυθρόμορφου και του μελανόμορφου ρυθμού και ένα άτομο γνώριζε ότι στα γεωμετρικά αγγεία οι απεικονίσεις αποτελούνται από γεωμετρικά σχήματα. Στην ερώτηση σχετικά με τα είδη των αρχαίων αγγείων που γνωρίζουν, οι συμμετέχοντες σε ποσοστό 68.75% δεν γνώριζαν κανένα από τα δεκάδες είδη αγγείων της αρχαιότητας. Ακόμα χειρότερη ήταν η επίδοση του δείγματος στην ερώτηση σχετικά με την χρονική περίοδο που επικράτησε ο κάθε ρυθμός.

Όπως αναφέρθηκε, η πλειονότητα των συμμετεχόντων (71.88%), και στην δεύτερη αυτή έρευνα, είχε εισαχθεί στο τμήμα έχοντας παρακολουθήσει μαθήματα θεωρητικής κατεύθυνσης, είχαν επομένως αρκετές γνώσεις ιστορίας. Ωστόσο, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χρήστες δεν γνώριζαν πολλά από τα θέματα που άπτονταν της τέχνης των αρχαίων αγγείων.

4.4.4 Αίσθηση παρουσίας

Η μέση τιμή (ΜΤ) και η τυπική απόκλιση (ΤΑ) των μεταβλητών που μετρήθηκαν με το ερωτηματολόγιο μέτρησης της χωρικής παρουσίας MEC-SPQ παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6. Η αίσθηση χωρικής παρουσίας (ΧΠ) υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των μεταβλητών: χωρική παρουσία: αυτό-τοποθέτηση (ΧΠΑΤ) και χωρική παρουσία: πιθανές ενέργειες (ΧΠΠΕ).

Πίνακας 4.6: Περιγραφικά στατιστικά των μεταβλητών του MEC-SPQ για κάθε πειραματική συνθήκη

Μεταβλητές	Πειραματική Συνθήκη							
	Στερεοσκοπική Προβολή				Μονοσκοπική Προβολή			
	Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=24)		Εξερεύνηση (N=24)		Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=24)		Εξερεύνηση (N=24)	
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
ΕΠ	4.22	.64	4.07	.75	4.07	.82	4.08	.79
ΧΠΑΤ	4.02	.90	3.77	.87	4.10	.81	4.02	.67
ΧΠΠΕ	3.96	.65	3.63	.80	3.91	.77	3.81	.71
ΧΠ	3.99	.74	3.70	.74	4.00	.74	3.91	.64
ΑΔ	2.94	.80	3.52	.81	3.01	.84	3.11	.68
ΕΝΔ	3.30	.88	3.35	.78	3.27	.70	3.34	.87

Σημ: ΕΠ: Επικέντρωση Προσοχής, ΧΠΠΕ: Χωρική Παρουσία: Τοποθέτηση Εαυτού, ΧΠΠΕ: Χωρική Παρουσία: Πιθανές Ενέργειες, ΑΔ: Αναστολή Δυσπιστίας, ΕΝΔ: Ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 4.6, και στις τέσσερις πειραματικές συνθήκες οι χρήστες επικέντρωσαν την προσοχή τους στο ΕΕΠ. Η αίσθηση χωρικής παρουσίας ήταν υψηλότερη στους χρήστες που ενεπλάκησαν σε μαθησιακές δραστηριότητες κατά την

επίσκεψη στο ΕΕΠ, τόσο για τη στερεοσκοπική όσο και για τη μονοσκοπική προβολή. Αντίθετα, υψηλότερα επίπεδα αναστολής της δυσπιστίας παρατηρούνται στους χρήστες των οποίων η αλληλεπίδραση με το ΕΕΠ ολοκληρώθηκε με την εξερεύνηση της συλλογής με τα αγγεία. Το υψηλό επίπεδο ενδιαφέροντος στο θέμα του ΕΕΠ πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι οι περισσότεροι από τους χρήστες είχαν ακολουθήσει την θεωρητική κατεύθυνση για την εισαγωγή τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και είχαν πρότερη εκπαίδευση σε θέματα αρχαίας τέχνης.

4.4.5 Απόδοση στις δραστηριότητες εντός εικονικού περιβάλλοντος

Για την αξιολόγηση της απόδοσης των συμμετεχόντων στις εντός του εικονικού περιβάλλοντος δραστηριότητες ταξινόμησης μετρήθηκε ο χρόνος ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων και ο αριθμός των λαθών σε κάθε δραστηριότητα. Υπενθυμίζεται ότι στην πρώτη δραστηριότητα οι χρήστες έπρεπε να επισκεφτούν τον χώρο της ανασκαφής και να συγκεντρώσουν τα κομμάτια αγγείων ερυθρόμορφου και γεωμετρικού ρυθμού. Συνολικά υπήρχαν 10 κομμάτια αγγείων διασκορπισμένα σε πέντε μπλοκ ανασκαφής: τρία ανήκαν στον ερυθρόμορφο ρυθμό, τρία στον γεωμετρικό και τέσσερα στον μελανόμορφο ρυθμό. Στην δεύτερη δραστηριότητα, οι χρήστες κλήθηκαν να τοποθετήσουν έξι αγγεία που βρίσκονταν στην μέση της αποθήκης της ανασκαφής, στα βάζα στα οποία υπήρχαν ταμπέλες με τα αντίστοιχα ονόματα. Και στις δυο δραστηριότητες, οι χρήστες για κάθε απάντησή τους ενημερώνονταν από εικονικούς συνθετικούς χαρακτήρες για το αν η επιλογή του ήταν σωστή. Σε περίπτωση λάθους, ο χρήστης μπορούσε να αλλάξει την απόφασή του. Τα αποτελέσματα του χρόνου ολοκλήρωσης και του αριθμού των λαθών για κάθε τεχνολογία προβολής εμφανίζονται στον Πίνακα 4.7.

Πίνακας 4.7: Χρόνος ολοκλήρωσης και αριθμός λαθών στις δραστηριότητες εντός εικονικού περιβάλλοντος, για κάθε τεχνολογία προβολής

Τεχνολογία Προβολής	N	1 ^η Δραστηριότητα				2 ^η Δραστηριότητα			
		Χρόνος ολοκλήρωσης (λεπτά)		Αριθμός λαθών		Χρόνος ολοκλήρωσης (λεπτά)		Αριθμός λαθών	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Στερεοσκοπική	24	7.63	1.69	1.17	1.13	6.44	1.47	1.50	1.77
Μονοσκοπική	24	7.18	1.91	.71	.69	6.10	1.84	.92	1.10

Από τον Πίνακα 4.7 προκύπτει ότι οι χρήστες υπέπεσαν σε πολύ λίγα λάθη στις δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ, ενώ με μικρή διαφορά καλύτερη επίδοση, τόσο ως προς την ταχύτητα ολοκλήρωσης της δραστηριότητας όσο και ως προς τον αριθμό των λαθών στα οποία υπέπεσαν, εμφάνισαν οι χρήστες στους οποίους το ΕΕΠ προβλήθηκε μονοσκοπικά.

4.4.6 Μαθησιακά αποτελέσματα

Τα μαθησιακά αποτελέσματα αξιολογήθηκαν με βάση τον αριθμό των λαθών στα οποία υπέπεσαν οι συμμετέχοντες σε δέκα ερωτήσεις που τους υποβλήθηκαν μέσα στο εικονικό περιβάλλον, μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης και αφού είχαν συμπληρώσει τα υπόλοιπα τμήματα του ερωτηματολογίου. Τρεις ερωτήσεις ήταν σχετικές με τον ρυθμό διακόσμησης των αρχαίων αγγείων. Και στις τρεις αυτές ερωτήσεις, οι χρήστες είχαν να επιλέξουν από δεκαπέντε κομμάτια αγγείων τα ερυθρόμορφα (πέντε κομμάτια), τα γεωμετρικά (τέσσερα κομμάτια) και τα μελανόμορφα (έξι κομμάτια). Στις επόμενες τρεις ερωτήσεις, οι συμμετέχοντες έπρεπε να επιλέξουν το σωστό αγγείο, ανάμεσα από πέντε, ανάλογα με το όνομά του. Τέλος, στις τέσσερις τελευταίες ερωτήσεις οι χρήστες έπρεπε να επιλέξουν από τα πέντε αγγεία που τους παρουσιάζονταν, τα σωστά ανάλογα με τις χρήσεις τους. Συνολικά, ένας χρήστης έπρεπε να κάνει 25 σωστές επιλογές για να μην έχει κανένα λάθος στις ερωτήσεις κατανόησης. Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση του αριθμού των λαθών στις ερωτήσεις κατανόησης, για κάθε πειραματική συνθήκη παρατίθενται στον Πίνακα 4.8.

Πίνακας 4.8: Αριθμός λαθών στις ερωτήσεις κατανόησης μετά την επίσκεψη στο εικονικό περιβάλλον, για κάθε πειραματική συνθήκη

Αριθμός λαθών	Πειραματική Συνθήκη							
	Στερεοσκοπική Προβολή				Μονοσκοπική Προβολή			
	Δραστηριότητες ταξινόμησης		Εξερεύνηση		Δραστηριότητες ταξινόμησης		Εξερεύνηση	
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
EP1-3	5.00	5.65	10.04	6.05	2.42	2.78	7.46	6.11
EP4-6	.88	.85	.92	.83	.50	.59	.42	.58
EP7-10	2.54	1.47	3.54	1.93	2.12	1.19	2.42	1.67
ΣΥΝΟΛΟ	8.42	6.91	14.50	7.32	5.04	3.04	10.29	6.80

Σημ: EP1-3:Ερωτήσεις 1-3, EP4-6: Ερωτήσεις 4-6, EP7-10: Ερωτήσεις 7-10

Χειρότερη επίδοση εμφάνισαν οι χρήστες που ακολούθησαν την διδακτική στρατηγική της εξερεύνησης της συλλογής με τα αγγεία και στην στερεοσκοπική και στην μονοσκοπική προβολή. Όπως και στις εντός του ΕΕΠ δραστηριότητες καλύτερα απάντησαν οι χρήστες στους οποίους το ΕΕΠ προβλήθηκε μονοσκοπικά.

4.4.7 Αντιληπτός ρεαλισμός

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση για τον αντιληπτό ρεαλισμό των χρηστών στις διαφορετικές συνθήκες προβολής και διδακτικής στρατηγικής παρατίθενται στον Πίνακα 4.9.

Πίνακας 4.9: Αντιληπτός ρεαλισμός μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο ΕΠ, για κάθε πειραματική συνθήκη

	Πειραματική Συνθήκη							
	Σtereοσκοπική Προβολή				Μονοσκοπική Προβολή			
	Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=24)		Εξερεύνηση (N=24)		Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=24)		Εξερεύνηση (N=24)	
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Αντιληπτός Ρεαλισμός	3.97	.52	3.91	.56	4.05	.55	3.97	.45

Δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές στις επίπεδα αντιληπτού ρεαλισμού ανάμεσα στους χρήστες των τεσσάρων πειραματικών ομάδων, αν και προκαλεί ίσως έκπληξη το γεγονός ότι υψηλότερες τιμές εμφανίζουν οι χρήστες στους οποίους το ΕΕΠ προβλήθηκε μονοσκοπικά.

4.4.8 Αξιολόγηση συσκευών εισόδου

Για την αξιολόγηση της χρήσης του συνδυασμού ποντίκι – πληκτρολόγιο ως συσκευών εισόδου, οι χρήστες βαθμολόγησαν από 1 (διαφωνώ απολύτως) έως 5 (συμφωνώ απολύτως) τις παρακάτω προτάσεις:

1. Πλοηγήθηκα εύκολα στο εικονικό περιβάλλον.
2. Θα προτιμούσα να χρησιμοποιήσω κάποια άλλη συσκευή για την πλοήγησή μου στο εικονικό περιβάλλον.
3. Ο συνδυασμός ποντίκι - πληκτρολόγιο με διευκόλυνε στο χειρισμό των αντικειμένων.

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των απαντήσεων για κάθε πειραματική συνθήκη παρατίθενται στον Πίνακα 4.10.

Πίνακας 4.10: Αξιολόγηση των συσκευών εισόδου για κάθε πειραματική συνθήκη

	Πειραματική Συνθήκη							
	Σtereοσκοπική Προβολή				Μονοσκοπική Προβολή			
	Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=24)		Εξερεύνηση (N=24)		Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=24)		Εξερεύνηση (N=24)	
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Αξιολόγηση συσκευών εισόδου	3.33	.87	3.58	.86	3.71	.74	3.96	.71

Από τον Πίνακα 4.10 φαίνεται ότι ο συνδυασμός ποντίκι – πληκτρολόγιο ως συσκευών εισόδου κρίνεται θετικά από τους χρήστες σε όλες τις συνθήκες προβολής και για την πλοήγησή τους στο εικονικό περιβάλλον αλλά και για τον χειρισμό των εικονικών αντικειμένων.

4.4.9 Αξιολόγηση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων

Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες του εικονικού περιβάλλοντος αξιολογήθηκαν από τους χρήστες και των δύο ομάδων διδακτικής στρατηγικής. Οι χρήστες που τοποθετήθηκαν στην ομάδα που απλώς εξερεύνησε τη συλλογή με τα αρχαία αγγεία, αξιολόγησαν μόνο αυτή την δραστηριότητα, ενώ οι χρήστες της άλλης ομάδας αξιολόγησαν και τις δραστηριότητες με τις οποίες ενεπλάκησαν στην ανασκαφή και στην αποθήκη. Οι τρεις τύπου Likert ερωτήσεις στις οποίες κλήθηκαν να απαντήσουν οι χρήστες, βαθμολογώντας από 1 (διαφωνώ απολύτως) έως 5 (συμφωνώ απολύτως) είναι:

1. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες ήταν κατάλληλες για την επίτευξη των στόχων της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον.
2. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες δεν ανταποκρίνονταν στις απαιτήσεις μου.
3. Θα επιθυμούσα την παροχή μεγαλύτερης βοήθειας από τους εικονικούς ξεναγούς σχετικά με τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των απαντήσεων για κάθε πειραματική συνθήκη παρατίθενται στον Πίνακα 4.11.

Πίνακας 4.11: Αξιολόγηση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για κάθε πειραματική συνθήκη

	Πειραματική Συνθήκη							
	Στερεοσκοπική Προβολή				Μονοσκοπική Προβολή			
	Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=24)		Εξερεύνηση (N=24)		Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=24)		Εξερεύνηση (N=24)	
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Αξιολόγηση δραστηριοτήτων	3.64	.65	3.18	.72	3.38	.70	3.40	.65

Οι χρήστες και των δύο διδακτικών στρατηγικών έκριναν ως θετικές τις μαθησιακές δραστηριότητες στις οποίες ενεπλάκησαν κατά την αλληλεπίδρασή τους με το ΕΕΠ, θεωρώντας ότι είναι κατάλληλες για την επίτευξη των διδακτικών στόχων της επίσκεψής τους στο ΕΕΠ.

4.4.10 Αξιολόγηση συνολικής εμπειρίας

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των απαντήσεων των χρηστών στην ερώτηση «Συνολικά η εμπειρία μου στο εικονικό περιβάλλον ήταν ευχάριστη», για κάθε πειραματική συνθήκη παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.12.

Πίνακας 4.12: Αξιολόγηση συνολικής εμπειρία των χρηστών για κάθε πειραματική συνθήκη

	Πειραματική Συνθήκη							
	Στερεοσκοπική Προβολή				Μονοσκοπική Προβολή			
	Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=24)		Εξερεύνηση (N=24)		Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=24)		Εξερεύνηση (N=24)	
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Συνολική εμπειρία	4.58	.72	4.58	.65	4.62	.65	4.67	.57

Από τον Πίνακα 4.12 προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι χρήστες και στην δεύτερη έρευνα βίωσαν την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον ως μια ευχάριστη εμπειρία. Το συμπέρασμα αυτό ενισχύεται από τις απαντήσεις των χρηστών στην ερώτηση «Ανάφερε κάτι που σου έκανε εντύπωση, θετικό ή αρνητικό ή κάτι που θα ήθελες να βελτιωθεί». Καθώς η απάντηση δεν ήταν υποχρεωτική, οι 76 από τους 96 χρήστες απάντησαν. Και στις τέσσερις πειραματικές συνθήκες οι περισσότερες απαντήσεις των χρηστών ήταν θετικές. Σε αντιστοιχία με την πρώτη έρευνα, οι χρήστες εστίασαν τα σχόλιά τους στην αληθοφάνεια αναπαράστασης των αγγείων του περιβάλλοντος και των εικονικών χαρακτήρων, στην πρωτοτυπία της εικονικής εμπειρίας, στις εκπαιδευτικές δυνατότητες που προσφέρει η αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας γενικά αλλά και οι μαθησιακές δραστηριότητες στις οποίες ενεπλάκησαν στο ΕΕΠ, στην ευκολία πλοήγησης στον χώρο και στον χειρισμό των εικονικών αντικειμένων, στις συσκευές αλληλεπίδρασης και στην ασθένεια προσομοίωσης που αισθάνθηκαν κατά την εικονική επίσκεψη. Ο τρόπος αναπαράστασης των χρηστών ήταν μια νέα κατηγορία σχολίων καθώς δύο άτομα δήλωσαν ότι θα προτιμούσαν να αναπαρίστανται από έναν εικονικό χαρακτήρα στο ΕΕΠ. Συνοπτικά ο αριθμός των θετικών και αρνητικών σχολίων για κάθε πειραματική συνθήκη παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.13 για την στερεοσκοπική προβολή και στον Πίνακα 4.14 για την μονοσκοπική προβολή.

Πίνακας 4.13: Σχόλια των χρηστών για την αξιολόγηση της εικονικής εμπειρίας: στερεοσκοπική προβολή

Θέμα σχολίου	Πειραματική Συνθήκη: στερεοσκοπική προβολή			
	Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=18)		Εξερεύνηση (N=19)	
	Θετικά σχόλια	Αρνητικά σχόλια	Θετικά σχόλια	Αρνητικά σχόλια
Αληθοφάνεια εικονικού περιβάλλοντος	7	3	6	3
Πρωτοτυπία εμπειρίας	3		2	
Μαθησιακές δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ	3		3	
Εκπαιδευτικές δυνατότητες της ΕΠ	1		3	
Πλοήγηση στο ΕΕΠ – χειρισμός αντικειμένων	1	2	1	
Συσκευές εισόδου - εξόδου		3		3
Ασθένεια προσομοίωσης				
Αναπαράσταση χρηστών		1		

Πίνακας 4.14: Σχόλια των χρηστών για την αξιολόγηση της εικονικής εμπειρίας: μονοσκοπική προβολή

Θέμα σχολίου	Πειραματική Συνθήκη: μονοσκοπική προβολή			
	Δραστηριότητες ταξινόμησης (N=22)		Εξερεύνηση (N=17)	
	Θετικά σχόλια	Αρνητικά σχόλια	Θετικά σχόλια	Αρνητικά σχόλια
Αληθοφάνεια εικονικού περιβάλλοντος	9	4	7	3
Πρωτοτυπία εμπειρίας	3		1	
Μαθησιακές δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ	3		6	1
Εκπαιδευτικές δυνατότητες της ΕΠ	2			
Πλοήγηση στο ΕΕΠ – χειρισμός αντικειμένων		2	1	1
Συσκευές εισόδου - εξόδου				1
Αναπαράσταση χρηστών		2		1

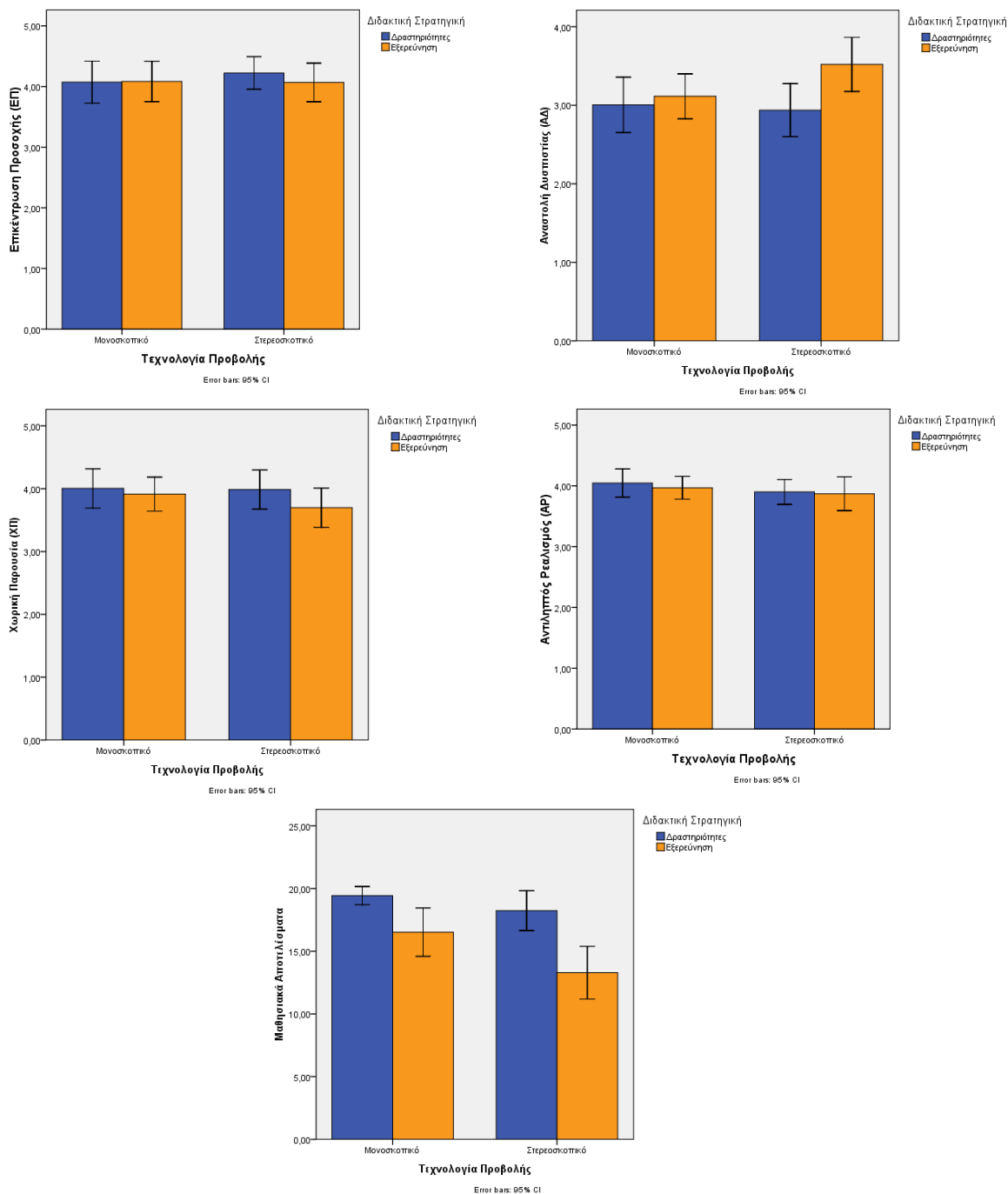
Παραδείγματα θετικών σχολίων για την αληθοφάνεια του εικονικού περιβάλλοντος, των αγγείων και των εικονικών χαρακτήρων αποτελούν: «Μου έκανε εντύπωση το πόσο αληθοφανής ήταν ο τρόπος με τον οποίο αναπαρίστανται τα αντικείμενα», «Μου έκανε εντύπωση η αληθοφάνεια των αντικειμένων αλλά και του περιβάλλοντος γενικότερα», «Γενικά θέλω να αναφέρω ότι η ποιότητα των αγγείων ήταν πολύ καλή και ήταν πολύ προσεγμένα, τόσο στο σχήμα όσο και σε αυτά που απεικόνιζαν», «Μου έκανε εντύπωση το γεγονός ότι το εικονικό περιβάλλον ανταποκρινόταν σε μεγάλο βαθμό στην πραγματικότητα». Όσον αφορά στις μαθησιακές δραστηριότητες, μια φοιτήτρια δήλωσε «Το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος ήταν πολύ ωραίο και οι δραστηριότητες ήταν πολύ ενδιαφέρουσες» και μια άλλη «Ήταν πολύ πρωτότυπος ο τρόπος παρουσίασης ενός τέτοιου θέματος. Επίσης ένα θέμα τόσο βαρετό και δύσκολο να απομνημονεύσεις παρουσιάζεται ευχάριστα μέσα από το εικονικό περιβάλλον και σου γεννά το ενδιαφέρον να ασχοληθείς με το ζήτημα και να το ψάξεις παραπέρα». Ένας χρήστης δήλωσε ότι «Μέσω της εικονικής πραγματικότητας διεγείρεται το ενδιαφέρον του μαθητή και συγκρατεί πολύ καλύτερα πληροφορίες που του παρουσιάζονται σε σύγκριση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας». Άλλα θετικά σχόλια για τις εκπαιδευτικές δυνατότητες που προσφέρει η αξιοποίηση της ΕΠ είναι: «Η πλοήγηση σε εικονικό περιβάλλον και η εκτέλεση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων σε αυτό ξεπερνά τη μονότονη και τυπική μετάδοση γνώσεων δίνοντας την αίσθηση ότι εσύ ο ίδιος δημιουργείς διαδραστικά τη γνώση και δεν απορροφάς απλά ότι χρειάζεται να μάθεις», «Προσελκύει άμεσα την προσοχή και προκαλεί το ενδιαφέρον ενεργοποιώντας ταυτόχρονα πολλές αισθήσεις. Απομνημονεύεις πιο γρήγορα και εύκολα τα δεδομένα και τις πληροφορίες». Τα αρνητικά σχόλια, τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη στην επανασχεδίαση του εικονικού περιβάλλοντος αφορούσαν στην αναπαράσταση των χρηστών στο εικονικό περιβάλλον, καθώς τέσσερις χρήστες δήλωσαν ότι θα προτιμούσαν να αναπαρίσταται από έναν εικονικό χαρακτήρα στο εικονικό περιβάλλον, στην μορφή των εικονικών χαρακτήρων («θα μπορούσαν να βελτιωθούν οι μορφές των εικονικών ανθρώπων»), στις συσκευές εισόδου-εξόδου («θα ήταν πιο αληθοφανές αν η

χρήση γινόταν όχι με συνδυασμό πληκτρολόγιο και ποντίκι αλλά από 2 χειριστήρια όπως είναι π.χ. το wii...!!!», «Χρήση joystick αντί για πληκτρολόγιο - ποντίκι», «Το μόνο που θα ήθελα να βελτιωθεί είναι ο τρόπος χειρισμού. Το ποντίκι και το πληκτρολόγιο δεν είναι τόσο εύχρηστα», «Ίσως η κίνηση του ποντικιού θα έπρεπε να είναι πιο αργή», «Μικρότερη ταχύτητα στο ποντίκι», «Ίσως αν ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθεί μια άλλη συσκευή για την προβολή του εικονικού περιβάλλοντος»), στην ταχύτητα κίνησης της κάμερας («Θεωρώ ότι έπρεπε να υπάρχει μεγαλύτερη ταχύτητα στην κάμερα», «Η ταχύτητα κίνησης της κάμερας θα προτιμούσα να ήταν μικρότερη») και τέλος στην εκπαιδευτική διαδικασία («Θα ήθελα να μπορώ να σταματώ τη ροή του λόγου της ξεναγού και να βλέπω κάπου γραμμένα όσα λέει ώστε να μπορώ να κρατώ σημειώσεις», «Θα ήθελα να υπάρχει δυνατότητα επιλογής ενός θέματος που να με ενδιαφέρει περισσότερο»).

4.4.11 Απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα

Ερευνητικό Ερώτημα 1: *Ποια η επίδραση της τεχνολογίας προβολής και της διδακτικής στρατηγικής στην επικέντρωση προσοχής, στην αναστολή δυσπιστίας, στην αίσθηση χωρικής παρουσίας, στον αντιληπτό ρεαλισμό και στα μαθησιακά αποτελέσματα;*

Στο Σχήμα 4.3 παρουσιάζεται η μέση τιμή της επικέντρωσης προσοχής, της αναστολής δυσπιστίας, της αίσθησης χωρικής παρουσίας, του αντιληπτού ρεαλισμού και των μαθησιακών αποτελεσμάτων για κάθε πειραματική ομάδα.



Σχήμα 4.3: Σχηματική αναπαράσταση της μέσης τιμής της επικέντρωσης προσοχής, της αναστολής δυσπιστίας, της αίσθησης χωρικής παρουσίας, του αντιληπτού ρεαλισμού και των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε κάθε πειραματική ομάδα

Για τον έλεγχο στατιστικής σημαντικότητας των κύριων επιδράσεων και των αλληλεπιδράσεων διενεργήθηκε ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης με ανεξάρτητες μεταβλητές την τεχνολογία προβολής και τη διδακτική στρατηγική, οι οποίες έχουν δύο επίπεδα η κάθε μια. Τα περιγραφικά στατιστικά των εξαρτημένων μεταβλητών, για κάθε πειραματική συνθήκη, παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 4.6 για την επικέντρωση προσοχής, την αναστολή δυσπιστίας και την αίσθηση χωρικής παρουσίας, στον Πίνακα 4.8 για τα μαθησιακά αποτελέσματα και στον Πίνακα 4.9 για τον αντιληπτό

ρεαλισμό. Η ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης έδειξε για κάθε εξαρτημένη μεταβλητή τα παρακάτω αποτελέσματα:

Επικέντρωση Προσοχής (ΕΠ): Όπως προκύπτει από τον πίνακα περιγραφικών στατιστικών (Πίνακας 4.6), μεγαλύτερη τιμή εμφανίζεται στην στερεοσκοπική προβολή με εμπλοκή των χρηστών σε δραστηριότητες ταξινόμησης (μέση τιμή=4.22) ενώ στις άλλες τρεις περιπτώσεις η επικέντρωση προσοχής είναι σχεδόν ίδια. Επομένως, η κύρια επίδραση της τεχνολογίας προβολής [$F(1,92)=.19$, $p=.66$], της διδακτικής στρατηγικής [$F(1,92)=.23$, $p=.64$] και η αλληλεπίδρασή τους [$F(1,92)=.29$, $p=.59$] δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Αναστολή Δυσπιστίας (ΑΔ): Από τον Πίνακα 4.6 και το Σχήμα 4.3 προκύπτει ότι υψηλότερες τιμές αναστολής δυσπιστίας παρατηρήθηκαν στους χρήστες που εξερεύνησαν τη συλλογή με τα αγγεία και δεν συμμετείχαν σε δραστηριότητες ταξινόμησης, τόσο για τη στερεοσκοπική όσο και για τη μονοσκοπική προβολή. Η κύρια επίδραση της διδακτικής στρατηγικής [$F(1, 92)=4.68$, $p=.03$] είναι στατιστικά σημαντική, με μέτριο μέγεθος επίδρασης ($\text{partial eta squared}=.05$). Η μέση τιμή για τις δύο διδακτικές στρατηγικές, εξερεύνηση της συλλογής των αγγείων και δραστηριότητες ταξινόμησης (ανεξάρτητα από την τεχνολογία προβολής) είναι 3.32 και 2.97, αντίστοιχα. Η κύρια επίδραση της τεχνολογίας προβολής [$F(1,92)=1.12$, $p=.29$] και η αλληλεπίδρασή της με την διδακτική στρατηγική [$F(1,92)=2.19$, $p=.14$] δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Αίσθηση χωρικής παρουσίας (ΧΠ): Από τον πίνακα των περιγραφικών στατιστικών (Πίνακας 4.6) παρατηρείται ότι η αίσθηση της παρουσίας είναι μεγαλύτερη στα άτομα που επισκέφτηκαν το εικονικό περιβάλλον με τις δραστηριότητες ταξινόμησης, τόσο για τη μονοσκοπική όσο και την στερεοσκοπική προβολή. Οι συμμετέχοντες στους οποίους το εικονικό περιβάλλον προβλήθηκε μονοσκοπικά (μέση τιμή=4, τυπική απόκλιση=.73) είχαν ελάχιστα αυξημένη αίσθηση παρουσίας σε σχέση με τους συμμετέχοντες στους οποίους το εικονικό περιβάλλον προβλήθηκε στερεοσκοπικά (μέση τιμή =3.99, τυπική απόκλιση=.74). Ωστόσο, η κύρια επίδραση της τεχνολογίας προβολής [$F(1,92)=.65$, $p=.42$], της διδακτικής στρατηγικής [$F(1,92)=1.70$, $p=.20$] και η αλληλεπίδρασή τους [$F(1,92)=.46$, $p=.50$] δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Αντιληπτός Ρεαλισμός (ΑΡ): Από τον πίνακα περιγραφικών στατιστικών του αντιληπτού ρεαλισμού (Πίνακας 4.9) προκύπτει ότι οι χρήστες αξιολόγησαν ως υψηλό τον ρεαλισμό του περιβάλλοντος και στις τέσσερις πειραματικές συνθήκες. Η κύρια επίδραση της τεχνολογίας προβολής [$F(1,92)=1.23$, $p=.27$], της διδακτικής στρατηγικής [$F(1,92)=.25$, $p=.62$] και η αλληλεπίδρασή τους [$F(1,92)=.05$, $p=.83$] δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Αριθμός λαθών στις ερωτήσεις κατανόησης (ΑΛΕΚ): Καλύτερη επίδοση εμφάνισαν οι συμμετέχοντες που κατά την επίσκεψή τους στο εικονικό περιβάλλον ενεπλάκησαν σε μαθησιακές δραστηριότητες. Η κύρια επίδραση της τεχνολογίας προβολής [$F(1,92)=8.80$,

$p=.004$] είναι στατιστικά σημαντική. Οι συμμετέχοντες είχαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στη μονοσκοπική προβολή (μέση τιμή=7.67, τυπική απόκλιση=5.85) σε σχέση με την στερεοσκοπική προβολή (μέση τιμή=11.46, τυπική απόκλιση=7.68). Η κύρια επίδραση της διδακτικής στρατηγικής [$F(1,92)=19.66$, $p<.001$] είναι στατιστικά σημαντική, με μεγάλο μέγεθος επίδρασης (partial eta squared=.18). Οι συμμετέχοντες είχαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα όταν ενεπλάκησαν σε διαδραστικές δραστηριότητες (μέση τιμή=6.73, τυπική απόκλιση=5.55) σε σχέση με την εξερεύνηση της συλλογής των αγγείων (μέση τιμή=12.40, τυπική απόκλιση=7.30). Η αλληλεπίδραση δεν είναι στατιστικά σημαντική [$F(1,92)=.11$, $p=.74$].

Ερευνητικό Ερώτημα 2: Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο ενδιαφέρον των χρηστών για το προς μελέτη θέμα και στην κατανομή προσοχής, στην αναστολή δυσπιστίας, στην αίσθηση χωρικής παρουσίας, στον αντιληπτό ρεαλισμό και στα μαθησιακά αποτελέσματα;

Οι συσχετίσεις ανάμεσα στον ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης, την κατανομή προσοχής, την αναστολή της δυσπιστίας, τη χωρική παρουσία, τον αντιληπτό ρεαλισμό και τα μαθησιακά αποτελέσματα μελετήθηκαν με χρήση του συντελεστή συσχέτισης Pearson. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.15.

Πίνακας 4.15: Συσχετίσεις ανάμεσα σε κατανομή προσοχής, αναστολή δυσπιστίας, χωρική παρουσία, αντιληπτό ρεαλισμό, αριθμό λαθών στις ερωτήσεις κατανόησης και ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης

Μεταβλητές	1	2	3	4	5	6
ΚΠ (1)	1					
ΑΔ (2)	.05	1				
ΧΠ (3)	.72**	.08	1			
ΑΡ (4)	.48**	.16	.60**	1		
ΑΛΕΚ (5)	-.03	.07	-.13	-.06	1	
ΕΝΔ (6)	.42**	-.02	.36**	.36**	-.05	1

Σημ. N=96, ΚΠ: Κατανομή Προσοχής, ΑΔ: Αναστολή Δυσπιστίας, ΧΠ: Χωρική Παρουσία, ΑΡ: Αντιληπτός Ρεαλισμός, ΑΛΕΚ: Αριθμός Λαθών στις Ερωτήσεις Κατανόησης, ΕΝΔ: Ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης, ** $p<.01$

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι χρήστες που ενδιαφέρονταν περισσότερο για την αρχαία ελληνική αγγειογραφία επικέντρωσαν την προσοχή τους στο εικονικό περιβάλλον [$r=.42$, $n=96$, $p<.01$], αισθάνθηκαν υψηλότερα επίπεδα χωρικής παρουσίας [$r=.36$, $n=96$, $p<.01$] και θεώρησαν περισσότερο ρεαλιστικό το εικονικό περιβάλλον [$r=.36$, $n=96$, $p<.01$]. Επίσης βρέθηκε μια ισχυρή σχέση ανάμεσα στην επικέντρωση προσοχής και την αίσθηση χωρικής παρουσίας [$r=.72$, $n=96$, $p<.01$].

Ερευνητικό Ερώτημα 3: Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών και στην κατανομή προσοχής, στην αναστολή δυσπιστίας, στην αίσθηση χωρικής παρουσίας, στον αντιληπτό ρεαλισμό και στα μαθησιακά αποτελέσματα;

Η εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών ορίζεται από τα χρόνια χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών (ΧΧΗΠ) και την υποκειμενική αξιολόγηση της δεξιότητας

χρήσης των ηλεκτρονικών παιχνιδιών (ΔΧΗΠ) από τους ίδιους τους χρήστες και τα περιγραφικά στατιστικά παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 4.2. Οι συσχετίσεις ανάμεσα στην εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών, την επικέντρωση προσοχής, την αναστολή της δυσπιστίας, τη χωρική παρουσία, τον αντιληπτό ρεαλισμό και τα μαθησιακά αποτελέσματα μελετήθηκαν με χρήση του συντελεστή συσχέτισης Pearson. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.16.

Πίνακας 4.16: Συσχετίσεις ανάμεσα σε κατανομή προσοχής, αναστολή δυσπιστίας, χωρική παρουσία, αριθμό λαθών στις ερωτήσεις κατανόησης και δεξιότητα χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών

Μεταβλητές	1	2	3	4	5	6	7
ΚΠ (1)	1						
ΑΔ (2)	.05	1					
ΧΠ (3)	.72**	.08	1				
ΑΡ (4)	.48**	.16	.60**	1			
ΑΛΕΚ (5)	-.03	.07	-.13	-.06	1		
ΧΧΗΠ (6)	-.04	-.22*	-.03	-.11	.18	1	
ΔΧΗΠ (7)	-.05	-.22*	-.06	-.11	.15	.87**	1

Σημ. N=96, ΚΠ: Κατανομή Προσοχής, ΑΔ: Αναστολή Δυσπιστίας, ΧΠ: Χωρική Παρουσία, ΑΡ: Αντιληπτός Ρεαλισμός, ΑΛΕΚ: Αριθμός Λαθών στις Ερωτήσεις Κατανόησης, ΧΧΗΠ: Χρόνια Χρήσης Ηλεκτρονικών Παιχνιδιών, ΔΧΗΠ: Δεξιότητα Χρήσης Ηλεκτρονικών Παιχνιδιών, ** $p < .01$, * $p < .05$

Από τον Πίνακα 4.16 προκύπτει ότι υπάρχει μια μικρή αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών και την αναστολή της δυσπιστίας [$r = -.22$, $n = 96$, $p < .01$] τόσο για τα χρόνια χρήσης όσο και για την ικανότητα χρήσης, δηλαδή οι χρήστες που δήλωσαν περισσότερο έμπειροι στην χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών εμφάνισαν μικρότερα επίπεδα αναστολής δυσπιστίας.

Ερευνητικό Ερώτημα 4: *Οι συμμετέχοντες με υψηλότερα επίπεδα αίσθηση παρουσίας παρουσίασαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα;*

Για την απάντηση στο τέταρτο ερευνητικό ερώτημα, το δείγμα της έρευνας ($N = 96$) διαιρέθηκε σε δύο ομάδες (υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας), με χρήση της διαμέσου (median) ως σημείου αποκοπής (cutoff point). Η τιμή της διαμέσου για την αίσθηση της παρουσίας ήταν 3.94. Οι συμμετέχοντες και ο αριθμός των λαθών για κάθε ομάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.17.

Πίνακας 4.17: Μαθησιακά αποτελέσματα στις ομάδες υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας

Επίπεδα χωρικής παρουσίας	N	Αριθμός λαθών	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Χαμηλό	46	10.57	7.78
Υψηλό	50	8.64	6.25

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης για την εξερεύνηση της επίδρασης των επιπέδων αίσθησης παρουσίας στα μαθησιακά αποτελέσματα. Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα για τις ομάδες υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας [$F(1,94) = 3.63$, $p = .06$], παρόλο που όπως

φαίνεται και από τον Πίνακα 4.17, τα άτομα της ομάδας υψηλής αίσθησης παρουσίας εμφάνισαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (υπέπεσαν σε μικρότερο αριθμό λαθών).

Ερευνητικό Ερώτημα 5: *Ποια η επίδραση της τεχνολογίας προβολής στην απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος;*

Για την απάντηση στο πέμπτο ερευνητικό ερώτημα (όπως και στα υπόλοιπα τρία που ακολουθούν) το δείγμα αποτέλεσαν οι συμμετέχοντες που τοποθετήθηκαν στην ομάδα διδακτικής στρατηγικής «δραστηριότητες ταξινόμησης» (48 άτομα). Τα περιγραφικά στατιστικά του αριθμού των λαθών και του χρόνου ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων ταξινόμησης ανάλογα με την τεχνολογία προβολής (στερεοσκοπική ή μονοσκοπική) παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.7.

Για τη μελέτη της επίδρασης της τεχνολογίας προβολής στην απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος διενεργήθηκε t-test ανεξάρτητων δειγμάτων, συγκρίνοντας τον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων και τον αριθμό των λαθών στα οποία υπέπεσαν οι χρήστες στην στερεοσκοπική και την μονοσκοπική προβολή. Το t-test χρησιμοποιείται για την εύρεση στατιστικά σημαντικών διαφορών ανάμεσα στη μέση τιμή δύο ομάδων (Cohen et al., 2007).

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά του χρόνου ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων στην στερεοσκοπική (μέση τιμή=10.26, τυπική απόκλιση=1.91) και την μονοσκοπική προβολή (μέση τιμή=9.69, τυπική απόκλιση=2.33), $t(46)=.93$, $p=.36$. Το εύρος των διαφορών είναι μικρό (partial eta squared=.02).

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά λαθών στην στερεοσκοπική (μέση τιμή=2.67, τυπική απόκλιση=2.35) και την μονοσκοπική προβολή (μέση τιμή=1.63, τυπική απόκλιση=1.21), $t(46)=1.93$, $p=.06$. Το εύρος των διαφορών είναι μέτριο (partial eta squared=.07).

Ερευνητικό Ερώτημα 6: *Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο ενδιαφέρον των χρηστών για το προς μελέτη θέμα στην απόδοσή τους στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος και στα μαθησιακά αποτελέσματα;*

Οι συσχετίσεις ανάμεσα στο ενδιαφέρον των χρηστών προς το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος, τον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων, τον αριθμό των λαθών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος και την επίδοσή τους στις ερωτήσεις κατανόησης όπως προέκυψαν με εφαρμογή του συντελεστή συσχέτισης Pearson, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.18.

Πίνακας 4.18: Συσχετίσεις ανάμεσα στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων, τον αριθμό των λαθών και το ενδιαφέρον των χρηστών ως προς το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος

Μεταβλητές	1	2	3	4
ΧΟΔ (1)	1			
ΑΛΔ (2)	.16	1		
ΕΝΔ (3)	-.23	-.16	1	
ΑΛΕΚ (4)	-.22	.63**	-.05	1

Σημ. N=48, ΧΟ: Χρόνος Ολοκλήρωσης Δραστηριοτήτων, ΑΛΔ: Αριθμός Λαθών στις Δραστηριότητες, ΕΝΔ: Ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης, ** $p < .01$

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 4.18, δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων εντός του εικονικού περιβάλλοντος, στον αριθμό των λαθών και το ενδιαφέρον προς το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος. Αντίθετα, ισχυρή συσχέτιση προκύπτει ανάμεσα στον αριθμό των λαθών στις δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ και στα λάθη στα οποία υπέπεσαν οι χρήστες στις ερωτήσεις κατανόησης μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης [$r = .63$, $n = 48$, $p < .01$], δηλαδή όσοι έκανα περισσότερα λάθη εντός του ΕΕΠ έδωσαν και περισσότερες λάθος απαντήσεις κατά τον έλεγχο της γνώσης που αποκτήθηκε από την αλληλεπίδραση με το ΕΕΠ.

Ερευνητικό Ερώτημα 7: Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών και στην απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος;

Οι συσχετίσεις ανάμεσα στην εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών, τον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων και των αριθμό των λαθών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος όπως προέκυψαν με εφαρμογή του συντελεστή συσχέτισης Pearson, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.19.

Πίνακας 4.19: Συσχετίσεις ανάμεσα στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων, τον αριθμό των λαθών και την εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών

Μεταβλητές	1	2	3	4
ΧΟΔ (1)	1			
ΑΛΔ (2)	.16	1		
ΧΧΗΠ (3)	-.43**	.08	1	
ΔΧΗΠ (4)	-.45**	.11	.90**	1

Σημ. N=48, ΧΟ: Χρόνος Ολοκλήρωσης Δραστηριοτήτων, ΑΛΔ: Αριθμός Λαθών στις Δραστηριότητες, ΧΧΗΠ: Χρόνια Χρήσης Ηλεκτρονικών Παιχνιδιών, ΔΧΗΠ: Δεξιότητα Χρήσης Ηλεκτρονικών Παιχνιδιών, ** $p < .01$

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 4.19, υπάρχει μέτρια, αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων εντός του εικονικού περιβάλλοντος και την εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών ($[r = -.43$, $n = 48$, $p < .01$] για τα χρόνια χρήσης και $[r = -.45$, $n = 48$, $p < .01$] για τη δεξιότητα χρήσης), δηλαδή οι περισσότερο έμπειροι στη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν νωρίτερα τις δραστηριότητες ταξινόμησης εντός του εικονικού περιβάλλοντος.

Ερευνητικό Ερώτημα 8: Οι συμμετέχοντες με μεγαλύτερη αίσθηση παρουσίας παρουσίασαν καλύτερη απόδοση στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος;

Για την απάντηση στο όγδοο ερευνητικό ερώτημα, το δείγμα (N=48) διαιρέθηκε σε δύο ομάδες (υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας), με χρήση της διαμέσου ως σημείου αποκοπής. Η τιμή της διαμέσου για την αίσθηση της παρουσίας των χρηστών που τοποθετήθηκαν στην ομάδα διδακτικής στρατηγικής «δραστηριότητες ταξινόμησης» ήταν 4.16. Οι συμμετέχοντες και ο χρόνος ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων για κάθε ομάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.20.

Πίνακας 4.20: Χρόνος ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων στις ομάδες υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας

Επίπεδα χωρικής παρουσίας	N	Χρόνος ολοκλήρωσης δραστηριοτήτων (λεπτά)	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Χαμηλό	24	9.87	2.41
Υψηλό	24	10.07	1.83

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης για την εξερεύνηση της επίδρασης των επιπέδων αίσθησης παρουσίας στον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων ταξινόμησης. Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για τις ομάδες χαμηλής και υψηλής αίσθησης παρουσίας [$F(1,46) = .1, p = .76$].

Στον Πίνακα 4.21 παρουσιάζεται ο αριθμός των λαθών των ομάδων υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας κατά την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων ταξινόμησης.

Πίνακας 4.21: Αριθμός λαθών κατά την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων ταξινόμησης στις ομάδες υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας

Επίπεδα χωρικής παρουσίας	N	Αριθμός Λαθών	
		Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Χαμηλό	24	2.25	1.60
Υψηλό	24	2.04	2.24

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης για την εξερεύνηση της επίδρασης των επιπέδων αίσθησης παρουσίας στον αριθμό λαθών κατά την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων ταξινόμησης. Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των λαθών στα οποία υπέπεσαν οι χρήστες των ομάδων υψηλής και χαμηλής αίσθησης παρουσίας [$F(1,46) = .14, p = .71$].

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Βασικός σκοπός της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι να διερευνήσει και να υποστηρίξει με εμπειρικά δεδομένα την επίδραση χαρακτηριστικών της εικονικής πραγματικότητας (τεχνολογικών και περιεχομένου) και των χρηστών στην αίσθηση της παρουσίας και στα μαθησιακά αποτελέσματα κατά την αλληλεπίδραση με ένα εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα εικονικό περιβάλλον μιας αρχαιολογικής ανασκαφής και διενεργήθηκαν δύο εμπειρικές μελέτες, στις οποίες το δείγμα αποτέλεσαν φοιτήτριες και φοιτητές του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Το ΕΕΠ αναπαριστά έναν χώρο ανασκαφής, στον οποίο οι χρήστες καλούνται να αναλάβουν τον ρόλο του επισκέπτη της συλλογής με τα αγγεία, όπου ενημερώνονται από μια εικονική ξεναγό για τους ρυθμούς διακόσμησης, τα είδη και τις χρήσεις των αρχαίων αγγείων. Στη συνέχεια μπορούν να εμπλακούν σε αυθεντικές δραστηριότητες, αναλαμβάνοντας τον ρόλο του εργαζόμενου στον χώρο της ανασκαφής, ο οποίος θα πρέπει να περιηγηθεί στην ανασκαφή, να συγκεντρώσει κομμάτια αγγείων συγκεκριμένων ρυθμών και στην συνέχεια να μεταβεί στην αποθήκη όπου θα πρέπει να ταξινομήσει αγγεία που έχουν βρεθεί στην ανασκαφή. Κύριο στόχο της σχεδίασης και της ανάπτυξης του ΕΕΠ αποτέλεσε η ενίσχυση του ρεαλισμού, επομένως διατηρήθηκαν οι πραγματικές διαστάσεις των χώρων, των αντικειμένων και των τριών εικονικών χαρακτήρων, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν ως ξεναγοί στον εκθεσιακό χώρο και τον περιβάλλοντα χώρο της ανασκαφής και της αποθήκης. Για τον ίδιο λόγο προτιμήθηκε να μην εκπροσωπούνται οι χρήστες από έναν εικονικό χαρακτήρα, αλλά χρησιμοποιήθηκε κάμερα πρώτου προσώπου. Επίσης, δόθηκε η δυνατότητα στους χρήστες να μπορούν να πλησιάσουν όσο κοντά επιθυμούν σε κάθε αγγείο ή κομμάτι αγγείου, να το σηκώσουν, να το περιστρέψουν και να το μεταφέρουν. Τέλος, έγινε χρήση φωτορεαλισμού, σκιών και υφών (textures).

Στην πρώτη εμπειρική μελέτη επιλέχθηκε ως τεχνολογικός παράγοντας το μέγεθος της οθόνης προβολής ενώ ως ατομικός παράγοντας το ενδιαφέρον των χρηστών ως προς το θέμα του ΕΕΠ, δηλαδή την τέχνη των αρχαίων αγγείων. Στην δεύτερη έρευνα επιλέχθηκε να μελετηθεί, ως τεχνολογικός παράγοντας, η επίδραση της στερεοσκοπικής ή μη προβολής του εικονικού περιβάλλοντος και ως παράγοντας που τροποποιεί το περιεχόμενο του ΕΕΠ, επιλέχθηκε η διδακτική στρατηγική. Έτσι, στην πρώτη διδακτική στρατηγική (εξερεύνηση της συλλογής των αγγείων), οι συμμετέχοντες επισκέφθηκαν τη συλλογή με τα κομμάτια των αγγείων και μόλις θεώρησαν ότι απέκτησαν όλες τις

απαραίτητες πληροφορίες, ολοκλήρωσαν την επίσκεψή τους στο εικονικό περιβάλλον, ενώ οι συμμετέχοντες της δεύτερης διδακτικής στρατηγικής (δραστηριότητες ταξινόμησης) είχαν ένα πιο ενεργό ρόλο, καθώς ενεπλάκησαν σε αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες. Τέλος, ως ατομικοί παράγοντες των χρηστών επιλέχθηκαν το ενδιαφέρον προς το θέμα του ΕΕΠ ώστε να εξεταστεί αν θα επαναληφθεί το αποτέλεσμα της πρώτης έρευνας και η εμπειρία στη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών.

Οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν τις μαθησιακές δραστηριότητες και στις δύο έρευνες, ενώ από τις απαντήσεις τους προκύπτει το συμπέρασμα ότι βίωσαν την αλληλεπίδραση με το ΕΕΠ ως μια ευχάριστη εμπειρία. Το αποτέλεσμα είναι σε συμφωνία με το συμπέρασμα της εκτεταμένης βιβλιογραφικής επισκόπησης των Mikropoulos & Natsis (2011) ότι τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί έχουν θετική στάση απέναντι στην χρήση τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας στην εκπαιδευτική πράξη. Οι χρήστες αξιολόγησαν θετικά την αληθοφάνεια των αγγείων, των εικονικών χαρακτήρων που είχαν τον ρόλο των ξεναγών κατά την περιήγησή τους στον χώρο της εικονικής ανασκαφής και των υπολοίπων αντικειμένων του εικονικού περιβάλλοντος. Πολλοί από τους συμμετέχοντες αναγνώρισαν τις εκπαιδευτικές δυνατότητες που προσφέρει η αξιοποίηση της χρήσης συστημάτων εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση και θεώρησαν κατάλληλες για την επίτευξη των διδακτικών στόχων τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες στις οποίες κλήθηκαν να εμπλακούν κατά την εικονική επίσκεψη. Σε συμφωνία με την έρευνα των Mikropoulos & Strouboulis (2004), θετική κρίθηκε και η χρήση του συνδυασμού ποντίκι – πληκτρολόγιο ως συσκευών εισόδου, πιθανότατα επειδή η πλειονότητα των χρηστών είναι εξοικειωμένοι με την χρήση των συσκευών αυτών κατά την χρήση άλλων εφαρμογών ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Τα αποτελέσματα της πρώτης έρευνας δείχνουν ότι το μέγεθος της οθόνης δεν έχει επίδραση σε καμία από τις μεταβλητές που μελετήθηκαν, δηλαδή στην αίσθηση της χωρικής παρουσίας, στην ασθένεια προσομοίωσης, στον αντιληπτό ρεαλισμό, στα μαθησιακά αποτελέσματα τα οποία αξιολογήθηκαν με τους βαθμούς που συγκέντρωσαν οι χρήστες απαντώντας σε τρεις ερωτήσεις μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον και στην απόδοση των χρηστών στις δραστηριότητες εντός του εικονικού περιβάλλοντος, η οποία αξιολογήθηκε βάσει του χρόνου ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων και των αριθμών των λαθών στα οποία υπέπεσαν οι χρήστες σε μια δραστηριότητα αναζήτησης και επιλογής συγκεκριμένων κομματιών αγγείων στον χώρο της ανασκαφής και σε μια δραστηριότητα ταξινόμησης αγγείων στον χώρο της αποθήκης. Οι Tan, Gergle, Scupelli, & Pausch (2004) έδειξαν ότι σε μεγάλου μεγέθους οθόνη, οι χρήστες πραγματοποίησαν πιο αποτελεσματικά δραστηριότητες πλοήγησης που απαιτούσαν την διάσχιση ενός μονοπατιού εντός του ΕΠ. Οι Ni, Bowman & Chen (2006b) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οθόνη μεγαλύτερου μεγέθους βελτιώνει την απόδοση των χρηστών σε δραστηριότητες πλοήγησης, αναζήτησης και σύγκρισης σε ένα ΕΠ. Στην παρούσα μελέτη ο στόχος δεν ήταν να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των

χρηστών στην πλοήγηση στον χώρο του ΕΠ, αλλά η επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων, δηλαδή αν οι χρήστες επέλεξαν τα σωστά αγγεία (ερυθρόμορφου και γεωμετρικού ρυθμού) από την ανασκαφή και αν τοποθέτησαν σωστά τα αγγεία στα βάρθρα με τα ονόματά τους στην αποθήκη της ανασκαφής. Σε αυτό το σημείο συμβάλλει η παρούσα διατριβή. Επεκτείνει τα αποτελέσματα ερευνών στο πεδίο της εκπαίδευσης παρέχοντας νέα δεδομένα σχετικά με την επίδραση του μεγέθους της οθόνης στα μαθησιακά αποτελέσματα.

Η αίσθηση χωρικής παρουσίας ήταν υψηλή και στις δύο συνθήκες προβολής, συγκρινόμενη και με άλλες μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο μέτρησης της αίσθησης της παρουσίας MEC-SPQ (Kallinen, Salminen, Ravaja, Kedzior, & Saaksjarvi, 2007; McCall, O'Neill, Carroll, Benyon, & Smyth, 2005; Sacau et al., 2005; Schild, LaViola, & Masuch, 2012; Vorderer et al., 2004). Υψηλή θετική συσχέτιση παρατηρήθηκε ανάμεσα στην αίσθηση της χωρικής παρουσίας και τον αντιληπτό ρεαλισμό και για τις δύο συνθήκες προβολής, αποτέλεσμα που συμφωνεί με τους Shafer, Carbonara, & Porrova (2011) και τους McGloin, Farrar, & Krcmar (2011). Φαίνεται ότι το υψηλό επίπεδο αλληλεπίδρασης και ο ρεαλισμός των εικονικών χαρακτήρων, των 3D αγγείων και του εικονικού περιβάλλοντος είναι τεχνολογικοί παράγοντες περισσότερο σημαντικοί στην διαμόρφωση της αίσθησης της παρουσίας από ότι το μέγεθος της οθόνης προβολής.

Το ενδιαφέρον προς το θέμα παρουσίασης του εικονικού περιβάλλοντος συνδέεται θετικά με την αίσθηση της χωρικής παρουσίας στην περίπτωση του προβολέα. Είναι πιθανό τα άτομα που βρίσκουν ενδιαφέρον το θέμα του ΕΕΠ να έχουν κίνητρο να επικεντρώσουν την προσοχή τους στο εικονικό περιβάλλον, όπως αναφέρεται και από τους Wirth et al. (2007). Ισχυρή συσχέτιση παρατηρήθηκε και ανάμεσα στο ενδιαφέρον και τον αντιληπτό ρεαλισμό, και στις δύο συνθήκες προβολής.

Όσον αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα, δεν βρέθηκε συσχέτισή τους με την αίσθηση της χωρικής παρουσίας. Το αποτέλεσμα αυτό είναι σε συμφωνία με αυτό των Persky et al. (2009) αλλά αντίθετο από αυτό της έρευνας των Winn et al. (2002) οι οποίοι υποστήριζαν ότι η αίσθηση παρουσίας αποτελεί προγνωστικό παράγοντα της μάθησης, όπως και της μελέτης του Mikropoulos (2006), όπου τα υψηλά επίπεδα αίσθησης παρουσίας των χρηστών τους βοήθησαν στην αποτελεσματική ολοκλήρωση των μαθησιακών δραστηριοτήτων. Ο μικρός αριθμός αντικρουόμενων εμπειρικών δεδομένων δεν επιτρέπει την γενίκευση για την σχέση της αίσθησης της παρουσίας και των μαθησιακών αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την χρήση ΕΕΠ. Επιπλέον εμπόδιο στην προσπάθεια διερεύνησης της μεταξύ τους σχέσης αποτελεί το γεγονός ότι στις προαναφερόμενες έρευνες χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές κλίμακες μέτρησης της αίσθησης της παρουσίας.

Ισχυρή αρνητική συσχέτιση παρατηρήθηκε ανάμεσα στον αριθμό των λαθών που πραγματοποίησαν οι χρήστες κατά την εμπλοκή τους στις δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ και των μαθησιακών αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την επίδοσή τους στις τρεις ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν μετά την ολοκλήρωση της αλληλεπίδρασής τους με το ΕΕΠ. Δηλαδή, οι χρήστες που υπέπεσαν σε περισσότερα λάθη στις δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ παρουσίασαν χειρότερη επίδοση και στις ερωτήσεις ελέγχου της γνώσης που απέκτησαν. Το γεγονός αυτό χρήζει περαιτέρω διερεύνησης, καθώς εντός του ΕΕΠ, σε κάθε λάθος, ένας εικονικός χαρακτήρας ενημέρωνε τους χρήστες, οι οποίοι είχαν την δυνατότητα του αναστοχασμού, με αποτέλεσμα όλοι οι χρήστες να ολοκληρώσουν επιτυχώς τις δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ.

Τα αποτελέσματα της δεύτερης εμπειρικής μελέτης δείχνουν ότι η στερεοσκοπική προβολή δεν είχε καμία επίδραση στην επικέντρωση της προσοχής, στην αναστολή της δυσπιστίας, στη χωρική παρουσία και στον αντιληπτό ρεαλισμό των χρηστών. Η στερεοσκοπική προβολή δεν φαίνεται να είναι καθοριστικός παράγοντας για να προκαλέσει την επικέντρωση της προσοχής των χρηστών, καθώς και υψηλότερα επίπεδα αναστολής δυσπιστίας, δηλ. οι χρήστες να μην δίνουν σημασία σε εξωτερικά ερεθίσματα και σε εσωτερικές διεργασίες που πιθανόν να τους αποσπάσουν από την εμπειρία αλληλεπίδρασης με το εικονικό περιβάλλον. Το υψηλό επίπεδο αλληλεπίδρασης, ο ρεαλισμός και η «ζωντάνια» του ΕΠ και των εικονικών αντικειμένων, η εμπλοκή σε μαθησιακές δραστηριότητες και ο έλεγχος του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον φαίνεται ότι αποτελούν παράγοντες περισσότερο σημαντικούς από την στερεοσκοπική προβολή όσον αφορά στην προσέλκυση της προσοχής των χρηστών, στην αναστολή της δυσπιστίας και στην αίσθηση χωρικής παρουσίας. Στην μονοσκοπική προβολή οι χρήστες είχαν καλύτερη επίδοση στις ερωτήσεις κατανόησης που κλήθηκαν να απαντήσουν. Σε συμφωνία και με άλλες έρευνες (Trindade et al., 2002; Winn et al., 2002), φαίνεται ότι η επίδραση της στερεοσκοπικής προβολής στην κατανόηση εννοιών εξαρτάται από το θέμα που παρουσιάζεται στο ΕΕΠ.

Σχετικά με την αίσθηση της παρουσίας τα ευρήματα της έρευνας είναι σε συμφωνία με αυτά των Baños et al. (2008), οι οποίοι χρησιμοποίησαν ένα εικονικό περιβάλλον για να προκαλέσουν συναισθήματα στους χρήστες, αλλά σε διαφωνία με αυτά των Hendrix & Barfield (1996), Freeman et al. (2000), Ijsselstein et al. (2001), Lee & Kim (2008), καθώς και με το συμπέρασμα της Youngblut (2007) στην εκτενή βιβλιογραφική επισκόπηση της αίσθησης της παρουσίας. Η διαφορά αυτή ίσως οφείλεται στον διαφορετικό πειραματικό σχεδιασμό. Στην παρούσα έρευνα, όπως και σε αυτή των Baños et al. ακολουθήθηκε η πειραματική σχεδίαση μεταξύ υποκειμένων (between subjects design) σε αντίθεση με τις προηγούμενες έρευνες στις οποίες ακολουθήθηκε η πειραματική σχεδίαση εντός υποκειμένων (within subjects design) και οι απαντήσεις των χρηστών μπορεί να επηρεάζονταν από την τεχνολογία προβολής που επισκέφτηκαν τελευταία. Η

βασική όμως διαφορά με τα προαναφερθέντα εικονικά περιβάλλοντα έγκειται στο γεγονός ότι δεν επρόκειτο για εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα.

Οι χρήστες που τοποθετήθηκαν στην διδακτική στρατηγική της περιήγησης στη συλλογή με τα αγγεία εμφάνισαν μεγαλύτερα επίπεδα αναστολής δυσπιστίας, κάτι που σημαίνει ότι δεν έδωσαν μεγάλη σημασία σε τεχνολογικούς περισπασμούς ή λάθη στην εκτέλεση ενεργειών κατά την αλληλεπίδρασή τους με το εικονικό περιβάλλον. Φαίνεται ότι η παραμονή για περισσότερη ώρα στο ΕΕΠ, ο μεγαλύτερος γνωστικός φόρτος αλλά και το μεγαλύτερο επίπεδο αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα του ΕΕΠ είχαν ως αποτέλεσμα οι χρήστες να εστιάσουν περισσότερο σε ασυμβατότητες και λάθη του εικονικού περιβάλλοντος. Από την άλλη μεριά, οι συμμετέχοντες οι οποίοι ενεπλάκησαν σε αυθεντικές δραστηριότητες στο χώρο της ανασκαφής κατά την επίσκεψη στο ΕΕΠ εμφάνισαν καλύτερη επίδοση στις ερωτήσεις κατανόησης εντός του ΕΕΠ που κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν μετά το τέλος της αλληλεπίδρασής τους σε μια δεύτερη επίσκεψη στο ΕΕΠ, από τους χρήστες που απλώς περιηγήθηκαν στη συλλογή με τα αγγεία.

Και στην δεύτερη έρευνα παρατηρείται ότι οι χρήστες οι οποίοι υπέπεσαν σε περισσότερα λάθη κατά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων εντός του ΕΕΠ είχαν χειρότερη επίδοση και στις ερωτήσεις ελέγχου της γνώσης που ακολούθησε την επίσκεψη στο ΕΕΠ. Για κάθε επιλογή αγγείου στις δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ ένας εικονικός χαρακτήρας ενημέρωνε τον χρήστη για το σωστό ή λάθος της επιλογής και ο χρήστης μπορούσε να αλλάξει την επιλογή του όσες φορές το επιθυμούσε. Όταν ο χρήστης τοποθετούσε ένα κομμάτι αγγείου στο καλάθι στον χώρο της ανασκαφής έβλεπε τα υπόλοιπα κομμάτια αγγείων που είχαν επιλεγεί σωστά, δηλαδή τα κομμάτια γεωμετρικού και ερυθρόμορφου ρυθμού. Αν ο εικονικός χαρακτήρας τον ενημέρωνε ότι η επιλογή του δεν είναι σωστή και είχε επιλέξει κομμάτι αγγείου μελανόμορφου ρυθμού μπορούσε να συγκρίνει και να κατανοήσει τους λόγους για τους οποίους είχε πραγματοποιήσει το λάθος. Αν η επιλογή του ήταν σωστή τον ενημέρωνε για το αν είναι ερυθρόμορφου ή γεωμετρικού ρυθμού. Αντίστοιχα, στην αποθήκη της ανασκαφής ο χρήστης όταν τοποθετούσε ένα αγγείο πάνω στο βάθρο ενημερωνόταν για το αν η επιλογή του ήταν σωστή. Θεωρήθηκε ότι με τον τρόπο αυτό δίνεται μια στους χρήστες η δυνατότητα να αναστοχαστούν πάνω στις πληροφορίες που απέκτησαν κατά την επίσκεψη στην συλλογή με τα αγγεία και να ανακαλέσουν τις πληροφορίες αυτές ή να αναπτύξουν τεχνικές για τον διαχωρισμό των ρυθμών διακόσμησης και των ονομάτων των αγγείων. Φαίνεται, ότι παρά τα μοναδικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας, ο διδακτικός σχεδιασμός, η δημιουργία κατάλληλων σεναρίων και δραστηριοτήτων είναι παράγοντες περισσότερο σημαντικοί για την επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων μέσω της χρήσης ΕΕΠ, άποψη που υποστηρίζεται και από άλλους ερευνητές (Dede, 2009; Mikropoulos & Natsis, 2011) και η παρούσα διατριβή παρέχει εμπειρικά δεδομένα για την υποστήριξη της άποψης αυτής.

Το ενδιαφέρον προς το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος, συσχετίζεται θετικά με την επικέντρωση της προσοχής των χρηστών στο ΕΕΠ, και όπως και στην πρώτη έρευνα, με τον αντιληπτό ρεαλισμό και την αίσθηση χωρικής παρουσίας. Το ενδιαφέρον προς το θέμα που πραγματεύεται ένα ΕΕΠ δεν έχει μελετηθεί ιδιαίτερα σε σχέση με την αίσθηση παρουσίας και τα μαθησιακά αποτελέσματα. Παρά το γεγονός ότι δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ του ενδιαφέροντος και των μαθησιακών αποτελεσμάτων, εντούτοις είναι μια μεταβλητή που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην σχεδίαση και την χρήση ενός ΕΕΠ καθώς μπορεί να επηρεάσει την μαθησιακή εμπειρία.

Η εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών παιχνιδιών δεν συσχετίζεται με την επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων, αλλά οι πιο έμπειροι στη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών ολοκλήρωσαν πιο γρήγορα τις δραστηριότητες εντός του ΕΕΠ, κάτι που πιθανότατα οφείλεται στην μεγαλύτερη εξοικείωσή τους με την χρήση του συνδυασμού «ποντίκι - πληκτρολόγιο» ως συσκευής αλληλεπίδρασης με το ΕΕΠ. Καθώς όμως, οι στόχοι που τέθηκαν δεν αφορούσαν στην ευκολία πλοήγησης στο ΕΠ, η μεταβλητή αυτή δεν σχετίζεται, με την επιτυχία στην εκπλήρωση των δραστηριοτήτων ή τα μαθησιακά αποτελέσματα. Παράλληλα, οι περισσότεροι έμπειροι στην χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών εμφάνισαν μικρότερα επίπεδα αναστολής δυσπιστίας, δηλαδή έδωσαν περισσότερη σημασία σε εξωτερικά ερεθίσματα και σε εσωτερικές διεργασίες που πιθανόν να τους απέσπασαν από την εμπειρία αλληλεπίδρασης με το εικονικό περιβάλλον.

Όπως και στην πρώτη έρευνα δεν βρέθηκε συσχέτιση της αίσθησης της παρουσίας με την απόδοση των χρηστών στις εντός του εικονικού περιβάλλοντος δραστηριότητες και με τα μαθησιακά αποτελέσματα, αν και οι χρήστες με υψηλότερα επίπεδα παρουσίας είχαν καλύτερη επίδοση από τους χρήστες με χαμηλότερα επίπεδα. Το αποτέλεσμα αυτό είναι σε συμφωνία με αυτό των Persky et al. (2009) αλλά αντίθετο από αυτό της έρευνας των Winn et al. (2002) οι οποίοι υποστήριζαν ότι η αίσθηση παρουσίας αποτελεί προγνωστικό παράγοντα της μάθησης, όπως και της μελέτης του Mikropoulos (2006), όπου τα υψηλά επίπεδα αίσθησης παρουσίας των χρηστών τους βοήθησαν στην αποτελεσματική ολοκλήρωση των μαθησιακών δραστηριοτήτων. Ο μικρός αριθμός αντικρουόμενων εμπειρικών δεδομένων δεν επιτρέπει την γενίκευση για την σχέση της αίσθησης της παρουσίας και των μαθησιακών αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την χρήση ΕΕΠ. Επιπλέον εμπόδιο στην προσπάθεια διερεύνησης της μεταξύ τους σχέσης αποτελεί το γεγονός ότι στις προαναφερόμενες έρευνες χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές κλίμακες μέτρησης της αίσθησης της παρουσίας. Αντίθετα, υψηλή θετική συσχέτιση βρέθηκε ανάμεσα στην αίσθηση παρουσίας και στον αντιληπτό ρεαλισμό.

Για την σωστή αξιολόγηση των συμπερασμάτων θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι περιορισμοί της παρούσας έρευνας. Παρά τον μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων και στις δύο έρευνες, το δείγμα αποτέλεσαν φοιτήτριες και φοιτητές του ΠΤΔΕ του

Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κάτι που δεν επιτρέπει την γενίκευσή των συμπερασμάτων. Για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων στην πρώτη έρευνα, όπου όλοι οι συμμετέχοντες ενεπλάκησαν σε δραστηριότητες κατά την αλληλεπίδραση με το ΕΕΠ, οι χρήστες κλήθηκαν να απαντήσουν γραπτώς σε δύο ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και μια ερώτηση αντιστοίχισης. Στη δεύτερη έρευνα, όπου μια ομάδα χρηστών ενεπλάκη σε δραστηριότητες ενώ η δεύτερη ομάδα χρηστών εξερεύνησε απλώς την συλλογή με τα αρχαία αγγεία, η αξιολόγηση της αποκτηθείσας γνώσης πραγματοποιήθηκε με διαφορετικό τρόπο, καθώς οι χρήστες απάντησαν σε ερωτήσεις εντός του ΕΕΠ, έχοντας ως στόχο την ταξινόμηση 3Δ κομματιών αγγείων και ολόκληρων αγγείων ως προς τον ρυθμό διακόσμησης, το όνομά τους και την χρήση τους. Τέλος, η αίσθηση της παρουσίας μετρήθηκε και στις δύο έρευνες με ερωτηματολόγια και δεν χρησιμοποιήθηκε συμπληρωματικά κάποιος αντικειμενικός τρόπος μέτρησής της.

Ανεξάρτητα από τους περιορισμούς της, η παρούσα διδακτορική διατριβή μέσω της εκτενούς βιβλιογραφικής επισκόπησης και των εμπειρικών μελετών που ακολούθησαν προσφέρει σημαντικά ευρήματα για την αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η επισκόπηση των ερευνών της τελευταίας δεκαετίας έδειξε ότι η εικονική πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία ώριμη και κατάλληλη για παιδαγωγική χρήση. Ο εποικοδομισμός είναι το θεωρητικό μοντέλο που ακολουθούν τα περισσότερα ΕΕΠ ενώ τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί έχουν θετική στάση απέναντι στην χρήση τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Ανέδειξε επίσης ότι η αίσθηση της παρουσίας, παρόλο που αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης ενός χρήστη με ένα εικονικό περιβάλλον, δεν έχει μελετηθεί ιδιαίτερα στο πεδίο των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων. Οι δύο εμπειρικές έρευνες που ακολούθησαν προσφέρουν στην διεθνή επιστημονική κοινότητα εμπειρικά δεδομένα για τον ρόλο των χαρακτηριστικών της εικονικής πραγματικότητας και των χρηστών στη διαμόρφωση της αίσθησης της παρουσίας και στην επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων κατά την αλληλεπίδραση με ένα εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον, καθώς και της συνεισφορά της αίσθησης της παρουσίας σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Τα ευρήματα της έρευνας μπορούν να αξιοποιηθούν από ερευνητές του πεδίου των ΤΠΕ για την σχεδίαση, ανάπτυξη και αξιοποίηση εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων.

6 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Τα προαναφερόμενα ευρήματα της διδακτορικής διατριβής μπορούν να αξιοποιηθούν κατά την σχεδίαση και την ανάπτυξη εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων τόσο σε πρακτικό όσο και σε θεωρητικό επίπεδο από τους σχεδιαστές συστημάτων ΕΠ, τους ειδικούς της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και τους εκπαιδευτικούς κατευθύνοντας την περαιτέρω έρευνα στον τομέα των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων. Σε πρακτικό επίπεδο, η επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων και υψηλών επιπέδων αίσθησης παρουσίας κατά την αλληλεπίδραση με ένα ΕΕΠ μπορεί να επιτευχθεί και με την χρήση ενός σχετικά απλού εξοπλισμού προβολής του εικονικού περιβάλλοντος. Μεγαλύτερη σημασία φαίνεται να έχει ο σωστός διδακτικός σχεδιασμός και ο σχεδιασμός κατάλληλων δραστηριοτήτων οι οποίες θα εκμεταλλεύονται τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά και τις μοναδικές ιδιότητες της εικονικής πραγματικότητας οι οποίες μπορούν να συνεισφέρουν στην μάθηση μέσω της χρήσης ΕΕΠ. Σε θεωρητικό επίπεδο, βασικό ερευνητικό στόχο πρέπει να αποτελεί η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τεχνολογικά χαρακτηριστικά, χαρακτηριστικά των χρηστών και του περιεχομένου ενός ΕΕΠ επιδρούν στην αίσθηση της παρουσίας και στα μαθησιακά αποτελέσματα.

Το εικονικό περιβάλλον της ανασκαφής, το οποίο σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής πρόκειται να εμπλουτιστεί με νέες δραστηριότητες, σε συνεργασία με φιλολόγους και εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Βάρος θα δοθεί στην δυνατότητα αναστοχασμού, καθώς όπως παρατηρήθηκε οι χρήστες που έκαναν τα περισσότερα λάθη στις εντός του ΕΕΠ δραστηριότητες είχαν χειρότερη επίδοση και στις ερωτήσεις κατανόησης μετά την ολοκλήρωση της εικονικής εμπειρίας. Παράλληλα, στόχος είναι και η ανάπτυξη νέων μεθόδων αξιολόγησης της γνώσης που αποκτήθηκε κατά την αλληλεπίδραση με ένα ΕΕΠ, καθώς οι παραδοσιακοί μέθοδοι αξιολόγησης μέσω γραπτών απαντήσεων σε ερωτήσεις, ίσως δεν είναι κατάλληλοι για την αξιολόγηση της αποκτούμενης γνώσης. Μετά την σχεδίαση των μαθησιακών δραστηριοτήτων, των μεθόδων αξιολόγησης και τον διδακτικό μετασχηματισμό των επιστημονικών πληροφοριών που παρέχονται στους χρήστες στην παρούσα έκδοση του ΕΕΠ ώστε να είναι κατάλληλες για μαθητές δημοτικού και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, το ΕΕΠ της ανασκαφής θα χρησιμοποιηθεί σε εμπειρικές μελέτες που θα πραγματοποιηθούν σε σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ώστε να διερευνηθεί η δυνατότητα ενσωμάτωσης της χρήσης ΕΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία καθώς και ο ρόλος μαθητών και εκπαιδευτικών.

Η διαισθητική αλληλεπίδραση είναι ένα από τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά που διαχωρίζει την ΕΠ από άλλες ΤΠΕ. Η εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής έδειξε ότι δεν υπάρχουν πολλές έρευνες στον τομέα των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν ξεκάθαρα θετικά αποτελέσματα από τη χρήση της διαισθητικής αλληλεπίδρασης σε ΕΕΠ. Απαιτούνται επομένως εμπειρικές έρευνες ώστε να εντοπιστούν τα εκπαιδευτικά αντικείμενα στα οποία η δυνατότητα διαισθητικής αλληλεπίδρασης μέσω ειδικών περιφερειακών συσκευών ενισχύει την επίτευξη των μαθησιακών στόχων.

Στις δύο εμπειρικές έρευνες χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικοί τρόποι αξιολόγησης της γνώσης που αποκτήθηκε κατά την αλληλεπίδραση με το ΕΕΠ. Στην πρώτη έρευνα η γνώση που αποκτήθηκε αξιολογήθηκε από τις απαντήσεις των χρηστών σε γραπτές ερωτήσεις ενώ στην δεύτερη οι χρήστες έπρεπε να ταξινομήσουν 3D αγγεία και κομμάτια αγγείων. Δεν πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων, αλλά γεγονός παραμένει, όπως έδειξε και η κριτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, ότι υπάρχει η απαίτηση για την ανάπτυξη νέων μορφών αξιολόγησης της γνώσης που αποκτάται μέσω ενός ΕΕΠ.

Παρόλο που στο ΕΕΠ που σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκαν εικονικοί συνθετικοί χαρακτήρες για την μετάδοση πληροφοριών και για να παρέχουν βοήθεια στους χρήστες κατά την υλοποίηση των μαθησιακών δραστηριοτήτων, εντούτοις δεν μελετήθηκε η επίδρασή τους στην διδακτική διαδικασία. Οι χρήστες απάντησαν σε ερωτήσεις μόνο σχετικές με την αληθοφάνεια της εμφάνισής των εικονικών χαρακτήρων και κατά πόσο συνεισέφεραν στον ρεαλισμό του εικονικού περιβάλλοντος. Καθώς όμως η χρήση εικονικών περιβαλλόντων πολλών χρηστών για εκπαιδευτικούς σκοπούς κεντρίζει το ενδιαφέρον των ερευνητών απαιτείται έρευνα σχετικά με τον ρόλο που μπορούν να διαδραματίσουν οι εικονικοί χαρακτήρες σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον και κατά πόσο μπορούν να επηρεάσουν θετικά την μαθησιακή διαδικασία.

Στην παρούσα διατριβή δεν βρέθηκε συσχέτιση ανάμεσα στην αίσθηση της παρουσίας και στην επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων. Ωστόσο, καθώς η αίσθηση της παρουσίας αποτελεί κεντρική έννοια σε όλες τις περιπτώσεις χρήσης ενός συστήματος ΕΠ, πρέπει να μελετηθεί η συσχέτισή της με άλλες μορφές διδακτικών στόχων όπως η μεταφορά γνώσης στον πραγματικό κόσμο, η απόκτηση συγκεκριμένων δεξιοτήτων, η επίλυση προβλημάτων, η επίτευξη συναισθηματικών στόχων και η συνεργασία σε εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών. Στις έρευνες αυτές θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο τεχνολογικά χαρακτηριστικά όσο και χαρακτηριστικά των χρηστών, όπως π.χ. η ηλικία, η πρότερη γνώση του αντικειμένου που παρουσιάζεται, γνωστικές ικανότητες των χρηστών και χαρακτηριστικά της προσωπικότητάς τους τα οποία είναι

πιθανό να επηρεάζουν την αίσθηση παρουσίας των χρηστών και κατά συνέπεια την μαθησιακή εμπειρία κατά την χρήση ενός ΕΕΠ. Συγχρόνως, βάρος πρέπει να δοθεί και στην μελέτη των χαρακτηριστικών των μαθησιακών δραστηριοτήτων στις οποίες πρόκειται να εμπλακούν οι χρήστες και μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένα επίπεδα παρουσίας. Τελικός στόχος είναι η ανάπτυξη οδηγιών σχεδίασης ΕΕΠ τα οποία θα μεγιστοποιούν, όπου κρίνεται επιθυμητό, την αίσθηση παρουσίας και θα διευκολύνουν την επίτευξη των διδακτικών στόχων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ackermann, E. (1996). Perspective-Taking and Object Construction: Two Keys to Learning. In Y. Kafai & M. Resnick (Eds.), *Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World* (pp. 25-35). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Adamo-Villani, N., & Wilbur, R. B. (2008). *Effects of platform (immersive versus non-immersive) on usability and enjoyment of a virtual learning environment for deaf and hearing children*. Paper presented at the EGVE 2008 - 14th Eurographics Symposium on Virtual Environments, Eindhoven, The Netherlands.
- Alsina-Jurnet, I., & Gutiérrez-Maldonado, J. (2010). Influence of personality and individual abilities on the sense of presence experienced in anxiety triggering virtual environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(10), 788-801.
- Aymerich-Franch, L. (2010). Presence and Emotions in Playing a Group Game in a Virtual Environment: The Influence of Body Participation *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 13(6), 649-654.
- Bailenson, J. N., Yee, N., Blascovitch, J., Beall, A. C., Lundbland, N., & Jin, M. (2008). The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences: Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context. *Journal of the Learning Sciences*, 17(1), 102-141.
- Bailey, F., & Moar, M. (2001). The Vertex Project: Children Creating and Populating 3D Virtual Worlds. *Journal of Art and Design Education*, 20(1), 19-30.
- Bakas, C., & Mikropoulos, T. A. (2003). Design of virtual environments for the comprehension of planetary phenomena based on students' ideas. *International Journal of Science Education*, 25(8), 949-967.
- Baños, R. M., Botella, C., Garcia-Palacios, A., Villa, H., Perpina, C., & Gallardo, M. (1999). Psychological Variables and Reality Judgment in Virtual Environments: The Roles of Absorption and Dissociation *CyberPsychology & Behavior*, 2(2), 143-148.
- Baños, R. M., Botella, C., Rubió, I., Quero, S., García-Palacios, A., & Alcañiz, M. (2008). Presence and Emotions in Virtual Environments: The Influence of Stereoscopy. *CyberPsychology & Behavior*, 11(1), 1-8.
- Barab, S., Sadler, T., Heiselt, C., Hickey, D., & Zuiker, S. (2007). Relating Narrative, Inquiry, and Inscriptions: Supporting Consequential Play. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 59-82.
- Barab, S., Thomas, M., Dodge, T., Carteaux, R., & Tuzun, H. (2005). Making Learning Fun: Quest Atlantis, A Game Without Guns. *Educational Technology Research and Development*, 53(1), 86-107.
- Barab, S. A., Hay, K. E., Squire, K., Barnett, M., Schmidt, R., Karrigan, K., et al. (2000). Virtual Solar System Project: Learning Through a Technology-Rich, Inquiry-Based, Participatory Learning Environment. *Journal of Science Education and Technology*, 9(1), 7-25.
- Barnett, M., Yamagata-Lynch, L., Keating, T., Barab, S. A., & E.Hay, K. (2005). Using Virtual Reality Computer Models to Support Student Understanding of Astronomical Concepts. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 24(4), 333-356.
- Bednar, A. K., Cunningham, D., Duffy, T. M., & Perry, J. D. (1992). Theory into Practice: How Do We Link? In T. M. Duffy & D. H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Biocca, F. (1997). The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments [1]. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2), 0-0.

- Bowman, D. A., Hodges, L. F., Allison, D., & Wineman, J. (1999). The Educational Value of an Information-Rich Virtual Environment. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(3), 317-331.
- Boyle, T. (1997). *Design for multimedia learning*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Bricken, W. (1990). Learning in Virtual Reality. *Technical Report No. HITL-M-90-5* Retrieved 16-03-2009, 2009, from <http://www.hitl.washington.edu/publications/m-90-5/>
- Brown, J. S. (1989). Toward a new epistemology for learning. In C. Frasson & G. Gauthier (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems: At the Crossroads of Artificial Intelligence and Education* (pp. 266-282).
- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality Technology (2nd edition)*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Chen, C. H., Yang, J. C., Shen, S., & Jeng, M. C. (2007). A Desktop Virtual Reality Earth Motion System in Astronomy Education. *Educational Technology & Society*, 10(3), 289-304.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education (6th edition)*. London: Routledge.
- Cook, R. M. (1994). *Ελληνική Αγγειογραφία (τρίτη έκδοση)*. Αθήνα: Εκδόσεις Καρδαμίτσα.
- Cooper, T. (2007). Nutrition Game. In D. Livingstone & J. Kemp (Eds.), *Second Life Education Workshop 2007*. Chicago.
- Crosier, J. K., Cobb, S. V. G., & Wilson, J. R. (2000). Experimental Comparison of Virtual Reality with Traditional Teaching Methods for Teaching Radioactivity. *Education and Information Technologies*, 5(4), 329-343.
- Cunningham, D. (1993). Tools for constructivism. In T. Duffy, J. Lowyck & D. Jonassen (Eds.), *Designing Environments for Constructive Learning*. New York: Springer.
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.
- De Greef, P., & Ijsselsteijn, W. A. (2001). Social Presence in a Home Tele-Application. *CyberPsychology & Behavior*, 4(2), 307-315.
- Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Dede, C., Ketelhut, D., & Nelson, B. (2004). *Design-Based Research on Gender, Class, Race, and Ethnicity in a Multi-User Virtual Environment*. Paper presented at the American Educational Research Association, San Diego, CA.
- Dede, C., Salzman, M. C., Loftin, R. B., & Sprague, D. (1999). Multisensory Immersion as a Modeling Environment for Learning Complex Scientific Concepts. In W. Feurzeig & N. Roberts (Eds.), *Computer Modeling and Simulation in Science Education*. New York: Springer-Verlag.
- Di Blas, N., & Poggi, C. (2007). European virtual classrooms: building effective "virtual" educational experiences. *Virtual Reality*, 11(2), 129-143.
- Draper, J. V., Kaber, D. B., & Usher, J. M. (1998). Telepresence. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 40(3), 354-375.
- Freeman, J., Avons, S. E., Medis, R., Pearson, D. E., & Ijsselsteijn, W. (2000). Using Behavioral Realism to Estimate Presence: A Study of the Utility of Postural Responses to Motion Stimuli. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(2), 149-164.
- Freeman, J., Avons, S. E., Pearson, D. E., & Ijsselsteijn, W. A. (1999). Effects of Sensory Information and Prior Experience on Direct Subjective Ratings of Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(1), 1-13.
- Gazit, E., Yair, Y., & Chen, D. (2005). Emerging Conceptual Understanding of Complex Astronomical Phenomena by Using a Virtual Solar System. *Journal of Science Education and Technology*, 14(5), 459-470.
- Gazit, E., Yair, Y., & Chen, D. (2006). The gain and pain in taking the pilot seat: learning dynamics in a non immersive virtual solar system. *Virtual Reality*, 10(3), 271-282.

- Goncalves, N. (2005). Educational use of 3d virtual environments: primary teachers visiting a romanesque castle. In A. Mendez-Vilas, B. G. Pereira, J. M. Gonzalez & J. A. M. Gonzalez (Eds.), *Recent Research Developments in Learning Technologies* (pp. 427-4331). Badajoz, Spain: FORMATEX.
- Haans, A., & Ijsselsteijn, W. A. (2012). Embodiment and telepresence: Toward a comprehensive theoretical framework. *Interacting with Computers, in press*.
- Hecht, D., & Reiner, M. (2007). Field Dependency and the Sense of Object-Presence in Haptic Virtual Environments. *CyberPsychology & Behavior, 10*(2), 243-251.
- Hedberg, J., & Alexander, S. (1994). Virtual Reality in Education: Defining Researchable Issues. *Educational Media International, 31*(4), 214-220.
- Heeter, C. (1992). Being there: the subjective experience of presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1*(2), 262-271.
- Heim, M. (1993). *The Metaphysics of Virtual Reality*. New York: Oxford University Press.
- Hendrix, C. M., & Barfield, W. (1996). Presence Within Virtual Environments as a Function of Visual Display Parameters. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 5*(3), 274-289.
- 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.
- Higgins, T. E., & Spitulnik, M. W. (2008). Supporting Teachers' Use of Technology in Science Instruction Through Professional Development: A Literature Review. *Journal of Science Education and Technology 17*(5), 511-521.
- Hokanson, G., Borchert, O., Slator, B. M., Terpstra, J., Clark, J. T., Daniels, L. M., et al. (2008). *Studying Native American Culture in an Immersive Virtual Environment*. Paper presented at the Proceedings of the 2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.
- Holmes, J. (2007). Designing agents to support learning by explaining. *Computer & Education, 48*(4), 523-547.
- Ijsselsteijn, W., de Ridder, H., Freeman, J., & Avons, S. E. (2000). *Presence: Concept, determinants and measurement*. Paper presented at the SPIE, Human Vision and Electronic Imaging V, San Jose, CA.
- Ijsselsteijn, W., Ridder, H. d., Freeman, J., Avons, S. E., & Bouwhuis, D. (2001). Effects of Stereoscopic Presentation, Image Motion, and Screen Size on Subjective and Objective Corroborative Measures of Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 10*(3), 298-311.
- Jin, S. A., & Park, N. (2009). Parasocial interaction with my avatar: Effects of interdependent self-construal and the mediating role of self-presence in an avatar-based console game wii. *CyberPsychology & Behavior, 12*(6), 723-727.
- Johnson, A., Moher, T., Cho, Y.-J., Edelson, D., & Russell, E. (2004). Learning science inquiry skills in a virtual field. *Computers & Graphics, 28*(3), 409-416.
- Johnson, A., Moher, T., Ohlsson, S., & Gillingham, M. (1999). The Round Earth Project-Collaborative VR for Conceptual Learning. *IEEE Computer Graphics and Applications, 19*(6), 60-69.
- Jonassen, D. (1994). Thinking Technology: Toward a Constructivist Design Model. *Educational Technology, 34*(4), 34.
- Jonassen, D. H. (1999). *Computers as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking*. NJ: Prentice Hall; 2nd edition.
- Jurnet, I. A., Beciu, C. C., & Maldonado, J. G. (2005). Individual Differences in the Sense of Presence. In M. Slater (Ed.), *Proceedings of the 8th annual international workshop*

- presence 2005* (pp. 133-142). London, UK: University College London – Department of Computer Science.
- Kallinen, K., Salminen, M., Ravaja, N., Kedzior, R., & Saaksjarvi, M. (2007). *Presence and emotion in computer game players during 1st person vs. 3rd person playing view: evidence from self-report, eye-tracking, and facial muscle activity data*. Paper presented at the 10th Annual International Workshop on Presence, Barcelona, Spain.
- Kameas, A., Pintelas, P., Mikropoulos, T. A., Katsikis, A., & Emvalotis, A. (2000). EIKON: Teaching a high-school technology course with the aid of virtual reality. *Education and Information Technologies, 5*(4), 305-315.
- Keating, T., Barnett, M., Barab, S. A., & Hay, K. E. (2002). The Virtual Solar System Project: Developing Conceptual Understanding of Astronomical Concepts Through Building Three-Dimensional Computational Models. *Journal of Science Education and Technology, 11*(3), 261-275.
- Ketelhut, D. J. (2007). The Impact of Student Self-efficacy on Scientific Inquiry Skills: An Exploratory Investigation in River City, a Multi-user Virtual Environment. *Journal of Science Education and Technology, 16*(1), 99-111.
- Kontogeorgiou, A. M., Bellou, J., & Mikropoulos, T. A. (2008). Being inside the Quantum Atom. *PsychNology Journal, 6*(1), 83-98.
- Krueger, M. K. (1991). *Artificial Reality II (2nd edition)*. Reading, MA: Addison-Wesley Professional.
- Laarni, J., Ravaja, N., & Saari, T. (2005). Presence experience in mobile gaming. In S. de Castell & J. Jennifer (Eds.), *Changing Views: Worlds in Play: Proceedings of the 2005 Digital Games Research Association Conference (DIGRA 2005)*. Vancouver, Canada: University of Vancouver.
- Laarni, J., Ravaja, N., Saari, T., & Hartmann, T. (2004). Personality-related differences in subjective presence. In M. Alcaniz & B. Rey (Eds.), *Proceedings of the 7th annual international workshop presence 2004* (pp. 88-95). Valencia.
- Lee, E. A.-L., Wong, K. W., & Chun, C. F. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers & Education, 55*(4), 1424 - 1442.
- Lee, K. M. (2004). Presence, Explicated. *Communication Theory, 14*(1), 27-50.
- Lee, S., & Kim, G. J. (2008). Effects of visual cues and sustained attention on spatial presence in virtual environments based on spatial and object distinction. *Interacting with Computers, 20*(4-5), 491-502.
- Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E., & Davidoff, J. (2001). A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 10*(3), 282-297.
- Ligorio, M. B., & Van Veen, K. (2006). Constructing a successful cross-national virtual learning environment in primary and secondary education. *AACE Journal, 14*(2), 103-128.
- Lim, C. P., Nonis, D., & Hedberg, J. (2006). Gaming in a 3D multiuser virtual environment: engaging students in Science lessons. *British Journal of Educational technology, 37*(2), 211-231.
- Limniou, M., Roberts, D., & Papadopoulos, N. (2008). Full immersive virtual environment CAVE in chemistry education. *Computers & Education, 51*(2), 584-593.
- Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the Heart of It All: The Concept of Presence. *Journal of Computer-Mediated Communication, 3*(2).
- Lombard, M., Ditton, T., & Weinstein, L. (2009). Measuring Telepresence: The Temple Presence Inventory *Proceedings of the 12th annual international workshop presence 2009*. Los Angeles, California, USA.
- Machado, I., Brna, P., & Paiva, A. (2005). Tell Me a Story. *Virtual Reality, 9*(1), 34-48.

- Mania, K., & Chalmers, A. (2001). The Effects of Levels of Immersion on Memory and Presence in Virtual Environments: A Reality Centered Approach *CyberPsychology & Behavior*, 4(2), 247-264.
- Mantovani, F., & Castelnuovo, G. (2003). Sense of Presence in Virtual Training: Enhancing Skills Acquisition and Transfer of Knowledge through Learning Experience in Virtual Environments. In G. Riva, F. Davide & W. A. IJsselsteijn (Eds.), *Being There: Concepts, effects and measurements of user presence in synthetic environments* (pp. 167-179). Amsterdam, The Netherlands: IOS Press.
- Marshall, P., Rogers, Y., & Scaife, M. (2005). PUPPET: playing and learning in a virtual world. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 14(6), 519-531.
- McCall, R., O'Neill, S., Carroll, F., Benyon, D., & Smyth, M. (2005). Responsive Environments, Place and Presence. *Psychology Journal*, 3(1), 35-73.
- McGloin, R., Farrar, K. M., & Krcmar, M. (2011). The Impact of Controller Naturalness on Spatial Presence, Gamer Enjoyment, and Perceived Realism in a Tennis Simulation Video Game. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 20(4), 309-324.
- Merrill, D. (1992). Constructivism and Instructional Design. In T. M. Duffy & D. H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation* (pp. 99-114). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Mestre, D., & Vercher, J.-L. (2011). Immersion and presence. In P. Fuchs, G. Moreau & P. Guitton (Eds.), *Virtual Reality: Concepts and Technologies*: CRC Press.
- Mikropoulos, T. A. (2006). Presence: a unique characteristic in educational virtual environments. *Virtual Reality*, 10(3), 197-206.
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, J. (2006). The Unique Features of Educational Virtual Environments. In P. Isaias, M. McPherson & F. Banister (Eds.), *Proceedings e-society 2006, International Association for Development of the Information Society* (Vol. 1, pp. 122-128): IADIS.
- Mikropoulos, T. A., Chalkidis, A., Katsikis, A., & Emvalotis, A. (1998). Students' Attitudes Towards Educational Virtual Environments. [10.1023/A:1009687025419]. *Education and Information Technologies*, 3(2), 137-148.
- Mikropoulos, T. A., Katsikis, A., Nikolou, E., & Tsakalis, P. (2003). Virtual Environments in Biology Teaching. *Journal of Biological Education*, 37(4), 176-181.
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education*, 56(3), 769-780.
- Mikropoulos, T. A., & Strouboulis, V. (2004). Factors That Influence Presence in Educational Virtual Environments. *CyberPsychology & Behavior*, 7(5), 582-591.
- Minogue, J., Jones, G. M., Broadwell, B., & Oppewall, T. (2006). The impact of haptic augmentation on middle school students' conceptions of the animal cell. *Virtual Reality*, 10(3), 293-305.
- Minsky, M. (1980). Telepresence. *Omni*, 45-51.
- Mpouta, H., Paraskeva, F., & Retalis, S. (2007). An online 3d virtual learning environment for teaching children Mathematics. In M. Iskander (Ed.), *Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment, and Engineering Education* (pp. 123-126): Springer.
- Murray, C. D., Fox, J., & Pettifer, S. (2007). Absorption, dissociation, locus of control and presence in virtual reality. *Computers in Human Behavior*, 23(3), 1347-1354.
- Nash, E. B., Edwards, G. W., Thompson, J. A., & Barfield, W. (2000). A Review of Presence and Performance in Virtual Environments. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 12(1), 1-41.
- Neale, H. R., Brown, D. J., Cobb, S. V. G., & Wilson, J. R. (1999). Structured Evaluation of Virtual Environments for Special-Needs Education. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(3), 264-282.

- Nelson, B. (2007). Exploring the Use of Individualized, Reflective Guidance In an Educational Multi-User Virtual Environment. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 83-97.
- Nelson, B. C., & Ketelhut, D. J. (2008). Exploring embedded guidance and self-efficacy in educational multi-user virtual environments. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 3(4), 413-427.
- Ni, L., Krzeminski, M., & Tuer, K. (2006a). *Application of Haptic, Visual and Audio Integration in Astronomy Education*. Paper presented at the HAVE'2006 - IEEE International Workshop on Haptic Audio Visual Environments and their Applications, Ottawa, Canada.
- Ni, T., Bowman, D. A., & Chen, J. (2006b). *Increased Display Size and Resolution Improve Task Performance in Information-Rich Virtual Environments*. Paper presented at the Graphics Interface 2006, Québec, Canada.
- Nicovich, S. G., Boller, G. W., & Cornwell, T. B. (2005). Experienced Presence within Computer-Mediated Communications: Initial Explorations on the Effects of Gender with Respect to Empathy and Immersion. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 10(2).
- Nowak, K. L., Krzmar, M., & Farrar, K. M. (2008). The Causes and Consequences of Presence: Considering the Influence of Violent Video Games on Presence and Aggression. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 17(3), 256-268.
- Ott, M., & Pozzi, F. (2011). Towards a new era for Cultural Heritage Education: Discussing the role of ICT. *Computers in Human Behavior*, 27(4), 1365-1371.
- Papastergiou, M. (2009). Exploring the potential of computer and video games for health and physical education: A literature review. *Computers & Education*, 53(3), 603-622.
- Pasqualotti, A., & Freitas, C. M. D. S. (2002). MAT3D: A Virtual Reality Modeling Language Environment for the Teaching and Learning of Mathematics *CyberPsychology & Behavior*, 5(6), 409-422.
- Patera, M., Draper, S., & Naef, M. (2008). Exploring Magic Cottage: a virtual reality environment for stimulating children's imaginative writing. *Interactive Learning Environments*, 16(3), 245-263.
- Persky, S., Kaphingst, K. A., McCall, C., Lachance, C., Beall, A. C., & Blascovich, J. (2009). Presence Relates to Distinct Outcomes in Two Virtual Environments Employing Different Learning Modalities *CyberPsychology & Behavior*, 12(3), 263-268.
- Richard, E., Tijou, A., Richard, P., & Ferrier, J. L. (2006). Multi-modal virtual environments for education with haptic and olfactory feedback. *Virtual Reality*, 10(3), 207-225.
- Riva, G., Mantovani, F., Capideville, C. S., Preziosa, A., Morganti, F., Villani, D., et al. (2007). Affective Interactions Using Virtual Reality: The Link between Presence and Emotions *CyberPsychology & Behavior*, 10(1), 45-56.
- Robertson, J., & Despa, J. O. (2002). Ghostwriter: Educational Drama and Presence in a Virtual Environment. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 8(1).
- Robertson, J., & Good, J. (2003). Using a Collaborative Virtual Role-Play Environment to Foster Characterisation in Stories. *Journal of Interactive Learning Research*, 14(1), 5-29.
- Ross, S. M., & Morrison, G. R. (1997). *Getting started in instructional technology research* (3rd ed.). Bloomington, IN: Association for Educational Communications and Technology.
- Ross, S. M., & Morrison, G. R. (2004). Experimental Research Methods. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (2nd ed.). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Roussos, M., Johnson, A., Moher, T., Leigh, J., Vasilakis, C., & Barnes, C. (1999). Learning and Building Together in an Immersive Virtual World. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(3), 247-263.
- Roussou, M., Oliver, M., & Slater, M. (2006). The virtual playground: an educational virtual reality environment for evaluating interactivity and conceptual learning. *Virtual Reality*, 10(3), 227-240.

- Sacau, A., Laarni, J., & Hartmann, T. (2008). Influence of individual factors on presence. *Computers in Human Behavior*, 24(5), 2255-2273.
- Sacau, A., Laarni, J., Ravaja, N., & Hartmann, T. (2005). The impact of personality factors on the experience of spatial presence. In M. Slater (Ed.), *Proceedings of the 8th annual international workshop presence 2005* (pp. 143-151). London, UK: University College London – Department of Computer Science.
- Sadowski, W., & Stanney, K. (2002). Presence in Virtual Environments. In K. M. Stanney (Ed.), *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications* (pp. 791-806). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Salzman, M. C., Dede, C., Loftin, R. B., & Chen, J. (1999). A Model for Understanding How Virtual Reality Aids Complex Conceptual Learning (Vol. 8, pp. 293-316).
- Sardone, N. B., & Devlin-Scherer, R. (2008). Teacher candidates' views of a multi-user virtual environment (MUVE). *Technology, Pedagogy and Education*, 17(1), 41 - 51.
- Sas, C., & O'Hare, G. M. P. (2003). Presence Equation: An Investigation into Cognitive Factors Underlying Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 523-537.
- Sas, C., O'Hare, G. M. P., & Reilly, R. (2004). Presence and task performance: an approach in the light of cognitive style. *Cognition, Technology & Work*, 6(1), 53-56.
- Sato, M., Liu, X., Murayama, J., Akahane, K., & Isshiki, M. (2008). A Haptic Virtual Environment for Molecular Chemistry Education. In Z.Pan & e. al. (Eds.), *Transactions on Edutainment I* (pp. 28-39). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Schild, J., LaViola, J. J., & Masuch, M. (2012). *Understanding User Experience in Stereoscopic 3D Games*. Paper presented at the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2012), Austin, Texas.
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266-281.
- Schumie, M. J., Abel, B., & Krijn, M. (2005). The Effect of Locomotion Technique on Presence, Fear and Usability in a Virtual Environment. In M. Al-Akaidi & L. Rothkrantz (Eds.), *Proceedings of Euromedia 2005* (pp. 129-135). Toulouse, France.
- Selverian, M. M., & Hwang, H. S. (2003). In Search of Presence: A Systematic Evaluation of Evolving VLEs. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 12(5), 512-522.
- Shafer, D. M., Carbonara, C. P., & Popova, L. (2011). Spatial Presence and Perceived Reality as Predictors of Motion-Based Video Game Enjoyment. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 20(6), 591-619.
- Sharda, R., Romano, N. C. J., Lucca, J., Weiser, M., Scheets, G., Chung, J.-M., et al. (2004). Foundation for the Study of Computer-Supported Collaborative Learning Requiring Immersive Presence. *Journal of Management Information Systems*, 20(4), 31-63.
- Sheridan, T. B. (1992). Musings on telepresence and virtual presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(1), 120-126.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Shim, K.-C., Park, J.-S., Kim, H.-S., Kim, J.-H., Park, Y.-C., & Ryul, H.-I. (2003). Application of virtual reality technology in biology education. *Journal of Biological Education*, 37(2), 71-73.
- Slater, M. (1999). Measuring presence : A response to the Witmer and Singer presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(5), 560-565.
- Slater, M. (2003). A note on presence terminology. *Presence Connect*, 3(3).
- Slater, M., & Garau, M. (2007). The Use of Questionnaire Data in Presence Studies: Do Not Seriously Likert. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 16(4), 447-456.
- Slater, M., & Steed, A. (2000). A Virtual Presence Counter. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(5), 413-434.

- Slater, M., Usoh, M., & Steed, A. (1994). Depth of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 3(2), 130-144.
- Smeets, E. (2005). Does ICT contribute to powerful learning environments in primary education? *Computers & Education*, 44(3), 343–355.
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73-93.
- Stevens, B., Jerrams-Smith, J., Heathcote, D., & Callear, D. (2002). Putting the Virtual into Reality: Assessing Object-Presence with Projection-Augmented Models. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 11(1), 79-92.
- Tan, D. S., Gergle, D., Scupelli, P. G., & Pausch, R. (2004). *Physically Large Displays Improve Path Integration in 3D Virtual Navigation Tasks*. Paper presented at the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2004), Vienna, Austria.
- Tijou, A., Richard, E., & Richard, P. (2006). Using Olfactive Virtual Environments for Learning Organic Molecules. In Z. Pan & e. al (Eds.), *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment* (pp. 1223-1233): Springer Berlin / Heidelberg.
- Trindade, J., Fiolhais, C., & Almeida, L. (2002). Science learning in virtual environments: a descriptive study. *British Journal of Educational technology*, 33(4), 471-488.
- Tuzun, H., Yilmaz-Soylu, M., Karaku, T., Inal, Y., & Kizilkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, 52(1), 68-77.
- van Baren, J., & IJsselsteijn, W. (2004). Measuring Presence: A Guide to Current Measurement Approaches. *OmniPres project IST-2001-39237 Deliverable 5*.
- Van Schaik, P., Turnbull, T., Van Wersch, A., & Drummond, S. (2004). Presence Within a Mixed Reality Environment. *CyberPsychology & Behavior*, 7(5), 540-552.
- Viciano-Abad, R., Lecuona, A. R., & Poyade, M. (2010). The Influence of Passive Haptic Feedback and Difference Interaction Metaphors on Presence and Task Performance. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 19(3), 197-212.
- Virvou, M., & Katsionis, G. (2008). On the usability and likeability of virtual reality games for education: The case of VR-ENGAGE. *Computers & Education*, 50(1), 154-178.
- Virvou, M., Katsionis, G., & Manos, K. (2005). Combining Software Games with Education: Evaluation of its Educational Effectiveness. *Educational Technology & Society*, 8(2), 54-65.
- Vorderer, P., Wirth, W., Gouveia, F. R., Biocca, F., Saari, T., Jäncke, F., et al. (2004). *MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ): Short Documentation and Instructions for Application* (Report to European Community). Hannover, Zurich, Porto, and Helsinki: Project Presence: MEC (IST-2001-37661).
- Vrellis, I., Papachristos, N. M., Bellou, J., Avouris, N., & Mikropoulos, T. A. (2010). Designing a Collaborative Learning Activity in Second Life: An exploratory study in physics. In M. Jemni, Kinshuk, D. Sampson & J. M. Spector (Eds.), *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 210-214). Sousse, Tunisia.
- Vrellis, I., Papachristos, N. M., Natsis, A., & Mikropoulos, T. A. (2012). Presence in a Collaborative Science Learning Activity in Second Life. In A. Tzimoyiannis (Ed.), *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 241-251). New York: Springer.
- Webb, M. E. (2005). Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. *International Journal of Science Education*, 27(6), 705 - 735.
- Welch, R., Blackmon, T., Liu, A., Mellers, B. A., & Stark, L. W. (1996). The Effects of Pictorial Realism, Delay of Visual Feedback, and Observer Interactivity on the Subjective Sense of Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 5(3), 263-273.
- Whitelock, D., Brna, P., & Holland, S. (1996). *What is the value of virtual reality for conceptual learning? Towards a theoretical framework*. Paper presented at the Euro AIED.

- Whitelock, D., Romano, D., Jelfs, A., & Brna, P. (2000). Perfect presence: What does this mean for the design of virtual learning environments? *Education and Information Technologies*, 5(4), 277-289.
- Winn, W. (1993). *A conceptual basis for educational applications of virtual reality* (Report No. TR-93-9): Human Interface Technology Laboratory, Washington Technology Center.
- Winn, W., Hoffman, H., Hollander, A., Osberg, K., Rose, H., & Char, P. (1999). Student-Built Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(3), 283-292.
- Winn, W., Stahr, F., Sarason, C., Fruland, R., Oppenheimer, P., & Lee, Y.-L. (2006). Learning oceanography from a computer simulation compared with direct experience at sea. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 25-42.
- Winn, W., & Windschitl, M. (2000). Learning science in virtual environments: The interplay of theory and experience. *Themes in Education*, 1(4), 373-389.
- Winn, W., Windschitl, M., Fruland, R., & Lee, Y. (2002). *When Does Immersion in a Virtual Environment Help Students Construct Understanding?* . Paper presented at the International Conference of the Learning Societies 2002.
- Wirth, W., Hartmann, T., Böcking, S., Vorderer, P., Klimmt, C., Schramm, H., et al. (2007). A Process Model of the Formation of Spatial Presence Experiences. *Media Psychology*, 9(3), 493-525.
- Wirth, W., Hofer, M., & Schramm, H. (2012). The Role of Emotional Involvement and Trait Absorption in the Formation of Spatial Presence. *Media Psychology*, 15(1), 19-43.
- Wissmath, B., Weibel, D., & Mast, F. (2010). Measuring presence with verbal versus pictorial scales: a comparison between online- and ex post-ratings. *Virtual Reality*, 14(1), 43-53.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240.
- Wu, Z., Lin, T., & Tang, N. (2011). How do visual angle and physical screen size affect presence and emotional responses of game players? *Proceedings of the 2011 International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet 2011)* (Vol. 5, pp. 4128-4131). XianNing, China: Curran Associates, Inc.
- Ye, E., Fang, Y., Liu, C., Chang, T. J., & Dinh, H. Q. (2007). Appalachian Tycoon: an Environmental Education Game in Second Life In D. Livingstone & J. Kemp (Eds.), *Second Life Education Workshop 2007* (pp. 72-76). Chicago.
- Youngblut, C. (1998). *Educational Uses of Virtual Reality Technology* (Technical Report (No. D-2128)). Institute for Defense Analysis, Alexandria, VA.
- Youngblut, C. (2003). *Experience of Presence in Virtual Environments* (No. IDA Document D-2960). Institute for Defense Analysis, Alexandria, VA.
- Youngblut, C. (2006). *What a Decade of Experiments Reveals about Factors that Influence the Sense of Presence* (No. IDA Document D-3208). Institute for Defense Analysis, Alexandria, VA.
- Youngblut, C. (2007). *What a Decade of Experiments Reveals about Factors that Influence the Sense of Presence: Latest Findings* (No. IDA Document D-3411). Institute for Defense Analysis, Alexandria, VA.
- Yun, R., Xi, H., & Li, Y. (2006). The Experiment of Improving Students' Spatial Ability by Using VGLS. In Z.Pan & e. al. (Eds.), *Advances in Artificial Reality and Tele-Existence* (pp. 467-473). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Ζαχαρής, Γ. (2012). Η επίδραση της στερεοσκοπίας σε εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Ζαχαρής, Γ., Νάτσας, Α., & Μικρόπουλος, Τ. Α. (2008). Ιδιότητες Εκπαιδευτικών Εικονικών Περιβαλλόντων 1: Επιτραπέζια Συστήματα. In Χ. Αγγελή & Ν. Βαλανίδης (Eds.), *Πρακτικά του Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση"* (Vol. 2, pp. 137-144). Λεμεσός, Κύπρος.

- Μεσσήνης, Ι. Β. (2012). Αίσθηση της Παρουσίας σε Εκπαιδευτικά Εικονικά Περιβάλλοντα. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Μικρόπουλος, Τ. Α., & Μπέλλου, Ι. (2010). *Σενάρια διδασκαλίας με υπολογιστή*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Νάτσης, Α., Ζαχαρής, Γ., & Μικρόπουλος, Τ. Α. (2008). Ιδιότητες Εκπαιδευτικών Εικονικών Περιβαλλόντων 2: Συστήματα Εμβύθισης. In Χ. Αγγελή & Ν. Βαλανίδης (Eds.), *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση"* (Vol. 2, pp. 145-152). Λεμεσός.
- Τζίμας, Ε. Β. (2010). Διερεύνηση γνωστικών διεργασιών σε εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Τιβέριος, Μ. Α. (1996). *Ελληνικά Αγγεία*. Αθήνα: Εκδοτική Αθηνών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ ΣΤΟΝ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΚΟΣΜΟ

Σκηνή 1: Ανασκαφή

Εικονικός Χαρακτήρας (Άνδρας): Γεια σου! Καλωσόρισες στην ανασκαφή μας!

Σκηνή 2: Εκθεσιακός χώρος

Εικονικός Χαρακτήρας (Γυναίκα): Καλωσόρισες στον εκθεσιακό μας χώρο! Εδώ θα δεις κάποια από τα δεκάδες είδη αγγείων της αρχαιότητας και θα πάρεις πληροφορίες για το όνομα, τη χρήση και το ρυθμό στον οποίο ανήκει το κάθε αγγείο.

Σκύφος Γεωμετρικού Ρυθμού. Πρόκειται για αγγείο πόσεως (κούπα). Ο Γεωμετρικός ρυθμός αποτελεί το κυρίαρχο στυλ διακόσμησης των αρχαίων ελληνικών αγγείων από το 900 έως το 700π.Χ. Στο ρυθμό αυτό, η διακόσμηση περιλαμβάνει πλήθος γεωμετρικών μοτίβων, με τα οποία αποδίδονται ακόμη και τα διάφορα μέρη ανθρώπων ή ζωικών μορφών.

Αμφορέας Γεωμετρικού Ρυθμού. Οι Αμφορείς αποτελούσαν τα συνηθισμένα αγγεία μεταφοράς ή αποθήκευσης κυρίως υγρών αλλά και στερεών. Ο Γεωμετρικός ρυθμός αποτελεί το κυρίαρχο στυλ διακόσμησης των αρχαίων ελληνικών αγγείων από το 900 έως το 700π.Χ. Στο ρυθμό αυτό, η διακόσμηση περιλαμβάνει πλήθος γεωμετρικών μοτίβων, με τα οποία αποδίδονται ακόμη και τα διάφορα μέρη ανθρώπων ή ζωικών μορφών.

Λήκυθος Ερυθρόμορφου Ρυθμού. Η Λήκυθος χρησιμοποιήθηκε ως αγγείο για λάδια καλλωπισμού και αρώματα καθώς επίσης και για ορισμένα καρυκεύματα. Στον ερυθρόμορφο ρυθμό οι μορφές αφήνονταν στο χρώμα του πηλού και η υπόλοιπη επιφάνεια του αγγείου καλυπτόταν με μαύρο γάνωμα (μια στρώση λεπτόκοκκου σιδηρούχου πηλού). Η ερυθρόμορφη αγγειογραφία κυριάρχησε για περισσότερα από 200 χρόνια (από το 530 έως το 320π.Χ.)

Πινάκιο Ερυθρόμορφου Ρυθμού. Πρόκειται για επιτραπέζιο αγγείο. Στον ερυθρόμορφο ρυθμό οι μορφές αφήνονταν στο χρώμα του πηλού και η υπόλοιπη επιφάνεια του αγγείου καλυπτόταν με μαύρο γάνωμα (μια στρώση λεπτόκοκκου σιδηρούχου πηλού). Η ερυθρόμορφη αγγειογραφία κυριάρχησε για περισσότερα από 200 χρόνια (από το 530 έως το 320π.Χ.)

Υδρία Μελανόμορφου Ρυθμού. Η Υδρία είναι πρωτίστως ένα αγγείο για τη μεταφορά νερού. Ο μελανόμορφος ρυθμός ήταν μια τεχνική διακόσμησης αρχαίων ελληνικών αγγείων, που συνίστατο στην απόδοση των μορφών με σιλιπνό μαύρο χρώμα πάνω στο

ανοιχτόχρωμο βάθος του πηλού. Ο Μελανόμορφος ρυθμός επικρατεί από τις αρχές του 7^{ου} π.χ. αιώνα έως το 530π.Χ. περίπου.

Κρατήρας Μελανόμορφου Ρυθμού. Ο Κρατήρας χρησίμευε για μείξη οίνου με νερό. Ο μελανόμορφος ρυθμός ήταν μια τεχνική διακόσμησης αρχαίων ελληνικών αγγείων, που συνίστατο στην απόδοση των μορφών με στιλπνό μαύρο χρώμα πάνω στο ανοιχτόχρωμο βάθος του πηλού. Ο Μελανόμορφος ρυθμός επικρατεί από τις αρχές του 7^{ου} αιώνα έως το 530π.Χ. περίπου.

Σκηνή 3: Ανασκαφή

Εικονικός Χαρακτήρας (Άνδρας): Τελείωσες την ξενάγησή σου; Πολύ ωραία! Τώρα νομίζω ότι μπορείς να μεταβείς στο χώρο της ανασκαφής και να συγκεντρώσεις τα κομμάτια αγγείων ερυθρόμορφου και γεωμετρικού ρυθμού. Όποτε θες μπορείς να ξεκινήσεις! Μόλις ολοκληρώσεις τη δουλειά που σου ανέθεσα μπορείς να μεταβείς στην αποθήκη. Καλή τύχη!

Εικονικός Χαρακτήρας (Άνδρας): Μπράβο! Το κομμάτι που επέλεξες είναι ερυθρόμορφου ρυθμού! *(αν ο χρήστης τοποθετήσει κομμάτι ερυθρόμορφου ρυθμού στο κιβώτιο της ανασκαφής).*

Εικονικός Χαρακτήρας (Άνδρας): Μπράβο! Το κομμάτι που επέλεξες είναι γεωμετρικού ρυθμού! *(αν ο χρήστης τοποθετήσει κομμάτι γεωμετρικού ρυθμού στο κιβώτιο της ανασκαφής).*

Εικονικός Χαρακτήρας (Άνδρας): Πρόσεξε! Το κομμάτι που επέλεξες είναι μελανόμορφου ρυθμού! *(αν ο χρήστης τοποθετήσει κομμάτι μελανόμορφου ρυθμού στο κιβώτιο της ανασκαφής).*

Σκηνή 4: Αποθήκη

Εικονικός Χαρακτήρας (Άνδρας): Καλωσόρισες και στην αποθήκη της ανασκαφής! Θα ήθελα, σε παρακαλώ, να τοποθετήσεις τα αγγεία που βρίσκονται στο μέσο του δωματίου στα αντίστοιχα βάρθρα. Μόλις ολοκληρώσεις τη δουλειά που σου ανέθεσα μπορείς να βγεις έξω. Ευχαριστώ πολύ!

Σκηνή 5: Εξωτερικός χώρος

Εικονικός Χαρακτήρας (Άνδρας): Εδώ, λοιπόν, ολοκληρώνεται η επίσκεψή σου στην ανασκαφή μας. Ελπίζω και εσύ να διασκέδασες όσο και εμείς. Μας δίνει μεγάλη χαρά να έρχεται κόσμος και να ενημερώνεται για τα αρχαία αγγεία. Ελπίζουμε να σε ξαναδούμε σύντομα!

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 1^{ης} ΕΜΠΕΙΡΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

1. ID_____

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΘΗΚΗ

() Προβολικό

() Οθόνη

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

3. Ηλικία:_____

4. Έτος:_____

5. Φύλο:

() Άντρας

() Γυναίκα

6. Κατεύθυνση:_____

ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ Η/Υ

7. Για ποιές από τις ακόλουθες λειτουργίες χρησιμοποιείς τον υπολογιστή;

[] Επεξεργασία κειμένου

[] Λογιστικά Φύλλα

[] Βάση Δεδομένων

[] Διαδίκτυο

[] Ηλεκτρονικά παιχνίδια

8. Πόσο συχνά χρησιμοποιείς ηλεκτρονικό υπολογιστή;

() Καθημερινά

() Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα

() Τουλάχιστον μία φορά το μήνα

() Λιγότερο από μία φορά το μήνα

() Ποτέ

9. Πόσο συχνά παίζεις κάποιο ηλεκτρονικό παιχνίδι;

- Καθημερινά
- Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα
- Τουλάχιστον μία φορά το μήνα
- Λιγότερο από μία φορά το μήνα
- Ποτέ

10. Πόσο έμπειρος/η πιστεύεις ότι είσαι στο να χρησιμοποιείς τον ηλεκτρονικό υπολογιστή

- Πάρα πολύ
- Πολύ
- Λίγο
- Καθόλου

11. Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα

	Πόσες ώρες ασχολείσαι εβδομαδιαίως με τις παρακάτω εφαρμογές;	Πόσα χρόνια χρησιμοποιείς τις παρακάτω εφαρμογές;	Πώς θα έκρινες την ικανότητά σου ως προς τη χρήση των παρακάτω εφαρμογών (1=καμία, 2=ελάχιστη, 3=καλή, 4=πολύ καλή, 5=άριστη)
E-mail			
Internet			
Video-games			
Επεξεργασία εγγράφων			
Βάσεις Δεδομένων			
Λογιστικά Φύλλα			
Παρουσιάσεις			
Άλλα Λογισμικά			
Προγραμματισμός			

12. Ποια Video-games παίζεις;

ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

13. Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις; Ποια τα βασικά στοιχεία του κάθε ρυθμού; Ποιες χρονικές περιόδους επικράτησε ο καθένας;

14. Ποια είδη αρχαίων αγγείων γνωρίζεις; Ποια η χρήση του καθενός;

Παρακαλώ συμπλήρωσε τις ερωτήσεις που ακολουθούν, μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον

ΧΩΡΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

α) Χωρική Παρουσία: Αυτό-Τοποθέτηση

15. Είχα την αίσθηση ότι δεν ήμουν απλός παρατηρητής, αλλά συμμετείχα στην πλοκή

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

16. Είχα την αίσθηση ότι αποτελούσα μέρος του περιβάλλοντος

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

17. Είχα την αίσθηση ότι πραγματικά ήμουν εκεί, στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

18. Είχα την αίσθηση ότι τα αντικείμενα με περιέβαλαν

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

19. Ήταν σαν η φυσική μου θέση να είχε μεταφερθεί μέσα στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

20. Ένιωσα ότι ήμουν παρών/παρούσα στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

21. Είχα την αίσθηση ότι ήμουν σωματικά παρών/παρούσα στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

22. Μου φάνηκε σαν να πήρα πραγματικά μέρος στην πλοκή μέσα στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

β) Χωρική Παρουσία: Πιθανές Ενέργειες

23. Είχα την αίσθηση ότι μπορούσα να συμμετάσχω στην πλοκή ανά πάσα στιγμή

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

24. Είχα την εντύπωση ότι μπορούσα να ενεργήσω στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

25. Είχα την εντύπωση ότι μπορούσα να συμμετέχω ενεργά στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

26. Είχα την αίσθηση ότι μπορούσα να μετακινηθώ ανάμεσα στα αντικείμενα του περιβάλλοντος

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

27. Είχα την αίσθηση ότι μπορούσα να χρησιμοποιήσω τα αντικείμενα του περιβάλλοντος

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

28. Είχα την αίσθηση ότι μπορούσα να πιάσω τα αντικείμενα του περιβάλλοντος

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

29. Μου φάνηκε ότι μπορούσα να έχω κάποια επίδραση σε γεγονότα του περιβάλλοντος, όπως συμβαίνει και στην πραγματική ζωή

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

30. Μου φάνηκε ότι μπορούσα να κάνω ότι θέλω στο περιβάλλον

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΜΑ ΤΟΥ ΕΠ

31. Γενικά, με ενδιαφέρει το θέμα που παρουσιάστηκε

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

32. Το εικονικό περιβάλλον ανταποκρίθηκε πολύ καλά στις γενικές μου προτιμήσεις

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

33. Ένωσα μια ισχυρή έλξη για το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

34. Ένωθα ήδη μια έλξη για το θέμα που παρουσιάστηκε στο εικονικό περιβάλλον, πριν εκτεθώ σε αυτόν

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

35. Οποτεδήποτε μου δινόταν η ευκαιρία, θα αποφάσιζα να ασχοληθώ με το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

36. Παρόμοια με όσα παρουσιάστηκαν στο εικονικό περιβάλλον, έχουν τραβήξει την προσοχή μου στο παρελθόν

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

37. Μ' αρέσει να σκέφτομαι σχετικά με το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

38. Στο παρελθόν, έχω ασχοληθεί αρκετά με το θέμα που παρουσιάστηκε στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

39. Ένωσα να ζαλίζομαι από τη χρήση στερεοσκοπικών γυαλιών μέσα στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

40. Ένωσα να ζαλίζομαι μόλις έβγαλα τα στερεοσκοπικά γυαλιά

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

41. Ήμουν για λίγο αποπροσανατολισμένος/η μόλις έβγαλα τα στερεοσκοπικά γυαλιά

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

ΑΝΤΙΛΗΠΤΟΣ ΡΕΑΛΙΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

42. Είμαι ικανοποιημένος / η από το βαθμό αληθοφάνειας του εικονικού περιβάλλοντος

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

43. Είμαι ικανοποιημένος / η με τον ήχο του εικονικού περιβάλλοντος

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

44. Είμαι ικανοποιημένος / η από την ανατροφοδότηση (feedback) του εικονικού περιβάλλοντος σε κάθε μου ενέργεια

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

45. Είμαι ικανοποιημένος / η από το βαθμό αληθοφάνειας των αγγείων

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

46. Είμαι ικανοποιημένος / η από τον βαθμό αληθοφάνειας των εικονικών ανθρώπων

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

47. Είμαι ικανοποιημένος / η από την ταχύτητα κίνησης μου στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

48. Ο χειρισμός των αντικειμένων του εικονικού περιβάλλοντος ήταν προφανής

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

49. Ο χειρισμός των αντικειμένων με αποσπούσε από την εμπειρία μου στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ

50. Συνολικά η εμπειρία μου στο εικονικό περιβάλλον ήταν ευχάριστη

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

51. Ανάφερε κάτι που σου έκανε εντύπωση, θετικό ή αρνητικό ή κάτι που θα ήθελες να βελτιωθεί

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΝΩΣΗΣ

52. Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις;

--

53. Ποια είναι τα βασικά στοιχεία του κάθε ρυθμού;

--

54. Επίλεξε για κάθε αγγείο τη χρήση του

	Μεταφορά ή αποθήκευση υγρών και στερεών	Μείξη οίνου με νερό	Αγγείο για λάδια καλλωπισμού (ελαιοδοχείο)	Πόσεως	Μεταφορά νερού	Επιτραπέζιο
Σκύφος						
Πινάκιο						
Αμφορέας						
Λήκυθος						
Κρατήρας						
Υδρία						

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 2^{ης} ΕΜΠΕΙΡΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

1. ID _____

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΘΗΚΗ 1

() Προβολικό

() Οθόνη

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΘΗΚΗ 2

() Περιήγηση

() Δραστηριότητες

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

4. Ηλικία: _____

5. Έτος: _____

6. Φύλο:

() Άντρας

() Γυναίκα

7. Κατεύθυνση: _____

ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ Η/Υ

8. Για ποιές από τις ακόλουθες λειτουργίες χρησιμοποιείς τον υπολογιστή;

[] Επεξεργασία κειμένου

[] Λογιστικά Φύλλα

[] Βάση Δεδομένων

[] Διαδίκτυο

[] Ηλεκτρονικά παιχνίδια

9. Πόσο συχνά χρησιμοποιείς ηλεκτρονικό υπολογιστή;

() Καθημερινά

- Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα
- Τουλάχιστον μία φορά το μήνα
- Λιγότερο από μία φορά το μήνα
- Ποτέ

10. Πόσο συχνά παίζεις κάποιο ηλεκτρονικό παιχνίδι;

- Καθημερινά
- Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα
- Τουλάχιστον μία φορά το μήνα
- Λιγότερο από μία φορά το μήνα
- Ποτέ

11. Πόσο έμπειρος/η πιστεύεις ότι είσαι στο να χρησιμοποιείς τον ηλεκτρονικό υπολογιστή;

- Πάρα πολύ
- Πολύ
- Λίγο
- Καθόλου

12. Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα

	Πόσες ώρες ασχολείσαι εβδομαδιαίως με τις παρακάτω εφαρμογές;	Πόσα χρόνια χρησιμοποιείς τις παρακάτω εφαρμογές;	Πώς θα έκρινες την ικανότητά σου ως προς τη χρήση των παρακάτω εφαρμογών (1=καμία, 2=ελάχιστη, 3=καλή, 4=πολύ καλή, 5=άριστη)
E-mail			
Internet			
Video-games			
Επεξεργασία εγγράφων			
Βάσεις Δεδομένων			
Λογιστικά Φύλλα			
Παρουσιάσεις			
Άλλα Λογισμικά			
Προγραμματισμός			

13. Ποια Video-games παίζεις;

ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

14. Ποιους ρυθμούς διακόσμησης αρχαίων αγγείων γνωρίζεις; Ποιες χρονικές περιόδους επικράτησε ο καθένας;

15. Ποια είδη αρχαίων αγγείων γνωρίζεις; Ποια η χρήση του καθενός;

Παρακαλώ συμπλήρωσε τις ερωτήσεις που ακολουθούν, μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον

ΧΩΡΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

α) Χωρική Παρουσία: Αυτό-Τοποθέτηση

16. **Είχα την αίσθηση ότι δεν ήμουν απλός παρατηρητής, αλλά συμμετείχα στην πλοκή**

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

17. **Είχα την αίσθηση αποτελούσα μέρος του περιβάλλοντος**

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

18. **Είχα την αίσθηση ότι πραγματικά ήμουν εκεί, στο περιβάλλον**

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

19. **Είχα την αίσθηση ότι τα αντικείμενα με περιέβαλαν**

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

20. **Ήταν σαν η φυσική μου θέση να είχε μετατοπιστεί μέσα στο περιβάλλον**

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

21. Ένωσα ότι ήμουν παρών / παρούσα στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

22. Είχα την αίσθηση ότι ήμουν σωματικά παρών / παρούσα στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

23. Φάνηκε σαν να πήρα πραγματικά μέρος στην πλοκή στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

β) Χωρική Παρουσία: Πιθανές Ενέργειες

24. Είχα την αίσθηση ότι μπορούσα να συμμετάσχω στην πλοκή ανά πάσα στιγμή

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

25. Είχα την εντύπωση ότι μπορούσα να ενεργήσω στο περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

26. Είχα την εντύπωση ότι μπορούσα να συμμετέχω ενεργά στο περιβάλλον

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

27. Είχα την αίσθηση ότι μπορούσα να μετακινηθώ ανάμεσα στα αντικείμενα του περιβάλλοντος

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

28. Είχα την αίσθηση ότι μπορούσα να χρησιμοποιήσω τα αντικείμενα του περιβάλλοντος

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

29. Είχα την αίσθηση ότι μπορούσα να αρπάξω τα αντικείμενα του περιβάλλοντος

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

30. Μου φάνηκε ότι μπορούσα να έχω κάποια επίδραση σε γεγονότα του περιβάλλοντος όπως συμβαίνει και στην πραγματική ζωή

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

31. Μου φάνηκε ότι μπορούσα να κάνω ότι θέλω στο περιβάλλον

- () 1 Διαφωνώ απολύτως

- () 2 Διαφωνώ
 - () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
 - () 4 Συμφωνώ
 - () 5 Συμφωνώ απολύτως
-

ΑΝΑΣΤΟΛΗ ΤΗΣ ΔΥΣΠΙΣΤΙΑΣ

32. Εστίασα την προσοχή μου στο αν υπήρχαν ανακολουθίες στο εικονικό περιβάλλον

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

33. Δεν έδωσα μεγάλη προσοχή σε λάθη ή ανακολουθίες του εικονικού περιβάλλοντος

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

34. Εστίασα την προσοχή μου στην εύρεση πιθανών λαθών ή αντιφάσεων του εικονικού περιβάλλοντος

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

35. Συλλογίστηκα αν η δράση ή η παρουσίαση του εικονικού περιβάλλοντος ήταν αληθοφανής

- () 1 Διαφωνώ απολύτως
- () 2 Διαφωνώ
- () 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- () 4 Συμφωνώ
- () 5 Συμφωνώ απολύτως

36. Αναρωτήθηκα αν το εικονικό περιβάλλον θα μπορούσε να υπάρξει ακριβώς έτσι, στην πραγματικότητα

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

37. Είχα μια κριτική στάση απέναντι στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

38. Ήταν σημαντικό για μένα να ελέγξω αν υπήρχαν ανακολουθίες στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

39. Δε θεώρησα σημαντική την ύπαρξη λαθών ή αντιφάσεων στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

ΕΠΙΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ

40. Αφιέρωσα όλη μου την προσοχή στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

41. Συγκεντρώθηκα στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

42. Το εικονικό περιβάλλον προκάλεσε την προσοχή μου

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

43. Εστίασα την προσοχή μου στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

44. Το εικονικό περιβάλλον "αιχμαλώτισε" τις αισθήσεις μου

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

45. Αφοσιώθηκα ολοκληρωτικά στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

46. Το εικονικό περιβάλλον τράβηξε την προσοχή μου

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

47. Η αντίληψή μου επικεντρώθηκε στο εικονικό περιβάλλον σχεδόν αυτόματα

- 1 Διαφωνώ απολύτως
 - 2 Διαφωνώ
 - 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
 - 4 Συμφωνώ
 - 5 Συμφωνώ απολύτως
-

ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΜΑ ΤΟΥ ΕΠ

48. Γενικά, με ενδιαφέρει το θέμα που παρουσιάστηκε

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

49. Το εικονικό περιβάλλον ανταποκρίθηκε πολύ καλά στις γενικές μου προτιμήσεις

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

50. Ένωσα μια ισχυρή έλξη για το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

51. Ένωθα ήδη μια έλξη για το θέμα που παρουσιάστηκε στο εικονικό περιβάλλον, πριν εκτεθώ σε αυτόν

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

52. Οποτεδήποτε μου δινόταν η ευκαιρία, θα αποφάσιζα να ασχοληθώ με το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

53. Παρόμοια με όσα παρουσιάστηκαν στο εικονικό περιβάλλον, έχουν τραβήξει την προσοχή μου στο παρελθόν

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

54. Μ' αρέσει να σκέφτομαι σχετικά με το θέμα του εικονικού περιβάλλοντος

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

55. Στο παρελθόν, έχω ασχοληθεί αρκετά με το θέμα που παρουσιάστηκε στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

ΑΝΤΙΛΗΠΤΟΣ ΡΕΑΛΙΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

56. Είμαι ικανοποιημένος / η από το βαθμό αληθοφάνειας του εικονικού περιβάλλοντος

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

57. Είμαι ικανοποιημένος / η με τον ήχο του εικονικού περιβάλλοντος

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

58. Είμαι ικανοποιημένος / η από την ανατροφοδότηση (feedback) του εικονικού περιβάλλοντος σε κάθε μου ενέργεια

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

59. Είμαι ικανοποιημένος / η από το βαθμό αληθοφάνειας των αγγείων

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

60. Είμαι ικανοποιημένος / η από τον βαθμό αληθοφάνειας των εικονικών ανθρώπων

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

61. Είμαι ικανοποιημένος / η από την ταχύτητα κίνησης μου στο εικονικό περιβάλλον

1 Διαφωνώ απολύτως

2 Διαφωνώ

3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ απολύτως

62. Ο χειρισμός των αντικειμένων του εικονικού περιβάλλοντος ήταν προφανής

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

63. Ο χειρισμός των αντικειμένων με αποσπούσε από την εμπειρία μου στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
 - 2 Διαφωνώ
 - 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
 - 4 Συμφωνώ
 - 5 Συμφωνώ απολύτως
-

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΕΙΣΟΔΟΥ

64. Πλοηγήθηκα εύκολα στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

65. Θα προτιμούσα να χρησιμοποιήσω κάποια άλλη συσκευή για την πλοήγησή μου στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

66. Ο συνδυασμός ποντίκι - πληκτρολόγιο με διευκόλυσε στο χειρισμό των αντικειμένων

- 1 Διαφωνώ απολύτως
 - 2 Διαφωνώ
 - 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
 - 4 Συμφωνώ
 - 5 Συμφωνώ απολύτως
-

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

67. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες ήταν κατάλληλες για την επίτευξη των στόχων της επίσκεψης στο εικονικό περιβάλλον

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

68. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες δεν ανταποκρίνονταν στις απαιτήσεις μου

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

69. Θα επιθυμούσα την παροχή μεγαλύτερης βοήθειας σχετικά με τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες

- 1 Διαφωνώ απολύτως
 - 2 Διαφωνώ
 - 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
 - 4 Συμφωνώ
 - 5 Συμφωνώ απολύτως
-

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ

70. Συνολικά η εμπειρία μου στο εικονικό περιβάλλον ήταν ευχάριστη

- 1 Διαφωνώ απολύτως
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ απολύτως

71. Ανέφερε κάτι που σου έκανε εντύπωση, θετικό ή αρνητικό ή κάτι που θα ήθελες να βελτιωθεί