**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΙΑΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗΣ
ΜΑΘΗΣΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΟ 3D
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΙΩΑΝΝΗΣ Γ. ΒΡΕΛΛΗΣ**
ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ: 303
ΜΑΪΟΣ 2013

Αφιερώνεται στην οικογένειά μου

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Πιστοποιείται ότι η παρούσα διατριβή με θέμα:

«ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΙΑΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΟ 3D ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

του Ιωάννη Βρέλλη, Διπλωματούχου Ηλεκτρολόγου Μηχανικού και Τεχνολογίας Υπολογιστών, παρουσιάστηκε δημοσίως στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πατρών στις 25 Απριλίου 2013 και εγκρίθηκε από την ακόλουθη Επταμελή Εξεταστική Επιτροπή:

Νικόλαος Αβούρης, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών, Επιβλέπων Καθηγητής

Ιωάννης Μουρτζόπουλος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών, Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής

Αναστάσιος Μικρόπουλος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής

Βασίλειος Κόμης, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών

Αθανάσιος Τζιμογιάννης, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Κυριάκος Σγάρμπα, Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών

Κωνσταντίνος Μουστάκας, Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών

Πάτρα, 25 Απριλίου 2013

Ο Επιβλέπων Καθηγητής

Νικόλαος Αβούρης
Καθηγητής

Ο Αναπληρωτής Πρόεδρος του Τμήματος

Γαβριήλ Β. Γιαννακόπουλος
Καθηγητής

Ευχαριστίες

Η παρούσα διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο της Ερευνητικής Ομάδας Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή (ΑΑΥ) του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πατρών σε συνεργασία με το Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση (EarthLab) του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντά μου, καθηγητή Νικόλαο Αβούρη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε επιλέγοντάς με για υποψήφιο διδάκτορα και για τις χρήσιμες παρατηρήσεις και συμβουλές του κατά την εκπόνηση της διατριβής. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Μικρόπουλο, μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής και διευθυντή του EarthLab, για την καθημερινή καθοδήγηση και υποστήριξή του αλλά και την διάθεση πόρων του εργαστηρίου για την εκπόνηση της διατριβής. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Μουρτζόπουλο, μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής για τις χρήσιμες προτάσεις και συμβουλές του σχετικά με την ανάλυση των ηχητικών καταγραφών. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον καθηγητή Βασίλειο Κόμη, τον καθηγητή Αθανάσιο Τζιμογιάννη, τον επίκουρο καθηγητή Κυριάκο Σγάρμπα και τον επίκουρο καθηγητή Κωνσταντίνο Μουστάκα, που ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής μπήκαν στον κόπο να μελετήσουν τη διατριβή και να κάνουν χρήσιμες παρατηρήσεις.

Ευχαριστώ τον Λέκτορα Δημήτριο Μαυρίδη για την βοήθειά του σε θέματα στατιστικής και τον αδελφό μου Πέτρο Βρέλλη για την βοήθεια του σε διάφορα τεχνικά θέματα. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη της Ερευνητικής Ομάδας ΑΑΥ και του EarthLab, ιδιαίτερα τη Νίκη Πολυχρονοπούλου και τη Φιλιά Βογιατζή για την πρόθυμη γραμματειακή υποστήριξη και τον Αντώνη Νάτση και τον Νικηφόρο Παπαχρήστο για τις χρήσιμες συζητήσεις και τη συνεργασία. 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 εκπόνησης της διατριβής μου.

Μάιος 2013
Ιωάννης Βρέλλης

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες	7
Πίνακας Περιεχομένων	9
Περίληψη	13
Abstract	15
1. Εισαγωγή	17
1.1. Εισαγωγή	17
1.2. Ερευνητικοί στόχοι	17
1.3. Μέθοδος	18
1.4. Αποτελέσματα	18
1.5. Συμβολή της διατριβής	19
1.6. Δομή της διατριβής	19
1.7. Δημοσιευθείσες εργασίες	20
2. Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα σε Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών	23
2.1. Εισαγωγή	23
2.2. Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα (ΜΒΠ)	23
2.3. Θεωρίες μάθησης σχετικές με τη ΜΒΠ	24
2.4. ΜΒΠ στο εργαστήριο	25
2.5. ΜΒΠ σε ψηφιακά περιβάλλοντα	25
2.6. ΜΒΠ σε Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών	29
2.7. Τεχνολογικές υλοποιήσεις Εικονικών Περιβαλλόντων Πολλών Χρηστών	34
2.8. Βιβλιογραφική επισκόπηση	36
2.9. Αντικείμενο – σκοπός της διατριβής	43
3. Σχέδιο Έρευνας	45
3.1. Εισαγωγή	45
3.2. Στάδια και Ερευνητικά ερωτήματα	45
3.3. Δείγμα	46
3.4. Δραστηριότητα ΜΒΠ	46
3.5. Πλατφόρμα ΜΥΝΕ	48
3.6. Εργαλεία συλλογής εμπειρικών δεδομένων	49
4. Μεθοδολογία Πιλοτικής έρευνας	51
4.1. Εισαγωγή	51
4.2. Ερευνητικοί στόχοι	51

4.3.	Δείγμα.....	51
4.4.	Δραστηριότητα (εικονικό περιβάλλον)	52
4.5.	Διαδικασία.....	55
5.	Αποτελέσματα Πιλοτικής έρευνας	59
5.1.	Εισαγωγή	59
5.2.	Δημογραφικά στοιχεία.....	59
5.3.	Τεχνολογική εμπειρία	60
5.4.	Διαστάσεις Προσωπικότητας	61
5.5.	Pre-test	62
5.6.	Μαθησιακό αποτέλεσμα.....	63
5.7.	Αίσθηση παρουσίας	64
5.8.	Θέματα σχεδιασμού.....	67
5.9.	Ευχρηστία	70
5.10.	Συνεργασία και μάθηση στο Second Life	73
5.11.	Βοήθεια	74
5.12.	Αληθοφάνεια – Δυνατότητες ΜΛΕ.....	77
5.13.	Συνολική εμπειρία.....	78
5.14.	Σχόλια συμμετεχόντων.....	79
5.15.	Συσχετίσεις.....	81
5.16.	Εκπαιδευτικά ζητήματα.....	86
5.17.	Συμπεράσματα	87
6.	Μεθοδολογία Κύριας έρευνας	89
6.1.	Εισαγωγή	89
6.2.	Ερευνητικά ερωτήματα	89
6.3.	Δείγμα.....	89
6.4.	Δραστηριότητα (πραγματικό & εικονικό περιβάλλον)	90
6.5.	Διαδικασία.....	99
7.	Αποτελέσματα κύριας έρευνας	105
7.1.	Εισαγωγή	105
7.2.	Δημογραφικά στοιχεία.....	105
7.3.	Τεχνολογική εμπειρία	108
7.4.	Διαστάσεις Προσωπικότητας	112
7.5.	Γνωστικό υπόβαθρο	118
7.6.	Μαθησιακό αποτέλεσμα.....	123
7.7.	Αίσθηση παρουσίας	132

7.8.	Ευχρηστία	140
7.9.	Συνεργασία	148
7.10.	Βοήθεια	149
7.11.	Αληθοφάνεια – Δυνατότητες ΜΛΕ.....	151
7.12.	Συνολική εμπειρία.....	152
7.13.	Σχόλια συμμετεχόντων.....	156
7.14.	Ανάλυση καταγραφής ήχου	181
7.15.	Συσχετίσεις	226
7.16.	Συμπεράσματα κύριας έρευνας.....	235
7.17.	Περιορισμοί κύριας έρευνας.....	240
8.	Συμπεράσματα - Προοπτικές.....	241
8.1.	Εισαγωγή.....	241
8.2.	Συμπεράσματα	242
8.3.	Προοπτικές	246
	Βιβλιογραφία	247
	Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγιο Πιλοτικής Έρευνας.....	253
	Παράρτημα 2: Ερωτηματολόγιο Κύριας Έρευνας	267
	Παράρτημα 3: Γλωσσάρι ορολογίας.....	287
	Ελληνικοί όροι.....	289
	Αγγλικοί όροι	293
	Παράρτημα 4: Εκτεταμένη Περίληψη στα Αγγλικά.....	297
	Evaluation of a Laboratory Problem Based Learning Activity in a Multi User Virtual Environment	299
1.	Introduction	299
1.1.	Problem Based Learning.....	299
1.2.	Limitations of PBL in Laboratory.....	300
1.3.	PBL in virtual environments	300
1.4.	Categories of virtual environments.....	301
1.5.	PBL in MUVES	302
1.6.	Implementations of MUVES	304
2.	Literature review.....	304
3.	Goal of the study.....	305
4.	Research Design.....	306
4.1.	Research stages	306
4.2.	Participants.....	306
4.3.	PBL Activity	306

4.4.	MUVE platform.....	307
4.5.	Data collection and statistical instruments	307
5.	Descriptive study (study 1)	308
5.1.	Research goals	308
5.2.	Participants.....	308
5.3.	Environment	309
5.4.	Procedure	309
5.5.	Results	310
5.6.	Conclusions of study 1	313
6.	Experimental study (study 2)	313
6.1.	Research questions and hypotheses	313
6.2.	Participants.....	314
6.3.	Environment	314
6.4.	Procedure	314
6.5.	Results	317
6.6.	Conclusions of study 2.....	335
6.7.	Limitations of study 2	337
7.	Overall conclusions and future research	338
8.	References	339

Περίληψη

Η Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα - ΜΒΠ (Problem Based Learning - PBL) αποτελεί μια διδακτική στρατηγική που αποσκοπεί στην οικοδόμηση γνώσεων και απόκτηση δεξιοτήτων μέσα από την επίλυση προβλημάτων. Βασίζεται στις θεωρίες μάθησης του κοινωνικού εποικοδομισμού και της πλαισιοθετημένης μάθησης, και στοχεύει στην ενεργή, συνεργατική και νοηματοδοτημένη εφαρμογή της γνώσης (Jonassen, Peck, & Wilson, 1999). Στη ΜΒΠ οι μαθητές συνεργάζονται σε μικρές ομάδες για να λύσουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Η ΜΒΠ βοηθά τους μαθητές να αποκτήσουν ισχυρό κίνητρο για μάθηση, να αναπτύξουν κριτική σκέψη, να βελτιώσουν την ικανότητα διατήρησης της γνώσης, να αποκτήσουν μία στάση δια βίου μάθησης, να βελτιώσουν τις επικοινωνιακές και κοινωνικές τους δεξιότητες και να εκτιμήσουν τη δύναμη της συνεργασίας (PBL@UD, 2012).

Αν και ο πειραματισμός και η επίλυση προβλημάτων είναι δεξιότητες που οφείλουν να έχουν όλοι οι επιστήμονες, η διδακτική στρατηγική της ΜΒΠ εφαρμόζεται ελάχιστα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Αυτό οφείλεται κυρίως στους περιορισμούς της εργαστηριακής εκπαίδευσης, που είναι ο κατεξοχήν χώρος υλοποίησης της ΜΒΠ: αδυναμία υλοποίησης πειραμάτων σε διάφορες κλίμακες του χώρου και του χρόνου, περιορισμένη χωρητικότητα και διαθεσιμότητα, ακριβός εξοπλισμός και αναλώσιμα, αδυναμία επανάληψης του πειράματος, εφαρμογή συγκεκριμένων διαδικασιών και όχι ελεύθερου πειραματισμού και αδυναμία συμμετοχής από απόσταση.

Τα Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών (Multi User Virtual Environments, MUVES) είναι τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα, οι χρήστες των οποίων εκπροσωπούνται από ανθρωπόμορφες αναπαραστάσεις (avatars) μέσω των οποίων μπορούν να περιηγούνται σε αυτά, να επικοινωνούν, να συνεργάζονται και να μαθαίνουν. Αποτελούν ένα αναδυόμενο μέσο, το οποίο λόγω των τεχνολογικών του χαρακτηριστικών επιτρέπει στους χρήστες του να εκφράζουν την ταυτότητά τους και να βιώνουν χωρική και κοινωνική παρουσία (Annetta, Foltz, & Klesath, 2010). Τα ψυχολογικά αυτά χαρακτηριστικά επιτρέπουν την υλοποίηση δραστηριοτήτων βασισμένων στις θεωρίες της πλαισιοθετημένης μάθησης και του κοινωνικού εποικοδομισμού, στις οποίες βασίζεται η ΜΒΠ.

Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, φάνηκε ότι αν και τα MUVES έχουν χρησιμοποιηθεί συχνά για εκπαίδευση και έρευνα, δεν έχουν γίνει εμπειρικές μελέτες σύγκρισης εργαστηριακών δραστηριοτήτων ΜΒΠ μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού κόσμου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Στην παρούσα διατριβή επιχειρείται μια τέτοια σύγκριση στους εξής άξονες: στο μαθησιακό αποτέλεσμα, στην αίσθηση παρουσίας, στην ευχρηστία, στην ικανοποίηση από τη συνεργασία και στην ευχαρίστηση από την εμπειρία.

Σχεδιάστηκε μια δραστηριότητα ΜΒΠ βασισμένη στις αρχές του εποικοδομισμού, ώστε να είναι απλή, ενδιαφέρουσα και εύκολα υλοποιήσιμη. Οι γνώσεις που απαιτούνται για τη λύση της είναι ο νόμος της ανάκλασης του φωτός και βασική τριγωνομετρία. Ως πλατφόρμα ΜΒΠ επιλέχθηκε το Second Life (SL), ως το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο ΜΒΠ για εκπαιδευτική έρευνα (Wankel & Kingsley, 2009). Η ερευνητική διαδικασία υλοποιήθηκε σε δύο στάδια: την πιλοτική και την κύρια έρευνα. Η πιλοτική ήταν μια περιγραφική (descriptive) έρευνα, στα πλαίσια της οποίας υλοποιήθηκε και δοκιμάστηκε η δραστηριότητα ΜΒΠ στο SL σε περιορισμένο δείγμα (N=30). Από την πιλοτική έρευνα συλλέχθηκαν χρήσιμες πληροφορίες για θέματα σχεδιασμού και ευχρηστίας του περιβάλλοντος και της μαθησιακής δραστηριότητας. Δεδομένου ότι τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας ήταν ενθαρρυντικά,

πραγματοποιήθηκε η κύρια έρευνα ημι-πειραματικού (quasi-experimental) τύπου σε μεγαλύτερο δείγμα (N=150), που αφορούσε την υλοποίηση και σύγκριση της δραστηριότητας σε εικονικό και πραγματικό περιβάλλον. Για τη συλλογή των εμπειρικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια και καταγραφές βίντεο.

Η κύρια έρευνα έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των περιβαλλόντων στο μαθησιακό αποτέλεσμα, την ευχρηστία, την ικανοποίηση από τη συνεργασία και την ευχαρίστηση από την εμπειρία. Ωστόσο υπάρχουν ενδείξεις ότι το SL εκλαμβάνεται ως πιο ευχάριστο και άτυπο περιβάλλον μάθησης. Η ικανοποίηση συσχετίζεται θετικά με την αίσθηση παρουσίας. Η δραστηριότητα διαρκεί περισσότερο στο SL λόγω των διαδικασιών χειρισμού και της μειωμένης μη λεκτικής επικοινωνίας, παράγοντες που φαίνεται να «επιβάλλουν» ένα πιο κατακερματισμένο μοτίβο ομιλίας.

Το τελικό συμπέρασμα της παρούσας διατριβής είναι ότι τα MUVEs έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίξουν εργαστηριακές δραστηριότητες ΜΒΠ στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, με παρόμοιο μαθησιακό αποτέλεσμα, ευχρηστία, εμπλοκή και ικανοποίηση με το πραγματικό περιβάλλον, παρέχοντας επιπλέον τα πλεονεκτήματα του χαμηλού κόστους, της υψηλής διαθεσιμότητας και ασφάλειας.

Abstract

This dissertation identifies the advantages of the Problem-Based Learning (PBL) instructional strategy and acknowledges the limitations of classic laboratory education to support it. Multi-User Virtual Environments (MUVEs) like Second Life (SL) are 3D collaborative virtual environments that could act as complementary or alternative worlds for the implementation of PBL activities offering low cost, safe and always available environments. The aim of this dissertation was to design and empirically evaluate a simple PBL activity in both the real and virtual worlds, by carrying out a descriptive study (N=30) and a quasi-experimental study (N=150) with University students. The results showed that the MUVE provided similar learning outcomes, engagement, usability and satisfaction to the real world condition. SL is perceived as more pleasurable and informal learning environment than reality. Satisfaction is positively correlated with presence. The PBL activity tends to last longer in SL than in real world, mainly due to control procedures and reduced nonverbal communication, that also “impose” a more fragmented pattern of verbal communication.

1. Εισαγωγή

1.1. Εισαγωγή

Η Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα - MBΠ (Problem Based Learning - PBL) αποτελεί μια διδακτική στρατηγική που αποσκοπεί στην οικοδόμηση γνώσεων και απόκτηση δεξιοτήτων μέσα από την επίλυση προβλημάτων. Βασίζεται στις θεωρίες μάθησης του κοινωνικού εποικοδομισμού και της πλαίσιοθετημένης μάθησης, και στοχεύει στην ενεργή, συνεργατική και νοηματοδοτημένη εφαρμογή της γνώσης (Jonassen, et al., 1999). Στη MBΠ οι μαθητές συνεργάζονται σε μικρές ομάδες για να λύσουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Η MBΠ βοηθά τους μαθητές να αποκτήσουν ισχυρό κίνητρο για μάθηση, να αναπτύξουν κριτική σκέψη, να βελτιώσουν την ικανότητα διατήρησης της γνώσης, να αποκτήσουν μία στάση δια βίου μάθησης, να βελτιώσουν τις επικοινωνιακές και κοινωνικές τους δεξιότητες και να εκτιμήσουν τη δύναμη της συνεργασίας (PBL@UD, 2012).

Αν και ο πειραματισμός και η επίλυση προβλημάτων είναι δεξιότητες που οφείλουν να έχουν όλοι οι επιστήμονες, η διδακτική στρατηγική της MBΠ εφαρμόζεται ελάχιστα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Αυτό οφείλεται κυρίως στους περιορισμούς της εργαστηριακής εκπαίδευσης, που είναι ο κατεχόμενη χώρος υλοποίησης της MBΠ: αδυναμία υλοποίησης πειραμάτων σε διάφορες κλίμακες του χώρου και του χρόνου, περιορισμένη χωρητικότητα και διαθεσιμότητα, ακριβός εξοπλισμός και αναλώσιμα, αδυναμία επανάληψης του πειράματος, εφαρμογή συγκεκριμένων διαδικασιών και όχι ελεύθερου πειραματισμού και αδυναμία συμμετοχής από απόσταση.

Τα Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών (Multi User Virtual Environments, MUVES) είναι τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα, οι χρήστες των οποίων εκπροσωπούνται από ανθρωπόμορφες αναπαραστάσεις (avatars) μέσω των οποίων μπορούν να περιηγούνται σε αυτά, να επικοινωνούν, να συνεργάζονται και να μαθαίνουν. Αποτελούν ένα αναδυόμενο μέσο, το οποίο λόγω των τεχνολογικών του χαρακτηριστικών επιτρέπει στους χρήστες του να εκφράζουν την ταυτότητά τους και να βιώνουν χωρική και κοινωνική παρουσία (Annetta, et al., 2010). Τα ψυχολογικά αυτά χαρακτηριστικά επιτρέπουν την υλοποίηση δραστηριοτήτων βασισμένων στις θεωρίες της πλαίσιοθετημένης μάθησης και του κοινωνικού εποικοδομισμού, στις οποίες βασίζεται η MBΠ.

1.2. Ερευνητικοί στόχοι

Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, φάνηκε ότι αν και τα MUVES έχουν χρησιμοποιηθεί συχνά για εκπαίδευση και έρευνα, δεν έχουν γίνει εμπειρικές μελέτες σύγκρισης εργαστηριακών δραστηριοτήτων MBΠ μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού κόσμου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Στην παρούσα διατριβή επιχειρείται μια τέτοια σύγκριση στους εξής άξονες: στο μαθησιακό αποτέλεσμα, στην αίσθηση παρουσίας, στην ευχρηστία, στην ικανοποίηση από τη συνεργασία και στην ευχαρίστηση από την εμπειρία.

1.3. Μέθοδος

Σχεδιάστηκε μια δραστηριότητα βασισμένη στις αρχές του εποικοδομισμού ώστε να είναι απλή, ενδιαφέρουσα και εύκολα υλοποιήσιμη. Οι γνώσεις που απαιτούνται για τη λύση της είναι ο νόμος της ανάκλασης του φωτός και βασική τριγωνομετρία. Ως πλατφόρμα MUVE επιλέχθηκε το Second Life (SL), ως το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο MUVE για εκπαιδευτική έρευνα (Wankel & Kingsley, 2009). Η ερευνητική διαδικασία υλοποιήθηκε σε δύο στάδια: την **πilotική** και την **κύρια** έρευνα. Η **πilotική** ήταν μια **περιγραφική (descriptive)** έρευνα, στα πλαίσια της οποίας υλοποιήθηκε και δοκιμάστηκε η δραστηριότητα ΜΒΠ στο SL σε περιορισμένο δείγμα (N=30). Από την pilotική έρευνα συλλέχθηκαν χρήσιμες πληροφορίες για θέματα σχεδιασμού και ευχρηστίας του περιβάλλοντος και της μαθησιακής δραστηριότητας. Δεδομένου ότι τα αποτελέσματα της pilotικής έρευνας ήταν ενθαρρυντικά, πραγματοποιήθηκε η **κύρια** έρευνα **ημι-πειραματικού (quasi-experimental)** τύπου σε μεγαλύτερο δείγμα (N=150), που αφορούσε την υλοποίηση και σύγκριση της δραστηριότητας σε εικονικό και πραγματικό περιβάλλον. Για τη συλλογή των εμπειρικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια και καταγραφές βίντεο.

1.4. Αποτελέσματα

Το μαθησιακό αποτέλεσμα δεν διέφερε στα δύο περιβάλλοντα, εύρημα που επιβεβαιώνεται και από άλλες εμπειρικές έρευνες σύγκρισης εικονικού-πραγματικού στη βιβλιογραφία (Beltrán Sierra, Gutiérrez, & Garzón-Castro, 2012; S. Cobb, Heaney, & Henderson-Begg, 2009; Dalgarno, Bishop, Adlong, & Bedgood, 2009) και υποδεικνύει ότι τα MUVEs μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικές πλατφόρμες υλοποίησης δραστηριοτήτων ΜΒΠ. Ωστόσο βρέθηκαν ενδείξεις ότι το πραγματικό περιβάλλον θεωρείται πιο κατάλληλο και δημιουργεί πιο στιβαρό μαθησιακό αποτέλεσμα ανεξάρτητο από τις πρότερες γνώσεις των μανθάνοντων, ενώ το MUVE εκλαμβάνεται περισσότερο ευχάριστο και άτυπο περιβάλλον μάθησης.

Σχετικά με την αίσθηση παρουσίας, βρέθηκε ότι η χωρική παρουσία κυμαίνονταν σε μέτρια επίπεδα, ενώ οι κοινωνικές διαστάσεις της παρουσίας και η εμπλοκή σε υψηλά επίπεδα. Η αίσθηση παρουσίας συσχετίζεται θετικά με την ευχαρίστηση από την εμπειρία, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τη βιβλιογραφία (Bulu, 2012; S. C. Cobb, 2009; Gunawardena & Zittle, 1997; Hostetter & Busch, 2006; Richardson & Swan, 2003). Ωστόσο δε συσχετίζεται με το μαθησιακό αποτέλεσμα.

Η ευχρηστία ήταν υψηλή και στα δύο περιβάλλοντα σύμφωνα με τα δεδομένα των ερωτηματολογίων. Ωστόσο το αυξημένο ποσοστό σιγής στο εικονικό περιβάλλον έκανε φανερό την επιβάρυνση των συμμετεχόντων από τις απαιτήσεις χειρισμού του SL, γεγονός που επιβεβαιώνεται και τα σχόλιά τους. Η αληθοφάνεια του περιβάλλοντος ικανοποίησε τους συμμετέχοντες, όχι όμως και αυτής των avatars, για τα οποία ήταν επιθυμητή η ύπαρξη περισσότερων δυνατοτήτων Μη Λεκτικής Επικοινωνίας (ΜΛΕ).

Η ικανοποίηση από τη συνεργασία ήταν υψηλή και στα δύο περιβάλλοντα, ωστόσο η παρουσία του επιβλέποντα ήταν λιγότερο εμφανής στο εικονικό περιβάλλον, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι αυτό εκλαμβάνεται περισσότερο ως περιβάλλον άτυπης μάθησης.

Και στα δύο περιβάλλοντα η ευχαρίστηση από την εμπειρία ήταν υψηλή και συσχετιζόταν θετικά με την παρουσία. Αυτό υποδεικνύει τη δυνατότητα της ΜΒΠ να ελκύει και να εμπλέκει τους μανθάνοντες.

Ωστόσο φαίνεται ότι οι συμμετέχοντες κλίνουν πιο ισχυρά προς το πραγματικό περιβάλλον, στο οποίο αποκτούν πιο απτές εμπειρίες και έχουν πιο άμεση επικοινωνία.

Συμπερασματικά, τα MUVES έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίξουν εργαστηριακές δραστηριότητες MBΠ στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, με παρόμοιο μαθησιακό αποτέλεσμα, ευχρηστία, εμπλοκή και ικανοποίηση, με το πραγματικό περιβάλλον, παρέχοντας επιπλέον τα πλεονεκτήματα του χαμηλού κόστους, της υψηλής διαθεσιμότητας και ασφάλειας.

1.5. Συμβολή της διατριβής

Η συμβολή της παρούσας διατριβής συνίσταται:

- στην ανάδειξη της σημασίας της διδακτικής στρατηγικής της MBΠ στην εργαστηριακή εκπαίδευση
- στον εντοπισμό των περιορισμών που υπάρχουν στην εφαρμογή της MBΠ στην εργαστηριακή εκπαίδευση
- στην αναγνώριση των δυνατοτήτων των MUVES για υλοποίηση εργαστηριακών δραστηριοτήτων MBΠ
- στο σχεδιασμό και πιλοτική αξιολόγηση μιας δραστηριότητα MBΠ στο SL μέσω περιγραφικής εμπειρικής έρευνας (N=30)
- στη σύγκριση της αποτελεσματικότητας της δραστηριότητας MBΠ στο SL σε σχέση με αντίστοιχη υλοποίηση στον πραγματικό κόσμο μέσω ημι-πειραματικής εμπειρικής έρευνας με εκτεταμένο δείγμα (N=150).

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής δείχνεται με εμπειρικό τρόπο ότι είναι δυνατή η αποτελεσματική υλοποίηση μιας εργαστηριακής δραστηριότητας MBΠ από απόσταση σε ένα MUVE όπως το SL. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να δράσει ενθαρρυντικά προς την ευρεία χρήση των MUVES για την υλοποίηση εργαστηριακών δραστηριοτήτων MBΠ, ως συμπληρωματικό ή εναλλακτικό μέσο. Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι η αναβάθμιση της κλασσικής εργαστηριακής εκπαίδευσης μέσω του συνδυασμού των πλεονεκτημάτων της εποικοδομιστικής και πλασιοθετημένης μάθησης που προσφέρει η MBΠ, με τα πλεονεκτήματα των MUVES δηλαδή του χαμηλού κόστους, της ασφάλειας και της υψηλής χρονικής και χωρικής διαθεσιμότητας.

1.6. Δομή της διατριβής

Η παρούσα διατριβή δομείται σε 8 κεφάλαια, τα οποία περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω:

Στο 1^ο Κεφάλαιο (Εισαγωγή) περιγράφονται συνοπτικά το ερευνητικό πρόβλημα, η μέθοδος που ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα της διατριβής. Επίσης παρουσιάζεται η δόμησή της σε κεφάλαια και οι δημοσιευθείσες εργασίες που προέκυψαν.

Στο 2^ο Κεφάλαιο (Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα σε Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών) παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα της διδακτικής στρατηγικής της Μάθησης Βασισμένης σε Προβλήματα (MBΠ) και οι λόγοι που δεν επιτρέπουν την εφαρμογή της στην εργαστηριακή

εκπαίδευση. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών (MUVEs) και οι δυνατότητές τους ως εναλλακτικές πλατφόρμες υλοποίησης δραστηριοτήτων ΜΒΠ. Μετά από βιβλιογραφική επισκόπηση, ορίζεται ως στόχος της διατριβής, η εμπειρική σύγκριση μιας συνεργατικής εργαστηριακής δραστηριότητας ΜΒΠ, μεταξύ πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος, στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Στο 3^ο Κεφάλαιο (Σχέδιο Έρευνας) παρουσιάζεται ο σχεδιασμός της έρευνας σε δύο στάδια (πilotική - κύρια), τα ερευνητικά ερωτήματα, το δείγμα, η δραστηριότητα ΜΒΠ, η πλατφόρμα MUVE και τα εργαλεία συλλογής εμπειρικών δεδομένων.

Στο 4^ο Κεφάλαιο (Μεθοδολογία Pilotικής Έρευνας) περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της pilotικής έρευνας.

Στο 5^ο Κεφάλαιο (Αποτελέσματα Pilotικής Έρευνας) περιγράφονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των εμπειρικών δεδομένων της pilotικής έρευνας.

Στο 6^ο Κεφάλαιο (Μεθοδολογία Κύριας Έρευνας) περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της κύριας έρευνας.

Στο 7^ο Κεφάλαιο (Αποτελέσματα Κύριας Έρευνας) περιγράφονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των εμπειρικών δεδομένων της κύριας έρευνας.

Στο 8^ο Κεφάλαιο (Συμπεράσματα – Προοπτικές) παρουσιάζονται συνοπτικά τα συμπεράσματα της διατριβής και οι προοπτικές για περαιτέρω έρευνα.

1.7. Δημοσιευθείσες εργασίες

Στο αντικείμενο της διατριβής:

- Vrellis, I., Mikropoulos, T., Avouris, N., (2013) Problem-Based Learning in a Multi-User Virtual Environment. (submitted to Computers & Education)
- Papachristos, N. M., Vrellis, I., Natsis, A., & Mikropoulos, T. A. (2013). The role of environment design in an educational Multi-User Virtual Environment. *British Journal of Educational Technology*
- Vrellis, I., Papachristos, N. M., Natsis, A., & Mikropoulos, T. A. (2012). Presence in a Collaborative Science Learning Activity in Second Life. In A. Jimoyiannis (Ed.), *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 241-251): Springer New York.
- Vrellis, I., Papachristos, N. M., Natsis, A., Mikropoulos, T.A. (2010), Measuring presence in a collaborative physics learning activity in Second Life, 7th Pan-Hellenic Conference with International Participation "ICT in Education", September 23-26, Korinthos, Greece
- 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), July 5-7, Sousse, Tunisia

Στο ευρύτερο αντικείμενο των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων:

- Κωλέτσου, Ε., Βρέλλης, Ι., Μικρόπουλος, Τ. (2012), Τα εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών ως ψηφιακές τάξεις, 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος
- Natsis, A., Vrellis, I., Papachristos, N. M., Mikropoulos, T. A., (2012), Technological Factors, User Characteristics and Didactic Strategies in Educational Virtual Environments, Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, July 4-6, Rome, Italy
- Παπαχρήστος, Ν., Βρέλλης, Ι., Μικρόπουλος, Τ. (2011), Είναι δυνατή η αξιοποίηση επερχόμενων τεχνολογιών από μελλοντικούς δασκάλους; Μία «δεύτερη ζωή» σε ένα Παιδαγωγικό Τμήμα, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», 28-30 Απρίλη, Πάτρα
- Μπήτρος, Ι., Δημητρώπουλος, Λ., Βρέλλης, Ι., Βέρρα, Μ., Σιντόρης, Χ., Αβούρης Ν. (2010), Μαθαίνοντας σε εικονικά μουσεία, 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση", 23-26 Σεπτεμβρίου, Κόρινθος
- Messinis, I., Vrellis, I., & Pintelas, P. (2009). Presence in stressful virtual environments. International Journal of Teaching and Case Studies, 2(2), 136 - 145.
- Μεσσήνης, Γ., Βρέλλης, Γ., Μικρόπουλος, Τ. Α., Πιντέλας, Π. (2008), Ρεαλισμός και Παρουσία σε Εκπαιδευτικά Εικονικά Περιβάλλοντα: Υπάρχει Σχέση; στο Χ. Αγγελή & Ν. Βαλανίδης (επ.) Πρακτικά 6ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, τ. 2, 376-383, Λεμεσός: J. G. Cassoulides & Son Ltd
- Mikropoulos, T. A., Chalkidis, A., Koutsikos, El., Strouboulis, V., Vrellis, J. (2005), Educational virtual environments for earthquake precaution, ESERA-CRESILS, Barcelona, Spain

2. Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα σε Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών

2.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η διδακτική στρατηγική της **Μάθησης Βασισμένης σε Προβλήματα (ΜΒΠ)**, τα πλεονεκτήματά της και οι θεωρίες μάθησης στις οποίες στηρίζεται. Στη συνέχεια επισημαίνονται οι περιορισμοί που εμποδίζουν την εφαρμογή της στην εργαστηριακή εκπαίδευση και παρουσιάζονται εναλλακτικοί τρόποι υλοποίησής της μέσω ψηφιακών περιβαλλόντων. Κατόπιν αναλύονται με λεπτομέρεια οι δυνατότητες που προσφέρουν τα **Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών (Multi User Virtual Environments – MUVES)** για την υλοποίηση της. Τέλος, έπειτα από βιβλιογραφική επισκόπηση εμπειρικών μελετών σχετικών με την εκπαιδευτική αξιοποίηση των MUVES, ορίζεται ο σκοπός και το αντικείμενο της παρούσας διατριβής.

2.2. Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα (ΜΒΠ)

Η **Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα (Problem Based Learning - PBL)** αποτελεί μια διδακτική στρατηγική που αποσκοπεί στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων μέσα από την επίλυση προβλημάτων. Οι μαθητές συνεργάζονται σε μικρές ομάδες και αντιμετωπίζουν προβλήματα που προσομοιάζουν ή είναι ίδια με αυτά που υπάρχουν στην πραγματική ζωή (real world problems). Η ΜΒΠ βασίζεται στην ενεργή, συνεργατική, και νοηματοδοτημένη (meaningful) εφαρμογή της γνώσης (Jonassen, et al., 1999). Οι μαθητές, στην προσπάθειά να λύσουν το πρόβλημα που τους έχει τεθεί, ωθούνται να ανακαλύψουν και να εφαρμόσουν νέα γνώση (PBL@UD, 2012). Ο ρόλος του εκπαιδευτικού συνίσταται στη διευκόλυνση τους στην ενεργή μάθηση (διευκολυντής – facilitator) και όχι στην παροχή πληροφοριών και εύκολων απαντήσεων. Ο εκπαιδευτικός επιβλέπει συνεχώς τη διαδικασία και επεμβαίνει όποτε το θεωρεί απαραίτητο προσφέροντας υποστήριξη (scaffolding) (Vygotsky, 1978).

Η ΜΒΠ βοηθά τους μαθητές να (PBL@UD, 2012):

- αποκτήσουν ισχυρό κίνητρο για μάθηση
- αναπτύξουν κριτική σκέψη
- βελτιώσουν την ικανότητα διατήρησης της γνώσης και τη μεταφορά της σε άλλα πλαίσια
- αποκτήσουν μία στάση δια βίου μάθησης
- βελτιώσουν τις επικοινωνιακές και κοινωνικές τους δεξιότητες
- εκτιμήσουν τη δύναμη της συνεργασίας

Εκτός από τα οφέλη της για τους μαθητές, η ΜΒΠ ανανεώνει και το ενδιαφέρον του εκπαιδευτικού για τη μαθησιακή διαδικασία, αφού αυτός δεν παρέχει απλά πληροφορίες και απαντήσεις, αλλά

«μαθαίνει» μαζί με τους μαθητές του. Η πρόκληση της MBΠ συνίσταται στη δημιουργία **ενδιαφερόντων προβλημάτων** που οδηγούν τους μαθητές να κατανοήσουν το υπό μελέτη θέμα και να αναπτύξουν τις δεξιότητες συνεργασίας τους.

2.3. Θεωρίες μάθησης σχετικές με τη MBΠ

Η διδακτική στρατηγική της MBΠ βασίζεται στον **κοινωνικό εποικοδομισμό** και την **πλαισιοθετημένη μάθηση**, οι οποίες ανήκουν στην ευρύτερη μαθησιακή θεωρία του **εποικοδομισμού**.

Η θεωρία του **εποικοδομισμού (constructivism)** θεμελιώθηκε από τον ψυχολόγο Jean Piaget, ο οποίος υποστήριζε ότι η γνώση δεν μεταφέρεται, αλλά οικοδομείται ατομικά και ενεργητικά (Jonassen, et al., 1999). Ο εποικοδομισμός συνδέεται με τη διδακτική στρατηγική της **διερευνητικής μάθησης (inquiry instruction)**, σύμφωνα με την οποία η παθητική πρόσβαση στην πληροφορία δεν επαρκεί για τη μάθηση, αλλά απαιτείται ενεργή συμμετοχή στην εκπαιδευτική διαδικασία ώστε η πληροφορία να μετατραπεί σε γνώση (Garrison, 1990). Η διερευνητική μάθηση προάγει τη βαθιά κατανόηση του θέματος μέσα από ενίσχυση της κριτικής σκέψης και εκτεταμένη αυτονομία του μαθητή (Holmberg, 1995).

Ο **κοινωνικός εποικοδομισμός** επεκτείνει τις ιδέες του εποικοδομισμού, αναγνωρίζοντας την κοινωνική φύση της μάθησης. Σύμφωνα με αυτόν, η μάθηση λαμβάνει χώρα σε ένα κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα η γνωστική ικανότητα και η προσωπική οικοδόμηση της γνώσης του ατόμου να εξαρτώνται από τις σχέσεις του με τα άλλα μέλη της ομάδας (Annetta, et al., 2010; Fung, 2004; Richardson & Swan, 2003; Vygotsky, 1978). Οι μαθητές, κατά τη συνεργασία τους σε ομάδες, επικοινωνούν, επιχειρηματολογούν και εκφράζουν τις απόψεις τους στα άλλα μέλη της ομάδας, ευνοώντας έτσι τον **αναστοχασμό (reflection)** που ενισχύει τη μάθηση (Esteves, Fonseca, Morgado, & Martins, 2011). Ο Vygotsky (1978), ο οποίος θεωρείται θεμελιωτής αυτής της θεωρίας, υποστήριξε ότι η οικοδόμηση της γνώσης επιτελείται μέσα στο κοινωνικό-πολιτιστικό περιβάλλον που ανήκει ο μαθητής και μέσω της αλληλεπίδρασης του με τους άλλους. Εισήγαγε τον όρο **«Ζώνη επικείμενης ανάπτυξης» (Zone of proximal development)**, που αναφέρεται στη γνώση που μπορεί να οικοδομήσει κάποιος πέρα από τις δυνατότητές του, αν δεχτεί την κατάλληλη **υποστήριξη (scaffolding)** από κάποιον πιο έμπειρο. Ο κοινωνικός εποικοδομισμός ουσιαστικά έθεσε τις βάσεις για την **συνεργατική μάθηση (collaborative learning)**, κατά την οποία μια ομάδα ατόμων οικοδομεί ενεργά τη γνώση της, ανταλλάσσοντας πληροφορίες, ιδέες και ρόλους.

Σύμφωνα με την **πλαισιοθετημένη μάθηση (situated learning)**, η απόκτηση της γνώσης λαμβάνει χώρα μέσα στο περιβάλλον στο οποίο εφαρμόζεται και στο πλαίσιο των αντίστοιχων **κοινοτήτων πρακτικής (communities of practice)** (Lave & Wenger, 2006). Η μάθηση δεν θεωρείται μεταφορά αφαιρετικής και αποσπασματικής γνώσης, αλλά μια κοινωνική διαδικασία που λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον. Ο εκπαιδευόμενος εξοικειώνεται σταδιακά με τις πρακτικές της κοινότητας, αρχικά μέσα από πιο απλές περιφερειακές εργασίες (legitimate peripheral participation) και στη συνέχεια αναλαμβάνοντας πιο σημαντικές δραστηριότητες.

Οι παραπάνω θεωρίες μάθησης **αντικαθιστούν σταδιακά τον συμπεριφορισμό (behaviorism)**, ο οποίος εφαρμόζεται κατά την κλασική διδασκαλία στην τάξη. Σύμφωνα με αυτόν, ο εκπαιδευτικός θεωρείται φορέας της γνώσης και χρησιμοποιώντας **θετική ή αρνητική ενίσχυση** (επιβράβευση ή

τιμωρία) επιχειρεί να τροποποιήσει τη συμπεριφορά των μαθητών του με σκοπό τη μάθηση (Woolfolk, 2006).

2.4. ΜΒΠ στο εργαστήριο

Οι φυσικές και τεχνολογικές επιστήμες αποτελούν κατεξοχήν πεδία εφαρμογής της ΜΒΠ. Η ικανότητα πειραματισμού και επίλυσης προβλημάτων είναι δεξιότητες που επιβάλλεται να έχουν οι αντίστοιχοι επιστήμονες. Ο πιο κατάλληλος χώρος οικοδόμησης αυτών των δεξιοτήτων είναι το εργαστήριο. Ωστόσο στην πράξη η εργαστηριακή εκπαίδευση υπόκειται σε αρκετούς περιορισμούς, με αποτέλεσμα να λειτουργεί περισσότερο σύμφωνα με το συμπεριφοριστικό μοντέλο μάθησης, παρά με το εποικοδομιστικό. Οι περιορισμοί αυτοί συνοψίζονται παρακάτω:

- Δεν είναι δυνατή η υλοποίηση κάθε είδους πειράματος εξαιτίας διαφορετικών μεγεθών στις κλίμακες του χώρου και του χρόνου που διεξάγονται τα φυσικά φαινόμενα. (π.χ. πειράματα που αφορούν το ατομικό επίπεδο ή πειράματα που αφορούν το περιβάλλον ή το διάστημα)
- Η χωρητικότητα των εργαστηρίων είναι περιορισμένη: συγκεκριμένος αριθμός ατόμων μπορούν να συμμετέχουν ταυτόχρονα.
- Η χρονική διαθεσιμότητα των εργαστηρίων είναι περιορισμένη (Torres et al., 2006) και εξαρτάται κυρίως την επάρκεια του προσωπικού.
- Ο εργαστηριακός εξοπλισμός και τα σχετικά αναλώσιμα συχνά έχουν μεγάλο κόστος.
- Τα πειράματα ενδεχομένως είναι επικίνδυνα.
- Συνήθως δεν δίνεται δυνατότητα επανάληψης του πειράματος για καλύτερη κατανόηση.
- Επειδή υπάρχει ο κίνδυνος καταστροφής του εξοπλισμού από λάθος χειρισμό (Torres, et al., 2006), οι εκπαιδευόμενοι ακολουθούν συγκεκριμένες διαδικασίες (συμπεριφοριστικό μοντέλο) και δεν αισθάνονται ελεύθεροι να πειραματιστούν δοκιμάζοντας διάφορα σενάρια ώστε να οικοδομήσουν έτσι ενεργά τη γνώση τους (εποικοδομιστικό μοντέλο).
- Πολλές φορές το εργαστηριακό περιβάλλον απέχει σημαντικά από το περιβάλλον εφαρμογής (π.χ. τη βιομηχανία) και δεν επιτυγχάνεται πλαισιοθετημένη μάθηση.
- Η συμμετοχή στα εργαστήρια είναι δύσκολη ή αδύνατη για όσους σπουδάζουν από απόσταση.

Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστούν οι δυνατότητες που προσφέρουν τα ψηφιακά περιβάλλοντα για την υλοποίηση δραστηριοτήτων ΜΒΠ.

2.5. ΜΒΠ σε ψηφιακά περιβάλλοντα

2.5.1. Δυνατότητες ψηφιακών περιβαλλόντων

Η πρόοδος των **Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ)**, έχει κάνει δυνατή την υλοποίηση ψηφιακών περιβαλλόντων ικανών να υποστηρίξουν δραστηριότητες ΜΒΠ τόσο σε λειτουργικό επίπεδο (μέσω προσομοίωσης), όσο και σε επίπεδο συνεργασίας (μέσω δικτύωσης). Η υλοποίηση δραστηριοτήτων ΜΒΠ σε ψηφιακά περιβάλλοντα έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Λόγω της δυνατότητας προσομοίωσης των φυσικών φαινομένων, είναι δυνατή η υλοποίηση κάθε είδους πειράματος σε οποιαδήποτε κλίμακα του χώρου και του χρόνου. (π.χ. πειράματα που αφορούν το ατομικό επίπεδο ή πειράματα που αφορούν το περιβάλλον ή το διάστημα)

- Η χωρητικότητα των ψηφιακών περιβαλλόντων περιορίζεται μόνο από τον διαθέσιμο υπολογιστικό και δικτυακό εξοπλισμό, ο οποίος σήμερα είναι ευρέως διαδεδομένος.
- Η χρονική διαθεσιμότητα των ψηφιακών περιβαλλόντων είναι ουσιαστικά απεριόριστη, αφού βασίζονται μόνο σε υπολογιστικό και δικτυακό εξοπλισμό.
- Δεν είναι απαραίτητη η αγορά εξειδικευμένου εξοπλισμού και αναλωσίμων υψηλού κόστους, αλλά η εκμετάλλευση υπαρχόντων υποδομών (Η/Υ, δικτύων), σε συνδυασμό με την αγορά ή ανάπτυξη λογισμικού και υπηρεσιών.
- Η διενέργεια πειραμάτων σε ψηφιακά περιβάλλοντα δεν ενέχει κινδύνους αφού πρόκειται για προσομοιώσεις (S. Cobb, et al., 2009).
- Είναι δυνατή η επανάληψη των πειραματικών δραστηριοτήτων ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε εκπαιδευόμενου (S. Cobb, et al., 2009).
- Επειδή δεν υπάρχει ο κίνδυνος καταστροφής του εξοπλισμού από λάθος χειρισμό, οι εκπαιδευόμενοι δεν είναι απαραίτητο να ακολουθούν συγκεκριμένες διαδικασίες (συμπεριφοριστικό μοντέλο), αλλά είναι ελεύθεροι να πειραματίζονται δοκιμάζοντας διάφορα σενάρια και να οικοδομούν έτσι ενεργά τη γνώση τους (εποικοδομιστικό μοντέλο)(S. Cobb, et al., 2009).
- Η μάθηση σε ψηφιακά περιβάλλοντα μπορεί να είναι πιο πλακισοθετημένη και «ρεαλιστική», λόγω της ευκολίας που αυτά προσφέρουν στην διαμόρφωση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (π.χ. εικονική βιομηχανία).
- Διευκολύνεται εξ αποστάσεως συμμετοχή στην εργαστηριακή εκπαίδευση.
- Τέλος, τα ψηφιακά περιβάλλοντα μπορούν να εμπλουτιστούν με οπτικοποιήσεις και εκπαιδευτικό υλικό που υποστηρίζουν την εργαστηριακή δραστηριότητα και διευκολύνουν την κατανόηση των φαινομένων.

Η χρήση ψηφιακών περιβαλλόντων δεν έχει ως στόχο την κατάργηση της κλασσικής εργαστηριακής εκπαίδευσης, αλλά τη συμπλήρωσή της ιδιαίτερα για φαινόμενα που δεν είναι εφικτό να εξεταστούν στην πραγματικότητα λόγω κλίμακας, κόστους ή επικινδυνότητας (Salzmann, Saucy, Gillet, & Mondada, 1999; Torres, et al., 2006). Ένας άλλος πιθανός ρόλος, είναι η χρήση τους ως προπαρασκευαστικά περιβάλλοντα: οι φοιτητές θα μπορούσαν να ξεκινούν την εκπαίδευσή τους σε ένα εικονικό εργαστήριο, με όλα τα πλεονεκτήματα που αυτό προσφέρει (υψηλή διαθεσιμότητα, χαμηλό κόστος, ασφάλεια, πρόσβαση από μακριά, εμπλουτισμένο περιβάλλον), με στόχο να αξιοποιήσουν αργότερα με μεγαλύτερη εμπειρία και αυτοπεποίθηση τον εξοπλισμό του πραγματικού εργαστηρίου (Dalgarno, et al., 2009).

2.5.2. Ψηφιακά περιβάλλοντα και εξ αποστάσεως εκπαίδευση

Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η χρήση ψηφιακών περιβαλλόντων για την αναβάθμιση της ποιότητας της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, η οποία τα τελευταία χρόνια έχει λάβει σημαντική ώθηση από την ραγδαία εξέλιξη των δικτύων δεδομένων. Είναι αρκετά πιθανό ότι στο μέλλον, οι υποδομές των ανώτατων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων δεν θα επαρκούν για να καλύψουν τη ζήτηση των υποψήφιων φοιτητών για σπουδές, οι οποίοι μάλιστα θα αναζητούν πιο εξατομικευμένη εκπαίδευση σύμφωνα με τις ανάγκες τους (Howell, Williams, & Lindsay, 2003). Η χρήση ψηφιακών περιβαλλόντων για εξ αποστάσεως εκπαίδευση, θα μπορούσε να μειώσει το κόστος των ιδρυμάτων για φυσικές υποδομές (εστίες, αμφιθέατρα, εργαστήρια). Ενδεχομένως όμως να αυξήσει το κόστος για υποδομές ΤΠΕ (εξυπηρετητές, τηλεπικοινωνιακές γραμμές υψηλής ταχύτητας) και σχετικές υπηρεσίες (εκπαίδευση διδασκόντων και φοιτητών στις νέες τεχνολογίες, υποστήριξη χρηστών, service).

Σήμερα, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση βασίζεται κυρίως σε συστήματα δύο τύπων: (1) **ασύγχρονης τηλε-εκπαίδευσης** (Learning Management systems - LMS), που εστιάζουν κυρίως στο **εκπαιδευτικό περιεχόμενο** και (2) **σύγχρονης τηλε-εκπαίδευσης**, τα οποία εστιάζουν κυρίως στην **επικοινωνία**. Ωστόσο τα συστήματα αυτά δεν ευνοούν την ΜΒΠ, επειδή δεν μπορούν να υποστηρίξουν επαρκώς τις θεωρίες του κοινωνικού εποικοδομισμού και της πλασιοθετημένης μάθησης. Για να υποστηρίξει τον κοινωνικό εποικοδομισμό, ένα ψηφιακό περιβάλλον θα πρέπει να επιτρέπει στους χρήστες του να αλληλεπιδρούν κοινωνικά και να αισθάνονται ότι βρίσκονται μαζί. Η ψυχολογική αυτή κατάσταση, κατά την οποία κάποιος αισθάνεται ότι βρίσκεται **μαζί με άλλους** σε ένα διαμεσολαβούμενο (mediated) περιβάλλον, ονομάζεται **κοινωνική παρουσία (social presence)** (Heeter, 1992). Για να υποστηρίξει την πλασιοθετημένη μάθηση, ένα ψηφιακό περιβάλλον θα πρέπει επιπλέον να επιτρέπει στους χρήστες του να αισθάνονται ότι βρίσκονται σε ένα **κοινό χώρο** και μπορούν να αλληλεπιδρούν με τα αντικείμενα που είναι μέσα σε αυτόν. Η ψυχολογική αυτή κατάσταση, κατά την οποία κάποιος αισθάνεται ότι βρίσκεται σε ένα χώρο, διαφορετικό από αυτόν στο οποίο είναι φυσικά, ονομάζεται **χωρική παρουσία (spatial presence)** (Ijsselstein, Ridder, Freeman, & Avons, 2000).

Ένας γενικά αποδεκτός ορισμός της αίσθησης **παρουσίας (presence)**, είναι η **ψευδαίσθηση της μη ύπαρξης του μέσου** “the perceptual illusion of non-mediation”, κατά την οποία ο χρήστης ενός μέσου δεν αντιλαμβάνεται την ύπαρξή του (Lombard & Ditton, 1997). Οι χρήστες π.χ. ενός εικονικού περιβάλλοντος που βιώνουν παρουσία, αισθάνονται ότι έχουν αφήσει τον πραγματικό κόσμο και βρίσκονται στον εικονικό (Bystrom, Barfield, & Hendrix, 1999). Οι ορισμοί της παρουσίας είναι πολλοί, όπως επίσης και οι αναλύσεις της σε συνιστώσες ή διαστάσεις. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, δύο είναι οι κύριες διαστάσεις της παρουσίας που αναγνωρίζουν οι περισσότεροι ερευνητές: η **χωρική και η κοινωνική** (F. Biocca, 1997; F. Biocca & Harms, 2002; Frank Biocca, Harms, & Burgoon, 2003; Heeter, 1992; Ijsselstein, et al., 2000). Οι παράγοντες που επηρεάζουν την παρουσία σχετίζονται με **το μέσο, το περιεχόμενο και το χρήστη** (media form factors, content factors and user characteristics) (Ijsselstein, et al., 2000).

2.5.3. Κατηγορίες ψηφιακών περιβαλλόντων

Στη συνέχεια θα κατηγοριοποιηθούν οι διάφοροι τύποι ψηφιακών περιβαλλόντων ανάλογα με τις δυνατότητες που προσφέρουν για **χωρική αναπαράσταση** (δισδιάστατη - τρισδιάστατη) και **συνεργασία** (μη δικτυακά – δικτυακά). Ουσιαστικά οι δυνατότητες αυτές επηρεάζουν καθοριστικά τα επίπεδα χωρικής και κοινωνικής παρουσίας που μπορούν να βιώσουν οι χρήστες τους. Τα περιβάλλοντα που μεγιστοποιούν τη χωρική και κοινωνική παρουσία, επιτρέπουν την εφαρμογή των θεωριών της πλασιοθετημένης μάθησης και του κοινωνικού εποικοδομισμού, στις οποίες βασίζεται η ΜΒΠ. Οι κατηγορίες των ψηφιακών περιβαλλόντων είναι οι εξής:

- **Δισδιάστατα - μη δικτυακά.** Αποτελούν κυρίως αφαιρετικές προσομοιώσεις και μικρόκοσμους (π.χ. interactive physics, logo, microworlds) που υποστηρίζουν την εποικοδομιστική μάθηση λόγω της ελευθερίας πειραματισμού που προσφέρουν.
- **Τρισδιάστατα - μη δικτυακά.** Αποτελούν ρεαλιστικές προσομοιώσεις που συνήθως προορίζονται για εξειδικευμένη εκπαίδευση κατά την οποία η απαιτείται υψηλή χωρική αντίληψη (π.χ. προσομοίωση πτήσης, αναπαράσταση ιστορικών και πολιτιστικών μνημείων). Εμφανίστηκαν με τη βελτίωση των δυνατοτήτων γραφικής απεικόνισης των υπολογιστών και επιτρέπουν στους χρήστες τους να εμβυθιστούν σε ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον, στο οποίο βιώνουν αυξημένη χωρική παρουσία. Για το λόγο αυτό, τα περιβάλλοντα αυτά ευνοούν την πλασιοθετημένη μάθηση, αν και όχι πλήρως, αφού δεν επιτρέπουν την κοινωνική αλληλεπίδραση που απαιτεί η τελευταία.

- **Δισδιάστατα – δικτυακά.** Αποτελούν τα βασικά εργαλεία της λεγόμενης **συνεργατικής μάθησης υποστηριζόμενης από υπολογιστές (Computer Supported Collaborative Learning – CSCL)**. Αναπτύχθηκαν με την εξέλιξη και εξάπλωση των δικτύων υπολογιστών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα συστήματα ασύγχρονης τηλε-εκπαίδευσης (Learning Management Systems – LMS), οι κοινόχρηστοι πίνακες (shared whiteboards) και τα συστήματα τηλεδιάσκεψης (teleconference systems). Τα περιβάλλοντα αυτά επιτρέπουν σύγχρονη ή ασύγχρονη συνεργασία μέσω κειμένου, φωνής ή βίντεο, επιτρέποντας στους χρήστες τους να βιώνουν κοινωνική παρουσία. Για το λόγο αυτό, τα περιβάλλοντα αυτά ευνοούν τον κοινωνικό εποικοδομισμό.
- **Τρισδιάστατα – δικτυακά.** Αποτελούν ίσως την πιο πλήρη εκδοχή ενός ψηφιακού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, συνδυάζοντας τρισδιάστατη απεικόνιση και δικτύωση. Τα περιβάλλοντα αυτά επιτρέπουν σε πολλούς χρήστες να συναντηθούν σε ένα τρισδιάστατο εικονικό χώρο, εκπροσωπούμενοι από τις ανθρωπόμορφες αναπαραστάσεις τους (avatars), για να επικοινωνήσουν, να συνεργαστούν ή να μάθουν. Ονομάζονται **εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών (Multi User Virtual Environments - MUEs)** ή **εικονικοί κόσμοι (Virtual Worlds - VW)**. Παραδείγματα MUEs είναι το Activeworlds, το Second Life, το Open Simulator και το Openwonderland. Τα περιβάλλοντα αυτά μεγιστοποιούν την χωρική και κοινωνική παρουσία των χρηστών τους, ευνοώντας τόσο την πλαισιοθετημένη μάθηση όσο και τον κοινωνικό εποικοδομισμό.

	Δισδιάστατα	Τρισδιάστατα
Μη δικτυακά	<p>Εποικοδομισμός</p>	<p>Χωρική παρουσία Εποικοδομισμός Πλαισιοθετημένη μάθηση</p>
Δικτυακά	<p>Κοινωνική παρουσία Κοινωνικός Εποικοδομισμός</p>	<p>Χωρική και Κοινωνική παρουσία Κοινωνικός Εποικοδομισμός Πλαισιοθετημένη μάθηση</p>

Σχήμα 2.1 Κατηγορίες ψηφιακών περιβαλλόντων

Στο Σχήμα 2.1 παρουσιάζονται ενδεικτικά περιβάλλοντα κάθε κατηγορίας, μαζί με την αίσθηση παρουσίας και τις θεωρίες μάθησης που υποστηρίζει το καθένα. Στη συνέχεια εξετάζονται αναλυτικά οι δυνατότητες των MUVES, για την υλοποίηση δραστηριοτήτων MBΠ.

2.6. MBΠ σε Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, τα MUVES φαίνεται να αποτελούν την πιο πλήρη ψηφιακή πλατφόρμα για υλοποίηση δραστηριοτήτων MBΠ. Έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν ελκυστικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που εμπλέκουν τους μανθάνοντες περισσότερο από άλλους τύπους ψηφιακών περιβαλλόντων (Annetta, et al., 2010). Στην τρέχουσα ενότητα θα παρουσιαστούν τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των MUVES, που επιτρέπουν στους χρήστες τους να βιώνουν χωρική και κοινωνική παρουσία. Στη συνέχεια θα περιγραφεί πως η ψυχολογική κατάσταση της αίσθησης παρουσίας ενισχύει τις δυνατότητες μάθησης (learning affordances) των MUVES και τους επιτρέπει να υποστηρίζουν δραστηριότητες πλασιοθετημένης μάθησης, κοινωνικού εποικοδομισμού και MBΠ. Το Σχήμα 2.2 συνοψίζει το περιεχόμενο της τρέχουσας ενότητας και βασίζεται στη μοντελοποίηση της μάθησης σε τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα των Dalgarno & Lee (2010).

2.6.1. Ορισμός MUVES

Τα MUVES είναι τρισδιάστατα δικτυακά εικονικά περιβάλλοντα, οι χρήστες των οποίων εκπροσωπούνται από ανθρωπόμορφες αναπαραστάσεις (avatars), μέσω των οποίων μπορούν να περιηγούνται σε αυτά, να επικοινωνούν, να συνεργάζονται και να μαθαίνουν (Dede, Nelson, Ketelhut, Clarke, & Bowman, 2004). Οι εικονικοί αυτοί κόσμοι είναι μόνιμοι (persistent), δηλαδή υπάρχουν ανεξάρτητα από το εάν υπάρχουν συνδεδεμένοι (on-line) χρήστες (Bell, 2008). Οι χρήστες μπορούν να επικοινωνούν με λεκτικό και μη λεκτικό τρόπο και να διαμορφώνουν συνεργατικά το κοινό τους περιβάλλον, αλληλεπιδρώντας με τα υπάρχοντα αντικείμενα ή δημιουργώντας νέα (Sturgeon, Allison, & Miller, 2009). Αποτελούν ένα αναδυόμενο εκπαιδευτικό μέσο που αρχίζει να χρησιμοποιείται τόσο μέσα στην τάξη όσο και στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση (Dickey, 2005a). Η διαρκώς αυξανόμενη χρήση τους ως μαθησιακού εργαλείου τα τελευταία χρόνια απορρέει τόσο από τεχνικούς παράγοντες (εξάπλωση της ευρυζωνικής πρόσβασης στο internet, διαθεσιμότητα ισχυρών και φθηνών υπολογιστών) όσο και κοινωνικούς (έμφαση στην κοινωνική αλληλεπίδραση και τα κοινωνικά δίκτυα) (de Freitas & Veletsianos, 2010).

2.6.2. Τεχνολογικά χαρακτηριστικά

Τα MUVES προσφέρουν τα εξής τεχνολογικά χαρακτηριστικά στους χρήστες τους (Annetta, et al., 2010):

- Κοινό τρισδιάστατο χώρο
- Κοινό χρόνο (σύγχρονη λεκτική και μη λεκτική επικοινωνία)
- Ταυτότητα (avatar, σωματική μη λεκτική επικοινωνία)

Ο **κοινός τρισδιάστατος χώρος** επιτρέπει στους χρήστες να περιηγηθούν, να αλληλεπιδράσουν και να μεταφέρουν πληροφορία στους άλλους μέσω της θέσης τους. Επίσης επιτρέπει την υλοποίηση προσομοιώσεων, οι οποίες αφορούν γεγονότα, φαινόμενα, διεργασίες, εξοπλισμό που δεν είναι φυσικά προσβάσιμα λόγω κλίμακας, κόστους ή επικινδυνότητας. Έτσι π.χ. σε ένα MUVE θα μπορούσε

να αναπαρασταθεί ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Aydogan, Aras, & Karakas, 2010) για την εκπαίδευση των διαχειριστών του, χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος ατυχήματος ή καταστροφής του εξοπλισμού (risk free). Μέσα στα MUVES, οι χρήστες επιλέγουν με ποιον χρήστη ή αντικείμενο του περιβάλλοντος να αλληλεπιδράσουν κάθε στιγμή και με ποιον τρόπο. Αυτή η ελευθερία αλληλεπίδρασης στο προσομοιωμένο περιβάλλον, τους επιτρέπει να μαθαίνουν με ασφάλεια, παρατηρώντας τις συνέπειες των λαθών τους και επαναλαμβάνοντας τις προσομοιώσεις όσες φορές το επιθυμούν.

Σχήμα 2.2 MBP σε MUVES

Ο **κοινός χρόνος** επιτρέπει στους χρήστες **να επικοινωνούν σύγχρονα**, σε πραγματικό χρόνο, με **λεκτικό (verbal communication)** και **μη λεκτικό τρόπο (non-verbal communication – NVC)**. Το γεγονός ότι τα MUVES υποστηρίζουν σύγχρονη επικοινωνία πραγματικού χρόνου μέσω πολλών καναλιών και μεταξύ πολλών ατόμων, μεγιστοποιεί την αίσθηση κοινωνικής παρουσίας των μανθανόντων και την ενότητα της ομάδας, υποστηρίζοντας έτσι τον κοινωνικό εποικοδομισμό.

Η **λεκτική επικοινωνία** στα MUVES μεταφέρεται μέσω της **συνομιλίας κειμένου (text chat)** και της **συνομιλίας φωνής (voice chat)**. Η συνομιλία κειμένου είναι πολύ οικονομική σε υπολογιστικούς και δικτυακούς πόρους και ιδιαίτερα χρήσιμη για μεταφορά ειδικών πληροφοριών (π.χ. τον τίτλο ενός άρθρου ή ενός URL). Αν και αποτελεί την πιο λιτή μορφή σύγχρονης επικοινωνίας, μπορεί ωστόσο να μεταφέρει μέρος της προσωπικότητας και των συναισθημάτων των χρηστών, είτε με λεκτικό τρόπο (π.χ. ωραία ιδέα!), είτε μέσω εικονιδίων κειμένου (emojis π.χ. :-)). Τα μειονεκτήματά της είναι ότι είναι σχετικά αργή, αφού απαιτεί πληκτρολόγηση και ενδεχομένως αποσπά το χρήστη από την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον. Η συνομιλία φωνής, μεταφέρει πολύ περισσότερη μη λεκτική πληροφορία (paralinguistics, π.χ. συναισθηματικό τόνο) από τη συνομιλία κειμένου. Επιπλέον είναι πιο άμεση, εύχρηστη και γρήγορη αφού δεν απαιτεί πληκτρολόγηση, αφήνοντας έτσι τα χέρια του χρήστη ελεύθερα για την πλοήγηση και την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Το μειονέκτημά της είναι η αυξημένη απαίτηση σε πόρους δικτύου, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε κακή ποιότητα ήχου όταν το εύρος ζώνης δεν επαρκεί.

Η **σωματική μη λεκτική επικοινωνία** (όπως η στάση του σώματος, οι χειρονομίες, οι εκφράσεις του προσώπου, το ντύσιμο) αποτελεί ένα πλούσιο κανάλι μέσα από το οποίο μεταφέρονται σημαντικές και χρήσιμες πληροφορίες κατά τη διάρκεια της ανθρώπινης επικοινωνίας (Argyle, 1975). Στα MUVES η σωματική μη λεκτική επικοινωνία μεταφέρεται μέσω των avatars, τα οποία «ενσαρκώνουν» τους χρήστες στο εικονικό περιβάλλον και τους παρέχουν «φυσική» **οντότητα** και **ταυτότητα**. Έτσι οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με το περιβάλλον με τρόπους παρόμοιους με αυτούς του πραγματικού κόσμου. (π.χ. να επιλέγουν στάση σώματος, να μεταφέρουν ένα αντικείμενο, να χαιρετούν, να γελάνε) (Benford, Greenhalgh, Rodden, & Pycock, 2001). Η χρήση των avatars ενισχύει την χωρική και κοινωνική παρουσία των χρηστών και τους δίνει την αίσθηση ότι **υπάρχουν** στον εικονικό κόσμο (Richardson & Swan, 2003).

Όπως συμβαίνει και στην πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνία και μάθηση, οι χρήστες των MUVES θα πρέπει να μπορούν να αισθάνονται τόσο ξεχωριστά άτομα, όσο και μέλη μιας ομάδας. Η έκφραση της ταυτότητας και της ατομικής ιδιαιτερότητας του κάθε χρήστη, επιτυγχάνεται μέσω της δυνατότητας παραμετροποίησης του avatar του όσον αφορά το φύλο, την φυλή, τη σωματική διάπλαση, το ντύσιμο και τη συναισθηματική του κατάσταση. Η αίσθηση της ομαδικότητας μπορεί να ενισχυθεί μέσω της κατανομής των avatars στο χώρο (π.χ. τα avatar κάθε ομάδας συσπειρώνονται μεταξύ τους), αλλά και μέσα από εκφράσεις συναισθημάτων, χαιρετισμούς και αναφορές στην ομάδα ως «εμείς» (Rourke, Anderson, Garrison, & Archer, 1999).

2.6.3. Χωρική και κοινωνική παρουσία

Η αίσθηση **χωρικής παρουσίας** είναι απαραίτητη για την υλοποίηση δραστηριοτήτων πλασιοθετημένης μάθησης, οι οποίες πρέπει να λαμβάνουν χώρα σε ένα «αυθεντικό» περιβάλλον. Η χωρική παρουσία στα MUVES προκαλείται από τη ρεαλιστική αναπαράσταση των ανθρώπων και των αντικειμένων του προσομοιωμένου μαθησιακού περιβάλλοντος, χάρη στις δυνατότητες τρισδιάστατης απεικόνισης που αυτά διαθέτουν. Επιπλέον, αυτή ενισχύεται από τη δυνατότητα πολλαπλών οπτικών

(perspectives), που προσφέρει η μετακίνηση της κάμερας του χρήστη. Ο χρήστης μπορεί να επιλέγει μεταξύ του εγωκεντρικού (egocentric) συστήματος αναφοράς, που του επιτρέπει ενεργή συμμετοχή του στο φαινόμενο που πρέπει να κατανοήσει, και εξωτερικών (exocentric) συστημάτων αναφοράς που προσφέρουν πιο σφαιρική και αφαιρετική αντίληψη του μαθησιακού περιβάλλοντος. Η εναλλαγή μεταξύ διαφόρων οπτικών (bicentric experience), που δεν είναι συχνά εφικτή σε πραγματικές συνθήκες (π.χ. δεν μπορεί κάποιος να πετάξει ψηλά για να δει ένα φαινόμενο από μακριά), συνδυάζει τα πλεονεκτήματά τους, επιτρέποντας στο μανθάνοντα να κατανοεί πολύπλοκα φαινόμενα και να βλέπει το «δέντρο» χωρίς να χάνει το «δάσος» (Dede, 2009).

Η αίσθηση **κοινωνικής παρουσίας** είναι απαραίτητη για την υλοποίηση δραστηριοτήτων κοινωνικού εποικοδομισμού και πλασιοθετημένης μάθησης μέσα σε διαμεσολαβούμενα (mediated) περιβάλλοντα όπως είναι τα MUVES. Ένας ορισμός της σε εκπαιδευτικό πλαίσιο είναι: η ικανότητα των μελών μιας κοινότητας μάθησης να προβάλλουν τους εαυτούς τους κοινωνικά και συναισθηματικά ως πραγματικούς ανθρώπους μέσω ενός μέσου επικοινωνίας (Garrison & Anderson, 2003). Έχει βρεθεί ότι αυξημένη κοινωνική παρουσία, συνδέεται με αυξημένη κοινωνική αλληλεπίδραση (Tu & McIsaac, 2002), καλύτερο μαθησιακό αποτέλεσμα και μεγαλύτερη ικανοποίηση από την επικοινωνία (Bulu, 2012; Gunawardena & Zittle, 1997; Picciano, 2002; Richardson & Swan, 2003). Επίσης έχει βρεθεί ότι στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, η αίσθηση του ανήκει κάποιος σε μια κοινότητα μάθησης είναι σημαντική για την επιτυχία του (Wegerif, 1998).

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση συνδέεται με μειωμένη κοινωνική παρουσία, λόγω της έλλειψης επικοινωνίας «πρόσωπο με πρόσωπο» μεταξύ διδάσκοντα - μανθάνοντα, της «χαλαρής» κοινότητας μάθησης και του γεγονότος ότι οι μανθάνοντες δουλεύουν συνήθως από το σπίτι ή από άλλο περιβάλλον με πολλές αποσπάσεις (Saba, 2004). Μάλιστα το αίσθημα απομόνωσης και η κακή διαχείριση του χρόνου, συχνά τους οδηγούν να διακόπτουν σταδιακά τις σπουδές τους (O'Connor, Sceiford, Wang, Foucar-Szocki, & Griffin, 2003).

Τα MUVES θα μπορούσαν να απαλύνουν τα βασικά μειονεκτήματα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, αφού μεγιστοποιούν την αίσθηση χωρικής και κοινωνικής παρουσίας των φυσικά απομακρυσμένων χρηστών τους. Αυτό συνεπάγεται ότι μπορούν να αυξήσουν την ικανοποίηση από την παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού, να κάνουν τη συνεργασία κατά τη διάρκεια του μαθήματος πιο ικανοποιητική, να ενισχύσουν το αίσθημα της κοινότητας μάθησης, να υποστηρίξουν την αλληλοβοήθεια μεταξύ των μαθητών, να βελτιώσουν τη διαχείριση του χρόνου των μανθανόντων και να αυξήσουν το χρόνο που αφιερώνουν στο μάθημα. Μάλιστα, η αίσθηση κοινωνικής παρουσίας που βιώνει κανείς σε ένα εικονικό περιβάλλον, δεν είναι πάντα υποδεέστερη της αντίστοιχης που βιώνει στο πραγματικό. Έχει βρεθεί ότι η εξ αποστάσεως εκπαίδευση, μπορεί κάποιες φορές να είναι πιο αποδοτική από την παραδοσιακή πρόσωπο με πρόσωπο διδασκαλία (Schutte, 1997) και ενδεχομένως πιο ισότιμη και δημοκρατική από αυτή που προκύπτει στην τάξη (Swan, 2002). Επιπλέον έχει υποστηριχθεί, ότι η συνεργατική φύση των εικονικών κόσμων έχει τη δυνατότητα να προετοιμάσει τους χρήστες τους για την ομαδική δουλειά που απαιτείται συνήθως στους χώρους εργασίας (Gee, 2003).

2.6.4. Πλασιοθετημένη μάθηση & Κοινωνικός εποικοδομισμός

Οι Dalgarno & Lee (2010) υποστηρίζουν ότι τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα (3D Virtual Learning Environments) χάρη στα τεχνολογικά τους χαρακτηριστικά προσφέρουν στους χρήστες τους ταυτότητα, χωρική και κοινωνική παρουσία επιτρέποντας έτσι τις εξής **δυνατότητες μάθησης (learning affordances)**:

- την υλοποίηση μαθησιακών δραστηριοτήτων που απαιτούν καλή αναπαράσταση χωρικής πληροφορίας.
- Την υποστήριξη βιωματικής μάθησης (experiential learning) σε αντικείμενα που είναι δύσκολο ή και αδύνατο να γίνουν στον πραγματικό κόσμο
- Την υποστήριξη δραστηριοτήτων που οδηγούν σε αυξημένη κινητοποίηση (motivation) και εμπλοκή (engagement).
- Την υποστήριξη δραστηριοτήτων που οδηγούν σε αυξημένη μεταφορά (transfer) γνώσης και δεξιοτήτων στην πραγματική ζωή μέσω πλακαιοθετημένης μάθησης.
- Την υποστήριξη δραστηριοτήτων που οδηγούν σε πλουσιότερη και πιο αποδοτική συνεργατική μάθηση σε σχέση με τα διςδιάστατα αντίστοιχα.

Η πλακαιοθετημένη κατανόηση μιας έννοιας κατά την επίλυση ενός αυθεντικού προβλήματος είναι πολύ σημαντική, γιατί έτσι η γνώση εφαρμόζεται με τρόπο που έχει νόημα για τον μανθάνοντα. Ωστόσο είναι δύσκολο να επιτευχθεί στο περιβάλλον της τάξης ή του αμφιθεάτρου, αφού απαιτείται δραστηριοποίηση σε αυθεντικό περιβάλλον και καθοδήγηση από κάποιο πιο έμπειρο. Τα MUVES μπορούν να προσμοιώνουν το αυθεντικό περιβάλλον και το απαιτούμενο κοινωνικό πλαίσιο, χωρίς να υφίστανται τους περιορισμούς του πραγματικού περιβάλλοντος (κόστος, διαθεσιμότητα, επικινδυνότητα), διατηρώντας παράλληλα σε υψηλά επίπεδα τη χωρική και κοινωνική παρουσία των μανθάνοντων. Μέσα στα MUVES, οι μανθάνοντες μπορούν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, με τους εκπαιδευτές τους και με αυτόνομες ψηφιακές οντότητες (agents) στην προσπάθεια τους να λύσουν αυθεντικά προβλήματα (Ketelhut, Nelson, Clarke, & Dede, 2010). Έτσι οικοδομούν τις γνώσεις τους σε ένα κοινωνικό περιβάλλον, χρησιμοποιώντας τη δημιουργικότητά τους και την κριτική τους σκέψη και συλλέγουν όχι μόνο αφαιρετικές και αποσπασματικές ιδέες, αλλά αυθεντικές εμπειρίες που μπορούν να εφαρμόσουν αργότερα στην πραγματική ζωή (Gee, 2005).

Αν και ιδιαίτερα οι θετικές και τεχνολογικές επιστήμες μπορούν να επωφεληθούν από τη χρήση πλακαιοθετημένης και εποικοδομιστικής μάθησης μέσα σε MUVES, το ίδιο μπορεί να συμβεί και για άλλες επιστήμες. Για παράδειγμα, η εκπαίδευση των επαγγελματιών υγείας μπορεί να ωφεληθεί σημαντικά από την καλλιέργεια δεξιοτήτων λήψης αποφάσεων, επίλυσης προβλημάτων και συνεργασίας στο ασφαλές περιβάλλον ενός MUVE (Rogers, 2011). Επίσης η μάθηση της Ιστορίας θα μπορούσε να γίνει πιο πλακαιοθετημένη με την περιήγηση σε MUVES που αναπαριστούν ιστορικά μνημεία, γεγονότα ή πολιτισμούς που έχουν χαθεί. Ο Moulder (2004) είτε χαρακτηριστικά για τους εικονικούς κόσμους: “Γιατί να διαβάσει κανείς για την αρχαία Ρώμη όταν μπορεί να τη χτίσει;”.

Η **μεταφορά της μάθησης (transfer of learning)** είναι ένας δείκτης επιτυχούς μάθησης και αφορά την εφαρμογή δεξιοτήτων, γνώσεων και συμπεριφορών σε ένα περιβάλλον διαφορετικό από αυτό που αποκτήθηκαν (Perkins & Salomon, 1992). Η μεταφορά της μάθησης χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: την **κοντινή (Near)** και τη **Μακρινή (Far)** (Cree & Macaulay, 2000). Η κοντινή αφορά την εφαρμογή γνώσεων σε πλαίσια παρόμοια με αυτό στο οποίο αποκτήθηκαν. Συνήθως αφορά διαδικαστικές (procedural) γνώσεις (π.χ. δεξιότητες χειρισμού αεροσκάφους που αποκτήθηκαν σε έναν εξομοιωτή πτήσης) και είναι σχετικά εύκολο να επιτευχθεί. Η μακρινή μεταφορά της μάθησης, αφορά την εφαρμογή γνώσεων σε πλαίσια που διαφέρουν σημαντικά από αυτό στο οποίο αποκτήθηκαν (π.χ. επιλογή κατάλληλης τακτικής σε μια αερομαχία) και είναι σχετικά δύσκολο να επιτευχθεί, γιατί η προσαρμογή της γνώσης στο νέο περιβάλλον απαιτεί βαθιά κατανόηση του αντικειμένου και κριτική σκέψη. Ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα της κλασικής εκπαίδευσης που βασίζεται στον συμπεριφορισμό, δηλαδή στη μεταβίβαση της γνώσης από το δάσκαλο στο μαθητή, είναι το χαμηλό επίπεδο μακρινής μεταφοράς που επιτυγχάνεται. Κατά μέσο όρο οι μαθητές συγκρατούν μόλις το 10% αυτών που διαβάζουν, το 30% αυτών που βλέπουν, το 50% αυτών που κάνουν σε συνεργασία με

άλλους και το 90% αυτών που κάνουν μόνοι τους (Petty, 2004). Τα MUVES φαίνεται να έχουν τη δυνατότητα να μεγιστοποιήσουν τη μεταφορά της μάθησης λόγω της πλακαιοθετημένης και κοινωνικά επικοδομιστικής μάθησης που μπορούν να υποστηρίξουν.

2.6.5. Διδακτική στρατηγική MBΠ

Η MBΠ εμπλέκει τους συμμετέχοντες, ωθώντας τους να οικοδομήσουν ενεργά τη γνώση τους, να αναπτύξουν κριτική σκέψη και κοινωνικές δεξιότητες. Όπως φάνηκε παραπάνω, τα MUVES μπορούν να υποστηρίξουν τις θεωρίες του κοινωνικού επικοδομισμού και της πλακαιοθετημένης μάθησης στις οποίες βασίζεται η MBΠ. Επιπλέον στο περιβάλλον των MUVES οι δραστηριότητες MBΠ μπορούν να γίνουν με ασφάλεια, υψηλή διαθεσιμότητα, χαμηλό κόστος και εξ αποστάσεως (Torres, et al., 2006).

2.6.6. Μειονεκτήματα

Έχει υποστηριχτεί ότι τα MUVES έχουν υψηλές απαιτήσεις σε υπολογιστικούς πόρους, ιδιαίτερα από το υποσύστημα γραφικών και τη μνήμη RAM (Duncan, Miller, & Jiang, 2012). Αυτό όμως ισχύει μόνο **συγκριτικά** με άλλα ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης (π.χ. LMS) τα οποία είναι ιδιαίτερα οικονομικά σε υπολογιστικούς πόρους. Τα MUVES μπορούν να τρέξουν με ευκολία ακόμη και σε ένα χαμηλών επιδόσεων σύγχρονο PC.

Ένα άλλο πρόβλημα που έχει παρατηρηθεί κατά τη μάθηση σε MUVES, είναι η δυσκολία συγκέντρωσης των συμμετεχόντων στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε αυτά, λόγω των πολλών αποσπάσεων που προσφέρονται (εξερεύνηση χώρων, αντικειμένων, πολυμεσικού υλικού, συνομιλία με άλλους χρήστες) (Macías-Díaz, 2008). Αυτό το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί εύκολα, με προσεκτική επιλογή του χώρου, του υλικού και των συμμετεχόντων που επιτρέπεται να λάβουν μέρος στη μαθησιακή δραστηριότητα.

Τέλος, ένα άλλο μειονέκτημα της μάθησης μέσα σε MUVES, είναι η δυσκολία που έχει ο διδάσκων να παίρνει ανατροφοδότηση από τους μαθητές του (Macías-Díaz, 2008). Σε μια πραγματική τάξη ο διδάσκων μπορεί να παρακολουθεί τα μη λεκτικά σήματα των μαθητών του (π.χ. στάση σώματος, εκφράσεις του προσώπου) και να προσαρμόζει το μάθημα ανάλογα (π.χ. να το απλοποιεί αν βλέπει ότι οι μαθητές δυσκολεύονται). Στους σύγχρονους εικονικούς κόσμους, αν και υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς σωματικής μη λεκτικής επικοινωνίας μέσω των avatars, αυτή είναι ακόμη περιορισμένη και συχνά δεν αντιστοιχεί στην πραγματική, αφού επιλέγεται μεταξύ προκαθορισμένων συμπεριφορών, με αποτέλεσμα να μην είναι εντελώς αυθεντική και άμεση. Οι τεχνολογίες αναγνώρισης προσώπου και σώματος (head & body tracking), με τη βοήθεια απλών ή εξειδικευμένων καμερών (webcameras, 3d cameras), αναμένεται να προσφέρουν λύση στο πρόβλημα αυτό, στο άμεσο μέλλον.

2.7. Τεχνολογικές υλοποιήσεις Εικονικών Περιβαλλόντων Πολλών Χρηστών

Το πρώτο MUVE που χρησιμοποιήθηκε για εκπαιδευτική έρευνα ήταν το **Active Worlds** (<http://www.activeworlds.com/>). Παρουσιάστηκε το 1997 και σήμερα θεωρείται μάλλον τεχνολογικά ξεπερασμένο. Ωστόσο, έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς από δύο αξιολογες ερευνητικές ομάδες: την

ομάδα του Chris Dede (The River City Project, Harvard University) (Dede, et al., 2004) και την ομάδα του Sasha Barab (Quest Atlantis Project, Indiana University) (Barab, Sadler, Heiselt, Hickey, & Zuiker, 2006). Παρά τη σημαντική έρευνα που έγινε από αυτές τις ομάδες, δεν κατάφερε να συγκεντρώσει το ενδιαφέρον της πλειοψηφίας των ερευνητών που ασχολούνται με την εκπαιδευτική αξιοποίηση των MUVES.

Ο εικονικός κόσμος που έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο για έρευνα και εκπαίδευση (Wankel & Kingsley, 2009) είναι το **Second Life (SL)**. (<http://secondlife.com/>) Δημιουργήθηκε το 2003 από τη Linden Lab και σήμερα είναι ο μεγαλύτερος και πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος εικονικός κόσμος στην εκπαίδευση. Πάνω από 700 εκπαιδευτικά ιδρύματα διαθέτουν παρουσία στο SL (LindenLab, 2011). Εταιρείες και Πανεπιστήμια το χρησιμοποιούν για να δοκιμάσουν ιδέες και προϊόντα, να διενεργήσουν συναντήσεις εργασίας, σεμινάρια, μαθήματα, προσλήψεις προσωπικού και διαφημίσεις (Fiedler & Harunv, 2009). Συνολικά διαθέτει περίπου 2.000 km² εικονικής γης, 28.000.000 εγγεγραμμένους χρήστες (residents) εκ των οποίων περίπου 32.000 βρίσκονται κάθε στιγμή on-line (<http://gridsurvey.com/>[21-2-2012]). Η υπολογιστική υποδομή του SL αποτελείται από ένα grid περίπου 3000 πολυπύρηνων εξυπηρετητών. Κάθε πυρήνας είναι υπεύθυνος για την υποστήριξη μιας περιοχής (region) 256m x 256m. Η εγγραφή είναι δωρεάν και χρηματική συνδρομή απαιτείται μόνο αν ο χρήστης θέλει να είναι και ιδιοκτήτης εικονικής γης. Οι χρήστες επιλέγουν ένα από τα προκαθορισμένα avatars, το οποίο μπορούν να παραμετροποιούν ως προς τη το φύλο, τη φυλή, τη σωματική διάπλαση, το ντύσιμο. Μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους με κείμενο ή φωνή (text, voice chat). Επίσης, μπορούν να δημιουργούν αντικείμενα με τη βοήθεια ενός σχετικά απλού εργαλείου σχεδίασης που βασίζεται σε βασικά στερεά σχήματα (primitives) και το οποίο είναι ενσωματωμένο στον SL viewer (το πρόγραμμα που επιτρέπει τη σύνδεση στο SL). Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει το μέγεθος, το σχήμα, το χρώμα, την υφή των αντικειμένων και να τους δώσει φυσικές ιδιότητες (π.χ. ελαστικότητα, βαρύτητα, κίνηση). Για την απόδοση μεγαλύτερης αλληλεπιδραστικότητας (interactivity) στα αντικείμενα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιπλέον η **Linden Scripting Language (LSL)**. Εναλλακτικά, υπάρχει και η δυνατότητα αγοράς έτοιμων αντικειμένων από το **SL Marketplace** (<https://marketplace.secondlife.com>). Οι χρήστες μπορούν να τοποθετούν τα αντικείμενα τους μόνο σε περιοχές τους ανήκουν, ή και σε άλλες, αν τους έχουν δοθεί τα κατάλληλα δικαιώματα από τους ιδιοκτήτες. Αξιοσημείωτο τέλος είναι το γεγονός, ότι η εικονική κοινωνία του SL, διαθέτει οικονομία με δικό της νόμισμα (Linden dollar), το οποίο διατηρεί ισοτιμία με το αμερικάνικο δολάριο.

Το **OpenSimulator** (<http://opensimulator.org>) εμφανίστηκε το 2007 και αποτελεί μια open source πλατφόρμα υλοποίησης εικονικών κόσμων συμβατών με το SL. Έχει γραφτεί σε C# και βασίζεται στο .NET της Microsoft. Υπάρχουν εκατοντάδες διαθέσιμοι κόσμοι στους οποίους μπορεί κάποιος να συνδεθεί χρησιμοποιώντας τον SL Viewer ή έναν από τους αντίστοιχους open source viewers (π.χ. Imprudence, Hippo). Αποτελεί μια πολύ καλή εναλλακτική για τους ερευνητές που δεν μπορούν ή δεν θέλουν να πληρώνουν το ενοίκιο για την ιδιοκτησία γης στο SL.

Το 2010 η SUN δημιούργησε το Project Wonderland, ένα MUVES υλοποιημένο σε Java. Μετά την εξαγορά της από την ORACLE, το Project Wonderland έγινε open source και μετονομάστηκε σε **Open Wonderland** (<http://openwonderland.org/>). Το Open Wonderland έχει παρόμοιες δυνατότητες με το SL και φαίνεται να έχει προοπτικές να χρησιμοποιηθεί για εκπαίδευση και έρευνα (Κωλέτσου, Βρέλλης, & Μικρόπουλος, 2012).

2.8. Βιβλιογραφική επισκόπηση

Τα MUVES έχουν ήδη αρχίσει να χρησιμοποιούνται ως πλατφόρμες εκπαίδευσης από διάφορα ιδρύματα σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο η έρευνα για την παιδαγωγική αξιοποίησή τους συχνά παραμένει περιγραφική ('show-and-tell'), παρουσιάζοντας μόνο προσωπικές εντυπώσεις και ενδείξεις που δεν μπορούν να γενικευτούν (Chen, 2006; Dalgarno & Lee, 2010; Lee & Wong, 2008). Πολλά άρθρα σχετικά με MUVES, βασίζονται μόνο σε θεωρητικές υποθέσεις και αναφέρονται στο τι θα μπορούσε να γίνει σε αυτά, αντί στο τι έχει γίνει πραγματικά (Salmon & Hawkridge, 2009). Η δημιουργία εκπαιδευτικών περιβαλλόντων σε MUVES βασίζεται κυρίως στη διαίσθηση και την κοινή λογική των δημιουργών τους, παρά σε τεκμηριωμένα από έρευνα μοντέλα και πλαίσια. Επίσης συχνά τα MUVES χρησιμοποιούνται με συμβατικό τρόπο (π.χ. για αναπαράσταση μιας τάξης), ενώ για να γίνει βέλτιστη αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν διδακτικές προσεγγίσεις που βασίζονται στην εξερεύνηση, τον πειραματισμό και τη δημιουργικότητα (de Freitas & Veletsianos, 2010). Πάντως, η όλο και αυξανόμενη χρήση τους στην εκπαιδευτική πράξη και η πιθανή ενσωμάτωσή τους σε προγράμματα σπουδών (Hew & Cheung, 2010), κάνει επιτακτική την εμπειρική αξιολόγηση τους σε επίπεδο μαθησιακού αποτελέσματος, αλλά και τη διερεύνηση της σημασίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους (επίπεδο ρεαλισμού, αίσθηση παρουσίας) (Dalgarno & Lee, 2010).

Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση που έγινε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, διαπιστώθηκε ότι τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να δημοσιεύονται μελέτες που αφορούν την εμπειρική αξιολόγηση της εκπαιδευτικής αξιοποίησης των MUVES. Αν και πολλές μελέτες φαίνεται να έχουν αρκετούς περιορισμούς (κάποιες προτείνουν μεθοδολογία χωρίς να παρουσιάζουν αποτελέσματα, άλλες δεν συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα των MUVES με αυτή της πραγματικής εκδοχής τους και κάποιες άλλες αδιαφορούν για το μαθησιακό αποτέλεσμα ή την αίσθηση παρουσίας), ωστόσο γίνεται σαφές ότι υπάρχει ρεύμα ερευνητών που προσπαθεί να αξιολογήσει εμπειρικά την παιδαγωγική αξιοποίηση των MUVES.

Παρακάτω ακολουθούν σύντομες αναφορές σε **εμπειρικές μελέτες** εκπαιδευτικής αξιοποίησης των MUVES, ταξινομημένες ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης στην οποία αναφέρονται.

2.8.1. Πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια και εκπαίδευση

Ερευνητές της ομάδας του καθηγητή Chris Dede, στο Πανεπιστήμιο Harvard, αναγνώρισαν ότι η ανάπτυξη διερευνητικών δεξιοτήτων (διατύπωση υποθέσεων και διερεύνησή τους στην πράξη) δεν συνηθίζεται στη σχολική τάξη επειδή είναι πιο χρονοβόρα από την κλασική παράδοση και επιβαρύνει την κάλυψη της ύλης και την προετοιμασία για τις εξετάσεις. Για το λόγο αυτό δημιούργησαν το River City, ένα MUNE βασισμένο την πλατφόρμα Active Words, το οποίο στοχεύει στην καλλιέργεια των διερευνητικών δεξιοτήτων των μαθητών στη βιολογία, ταυτόχρονα με την κάλυψη της αντίστοιχης σχολικής ύλης (Ketelhut, et al., 2010). Αναπαριστά μια πόλη του 19^{ου} αιώνα η οποία υποφέρει από επιδημία κάποιας μεταδοτικής αρρώστιας. Οι μαθητές έπρεπε να περιηγηθούν στην πόλη ανά ομάδες, να συλλέξουν πληροφορίες (ηχητικές ή σε μορφή βίντεο) από αντικείμενα ή agents, να αναλύσουν δείγματα νερού και τέλος να γράψουν ένα γράμμα προς το δήμαρχο της πόλης που να εξηγούν τα αίτια και τον τρόπο αντιμετώπισης της επιδημίας. Οι ερευνητές δημιούργησαν τρεις παραλλαγές του περιβάλλοντος βασισμένες σε διαφορετικές θεωρίες μάθησης: (1) Guided Social Constructivist – (GSC) βασισμένη στον κοινωνικό εποικοδομισμό, στην οποία οι μαθητές μάθαιναν διερευνητικά με τη βοήθεια του δασκάλου τους, (2) expert modelling and coaching (EMC) βασισμένη σε πλαισιοθετημένη μάθηση με υποστήριξη από έμπειρους χαρακτήρες ('live' characters) που χειρίζονταν συνεργάτες των

ερευνητών και (3) legitimate peripheral participation (LPP) βασισμένη στην πλακαιοθετημένη μάθηση με κοινότητα πρακτικής (community of practice) όπου τα νέα μέλη εξοικειωνόταν σταδιακά στις πρακτικές της κοινότητας από τους πιο έμπειρους. Επίσης σχεδιάστηκε μια παραλλαγή «ελέγχου», όπου το αντίστοιχο πρόβλημα τέθηκε χωρίς τη χρήση του εικονικού περιβάλλοντος, στον πραγματικό κόσμο, βασισμένη στον κοινωνικό εποικοδομισμό (GSC). Οι τέσσερις αυτές παραλλαγές δοκιμάστηκαν για τρεις εβδομάδες σε 2000 μαθητές Γυμνασίου σε διάφορα σχολεία των ΗΠΑ (κυρίως σε μαθητές με χαμηλές επιδόσεις με σκοπό να γίνει η εκπαίδευσή τους πιο ελκυστική). Τα εμπειρικά δεδομένα συλλέχθηκαν με pre-post tests, log files και συνεντεύξεις. Επιπλέον, τα γράμματα που έγραψαν οι μαθητές αναλύθηκαν ποιοτικά για την αξιολόγηση της κατανόησης και των διερευνητικών δεξιοτήτων που αποκτήθηκαν. Η ανάλυση των δραστηριοτήτων των μαθητών μέσα στον εικονικό κόσμο, έδειξε ένα αυξανόμενο με το χρόνο ενδιαφέρον για διερεύνησή του (συλλογή πληροφοριών από περισσότερες και διαφορετικού τύπου πηγές), που υποδεικνύει βελτίωση των διερευνητικών δεξιοτήτων. Επίσης οι μαθητές που χρησιμοποίησαν το MUVE έδειξαν αυξημένο κατά 5% το ενδιαφέρον για μελλοντική καριέρα στην επιστήμη, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Σύμφωνα με την επίδοση των μαθητών στα post-test, **δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μαθησιακό αποτέλεσμα μεταξύ του MUVE και της ομάδας ελέγχου.** Ωστόσο η ποιοτική αξιολόγηση των αναφορών των μαθητών (γράμματα προς το δήμαρχο) έδειξε ότι οι μαθητές που χρησιμοποίησαν την παραλλαγή του MUVE βασισμένη στον κοινωνικό εποικοδομισμό (GSC), επέδειξαν καλύτερες διερευνητικές δεξιότητες. **Οι ερευνητές καταλήγουν ότι τα MUVEs μπορούν να είναι το ίδιο επιτυχημένα ή και καλύτερα στην απόκτηση γνώσεων και διερευνητικών δεξιοτήτων σε σχέση με μια αντίστοιχη εποικοδομιστική δραστηριότητα στην τάξη.** Επίσης καταλήγουν ότι η κατανόηση και οι διερευνητικές δεξιότητες δεν μπορούν να αξιολογηθούν με ακρίβεια μόνο με συμβατικά τεστ, αλλά χρειάζονται επιπλέον ποιοτικά δεδομένα.

Η ομάδα του καθηγητή Sasha Barab, στο Πανεπιστήμιο της Indiana (Hickey, Ingram-Goble, & Jameson, 2009), δημιούργησε το Quest Atlantis, βασισμένο στην πλατφόρμα Active Worlds. Σχεδιάστηκαν διάφοροι κόσμοι και αντίστοιχες αποστολές (quests) για τους μαθητές. Ένας από τους κόσμους ονομάζεται Taiga park και προορίζεται για την εκπαίδευση μαθητών σε θέματα οικολογίας. Αφορά ένα πάρκο που βρίσκεται δίπλα σε ένα ποτάμι και στο οποίο «κατοικούν» χαρακτήρες (Non Player Characters) με διάφορους ρόλους (αγρότες, υλοτόμοι, ψαράδες, φύλακες και τουρίστες), τους οποίους χειρίζονταν ερευνητές ή δάσκαλοι. Η αποστολή των μαθητών ήταν να περιηγηθούν στο πάρκο για να λύσουν το πρόβλημα του μειωμένου πληθυσμού των ψαριών στο ποτάμι. Για να λύσουν το πρόβλημα έπρεπε να συλλέξουν πληροφορίες από το περιβάλλον (δείγματα νερού) και από τους κατοίκους του πάρκου. Το περιβάλλον αξιολογήθηκε για την αποτελεσματικότητά του σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας στην τάξη και βιβλίου που περιείχε την αντίστοιχη ύλη. Ένας δάσκαλος δίδαξε 54 μαθητές της 6^{ης} τάξης με τη βοήθεια του Quest Atlantis και 62 μαθητές με τον παραδοσιακό τρόπο για 18 διδακτικές ώρες. Το μαθησιακό αποτέλεσμα αξιολογήθηκε με pre-post tests σε 3 επίπεδα μεταφοράς: στενό, κοντινό, μακρινό (close, proximal, distal). **Και στις δύο ομάδες καταγράφηκε μάθηση, χωρίς όμως να υπερτερεί κάποια από τις δύο.** Οι ερευνητές αφού έκαναν διάφορες βελτιώσεις στο περιβάλλον και κυρίως στον τρόπο που οι «κάτοικοι» προσέφεραν ανατροφοδότηση στους μαθητές, αξιολόγησαν για δεύτερη φορά το περιβάλλον επιτυγχάνοντας καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Σε αμερικανικό Πανεπιστήμιο δημιουργήθηκε το Geoworlds (Russell, Davies, & Totten, 2008), ένα MUVE βασισμένο στην πλατφόρμα SL, στο οποίο υλοποιούνται πολύπλοκα σενάρια βασισμένα σε προβλήματα σχετικά με τις επιστήμες της Γης (τη γεωγραφία, το κλίμα, τις μορφές ζωής και την εξέλιξη τους). Στόχοι του Geoworlds ήταν να διεγείρει το ενδιαφέρον και την εμπλοκή των μαθητών Γυμνασίου στις επιστήμες της Γης, να βελτιώσει την απόδοση των εκπαιδευτικών κατά τη διδασκαλία τους, να

διερευνήσει τις δυνατότητες των MUVes και της ΜΒΠ, αλλά και τη στάση των μαθητών απέναντί τους. Στον εικονικό κόσμο του SL αναπαραστάθηκαν διάφορες γεωλογικές περίοδοι, στις οποίες οι μαθητές μπορούσαν να περιηγούνται και να λύνουν προβλήματα που αφορούσαν περιβαλλοντικές αλλαγές. Οι μαθητές εργαζόμενοι σε ομάδες, έπρεπε να εντοπίσουν όλα τα στοιχεία για την επίλυση του προβλήματος κάθε περιόδου, πριν προχωρήσουν στην επόμενη. Τα ερευνητικά ερωτήματα των συγγραφέων αφορούσαν στην εφαρμογή ΜΒΠ στο SL, στο μαθησιακό αποτέλεσμα, στην ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας (higher-order thinking skills) και στη στάση των μαθητών απέναντι στο νέο αυτό τρόπο μάθησης. Ως εργαλεία αξιολόγησης χρησιμοποίησαν pre-post tests και ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών. Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν έχουν δημοσιευτεί ακόμη.

Στα πλαίσια του προγράμματος Comenius που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, ξεκίνησε το 2008 το πρόγραμμα MUVEnation (Pérez-García, 2009). Έχει στόχο τη διερεύνηση και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των MUVes στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, την ενίσχυση της συμμετοχής και του ενδιαφέροντος των μαθητών σε αυτά και την επιμόρφωση και δικτύωση των εκπαιδευτικών στην χρήση καινοτόμων πρακτικών που αυξάνουν τη συμμετοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών. Επιλέχθηκαν 107 εκπαιδευτικοί, 80 από την Ευρώπη και 27 από τον υπόλοιπο κόσμο, οι οποίοι θα εκπαιδευτούν στις τεχνολογίες των MUVes και στη συνέχεια θα τις χρησιμοποιήσουν στην εκπαιδευτική πράξη με σκοπό να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητά τους και να καταλήξουν σε καλές πρακτικές εφαρμογής τους (best practices). Ο συντονισμός και η υποστήριξη της συνεργασίας τόσων εκπαιδευτικών από όλο τον κόσμο αποτελεί πρόκληση, και θα χρησιμοποιηθούν πολλά διαφορετικά εργαλεία σύγχρονης και ασύγχρονης συνεργασίας (SL, LMS, Wiki, Blogs, forums). Τα αποτελέσματα του προγράμματος δεν έχουν δημοσιευτεί ακόμη.

2.8.2. Τριτοβάθμια εκπαίδευση

Στο Πανεπιστήμιο του Norfolk (ΗΠΑ), για την καλύτερη κατανόηση των βασικών εννοιών του ηλεκτρομαγνητισμού αξιοποιήθηκε το SL (Thomas & Mead, 2008). Σχεδιάστηκε μια δραστηριότητα σχετική με την οπτικοποίηση του ηλεκτρικού πεδίου ενός παραμετροποιήσιμου φορτισμένου αντικειμένου. Οι συγγραφείς ήθελαν να διερευνήσουν την αποτελεσματικότητα του SL ως εκπαιδευτικής πλατφόρμας, με στόχο την αύξηση του ποσοστού των φοιτητών που κατανοούν τις βασικές έννοιες του ηλεκτρομαγνητισμού και χρησιμοποιούν την κατανόηση αυτή για την αντιμετώπιση πιο πολύπλοκων προβλημάτων. Η αξιολόγηση του μαθησιακού αποτελέσματος έγινε με pre-post tests και με σύγκριση της επίδοσης των φοιτητών που είχαν εκπαιδευτεί μόνο στην τάξη. Τα αποτελέσματα δεν έχουν δημοσιευτεί.

Σε Πανεπιστήμιο της Αυστραλίας, ερευνητές (Dalgarno, et al., 2009) θέλησαν να διερευνήσουν την αποτελεσματικότητα ενός εικονικού εργαστηρίου χημείας, ως εργαλείου εξοικείωσης των φοιτητών που σπουδάζουν από απόσταση με τους χώρους ενός πραγματικού εργαστηρίου. Το περιβάλλον που δημιούργησαν υλοποιήθηκε σε VRML και αποτελεί περιβάλλον ατομικής περιήγησης και εξοικείωσης με τον πραγματικό χώρο και τον εξοπλισμό και όχι χώρο διεξαγωγής πειραμάτων και κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Παρόλο που δεν αποτελεί MUVe, παρατίθεται εδώ λόγω της ενδιαφέρουσας εμπειρικής αξιολόγησής του, που έγινε σε δύο φάσεις και σε πανεπιστημιακό περιβάλλον. Αρχικά έγινε μια μελέτη σύγκρισης της εξοικείωσης με το εργαστήριο, κατά την οποία 11 φοιτητές χρησιμοποίησαν το πραγματικό και 11 το εικονικό. Η εξοικείωση αξιολογήθηκε με βάση την επιτυχή αναγνώριση του εξοπλισμού και των μερών του εργαστηρίου από φωτογραφίες. **Η επίδοση των φοιτητών που εξοικειώθηκαν στο πραγματικό εργαστήριο δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από αυτών που εξοικειώθηκαν στο εικονικό.** Αυτό υποδεικνύει ότι το εικονικό εργαστήριο μπορεί να είναι ένα

αποτελεσματικό εργαλείο εξοικείωσης. Όταν όμως δόθηκε ως προαιρετικό εργαλείο εξοικείωσης σε 95 φοιτητές που σπούδαζαν εξ αποστάσεως, μόνο το 29% το χρησιμοποίησε, μάλιστα χωρίς σημαντική βελτίωση της αυτοπεποίθησής τους και μείωση του άγχους κατά την επαφή τους με το πραγματικό εργαστήριο.

Σε Πανεπιστήμιο της Αγγλίας διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα του SL στην εργαστηριακή προετοιμασία φοιτητών βιοτεχνολογίας, σε ένα πείραμα PCR (Polymerase Chain Reaction), το οποίο απαιτεί σημαντικούς πόρους σε εξοπλισμό, αναλώσιμα και προσωπικό (S. Cobb, et al., 2009). Πιο συγκεκριμένα, 85 προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: η πρώτη διεξήγαγε ένα εικονικό πείραμα στο SL, ενώ η δεύτερη παρακολούθησε μια παρουσίαση της άσκησης στο εργαστήριο. Στη συνέχεια όλοι οι φοιτητές πραγματοποίησαν το πείραμα στο εργαστήριο. Το μαθησιακό αποτέλεσμα μετρήθηκε με pre-post tests. **Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των δύο ομάδων**, η οποία αυξήθηκε κατά τον ίδιο βαθμό μεταξύ των pre-post tests. Αυτό υποδεικνύει ότι η προετοιμασία στο SL είναι το ίδιο καλή με την επίδειξη στο εργαστήριο. Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια του πραγματικού πειράματος οι φοιτητές που είχαν προετοιμαστεί με το SL έκαναν σημαντικά λιγότερες διευκρινιστικές ερωτήσεις στους επιβλέποντες, σε σχέση με αυτούς που προετοιμάστηκαν παρακολουθώντας την επίδειξη. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι η προετοιμασία στο SL μπορεί μειώσει το φόρτο των επιβλεπόντων και να εξοικονομήσει αναλώσιμα λόγω της καλύτερης προετοιμασίας των φοιτητών. **Οι φοιτητές έμειναν ικανοποιημένοι από τη χρήση του SL και το 92% δήλωσε ότι θα ήθελε να το χρησιμοποιήσει ξανά και σε άλλα πειράματα στο μέλλον.** Οι ερευνητές βρήκαν ισχυρή συσχέτιση της ικανοποίησης με την υποκειμενική αίσθηση ευκολίας χρήσης του περιβάλλοντος. **Θεωρούν ότι το SL έχει σημαντικά πλεονεκτήματα στην εργαστηριακή προετοιμασία των φοιτητών βιοτεχνολογίας αφού μπορεί να γίνει από απόσταση, να επαναληφθεί όσες φορές επιθυμεί κάθε φοιτητής και άρα να χρησιμοποιηθεί πιο εύκολα από φοιτητές με μαθησιακές δυσκολίες.** Ένας περιορισμός της έρευνας αφορά στο γνωστικό υπόβαθρο των δύο ομάδων, το οποίο εκ των υστέρων φάνηκε ότι ήταν υψηλότερο στην ομάδα του SL.

Σε τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Πανεπιστημίου της Τουρκίας (Aydogan, et al., 2010), σχεδιάστηκε στο SL ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο. Στόχος ήταν να γίνουν επισκέψιμα στοιχεία της δομής του, που δεν είναι προσβάσιμα σε ένα πραγματικό εργοστάσιο που βρίσκεται σε λειτουργία (π.χ. αγωγοί νερού), για να βελτιωθεί η αντίληψη των φοιτητών σχετικά με τη λειτουργία του. Λίγοι φοιτητές (δεν αναφέρεται αριθμός) εκπαιδεύτηκαν στο χειρισμό του SL και στη συνέχεια περιηγήθηκαν στα διάφορα μέρη του εικονικού εργοστασίου με την επίβλεψη του εκπαιδευτή τους. Παρότι αναφέρεται ότι καταγράφηκαν οι συμπεριφορές των φοιτητών στο εικονικό περιβάλλον, ως αποτελέσματα της έρευνας αναφέρονται μόνο οι γενικές δυνατότητες του SL για εξ αποστάσεως εκπαίδευση (σύγχρονη επικοινωνία, δυνατότητες οπτικοποίησης, προσβασιμότητα).

Σε Πανεπιστήμιο της Αγγλίας ερευνητές (Sturgeon, et al., 2009) διαπίστωσαν ότι η εκπαίδευση των φοιτητών στα δίκτυα υπολογιστών γίνεται εντελώς θεωρητικά, μέσω διαλέξεων και βιβλίων, με αποτέλεσμα οι φοιτητές να μη βρίσκουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το συγκεκριμένο μάθημα, αν και η σχετική τεχνολογία έχει έντονη δυναμική και ευρεία πρακτική εφαρμογή. Για το λόγο αυτό υλοποίησαν το WiFi Virtual Laboratory (WiFiVL), ένα web-front για το ελεύθερο λογισμικό Network Simulator. Το περιβάλλον αυτό επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν τοπολογίες ασύρματων δικτύων IEEE802.11 και στη συνέχεια να παρακολουθούν την προσομοίωση της λειτουργίας τους ως animation (π.χ. τη μετακίνηση συγκεκριμένων πακέτων ελέγχου), χωρίς να χρειάζονται γνώσεις χρήσης του ειδικού λογισμικού ή προγραμματισμού. Αν και έμειναν ικανοποιημένοι από την βελτιωμένη ευχρηστία του Web-Based WiFiVL, ήθελαν να ενισχύσουν ακόμη περισσότερο το ενδιαφέρον των φοιτητών τους, εκμεταλλευόμενοι τις δυνατότητες συνεργατικής και διερευνητικής μάθησης των MUVES. Έτσι

δημιούργησαν ένα περιβάλλον στο SL το οποίο λειτουργούσε ως interface με το WiFIVL. Οι φοιτητές μπορούσαν να δημιουργούν συνεργατικά σενάρια και να παρακολουθούν τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων τους στο SL. Η χρήση του SL απαίτησε επιπλέον χρόνο εκπαίδευσης σε σχέση με το web-based περιβάλλον, χωρίς όμως αυτό να θεωρηθεί σημαντικό μειονέκτημα: ένα ωριαίο εισαγωγικό μάθημα για το SL φάνηκε επαρκές για τους φοιτητές του 3^{ου} και 4^{ου} έτους, οι οποίοι το βρήκαν ιδιαίτερα ενδιαφέρον. Η συνεργατική φύση του SL διευκόλυνε τον κοινωνικό εποικοδομισμό και την άτυπη μάθηση. Επίσης το τρισδιάστατο περιβάλλον επέτρεπε στους φοιτητές να παρακολουθούν την προσομοίωση από διαφορετικές οπτικές και να αλλάζουν το σενάριο με ευκολία π.χ. μετακινώντας το avatar τους το οποίο κρατούσε μια ασύρματη συσκευή που συγκροτούσε την τοπολογία του δικτύου. Οι ερευνητές καταλήγουν ότι **τα MUVes ενισχύουν την εμπλοκή (engagement)** των φοιτητών και διευκολύνουν τη συνεργατική μάθηση. Θεωρούν ότι προσφέρονται για τη δημιουργία περιβαλλόντων διερευνητικής μάθησης σχετικών με δίκτυα υπολογιστών, χωρίς να είναι ιδιαίτερα δύσκολα στην εκμάθηση.

Σε τεχνικό πανεπιστήμιο της Κολομβίας διενεργήθηκε εμπειρική μελέτη για να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα του SL ως συμπληρωματικού εργαλείου μάθησης σε μαθήματα ηλεκτρονικής (Beltrán Sierra, et al., 2012). Υλοποιήθηκε μια εικονική τάξη στο SL, μέσα στην οποία ο καθηγητής παρουσίαζε τη σχετική ύλη στους φοιτητές χρησιμοποιώντας παρουσιάσεις, βίντεο ή ιστοσελίδες. Οι φοιτητές χωρίστηκαν σε 2 ομάδες: η μία ομάδα έκανε τα μαθήματα στην τάξη (ομάδα ελέγχου) ενώ η δεύτερη ομάδα έκανε το 75% των μαθημάτων στην τάξη και το 25% στο SL. Η μελέτη επαναλήφθηκε για 3 εξάμηνα και συμμετείχαν συνολικά 180 φοιτητές. Τα εμπειρικά δεδομένα συλλέχθηκαν από ερωτηματολόγια, τεστ επίδοσης και συνεντεύξεις. **Τα τεστ επίδοσης δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Ωστόσο η συμμετοχή και το ενδιαφέρον (motivation) των φοιτητών βρέθηκε σημαντικά αυξημένο στην ομάδα που χρησιμοποίησε και το SL.** Ως αρνητικό στοιχείο οι ερευνητές παρατηρούν τη μείωση της συγκέντρωσης λόγω αποσπάσεων: εσωτερικών (περιήγηση σε άσχετα με το μάθημα μέρη, γνωριμία με άγνωστους ανθρώπους) ή εξωτερικών (αποσπάσεις οικιακού περιβάλλοντος).

Ερευνητές του τμήματος Πληροφορικής και Μαθηματικών του Πανεπιστημίου του Salerno στην Ιταλία (De Lucia, Francese, Passero, & Tortora, 2009), δημιούργησαν στο SL ένα εικονικό campus το οποίο είχε σαν στόχο την υποστήριξη των ακαδημαϊκών, κοινωνικών και συνεργατικών αναγκών της κοινότητας των φοιτητών. Στο περιβάλλον δημιουργήθηκαν χώροι για την υποστήριξη προγραμματισμένων αλλά και αυθόρμητων γεγονότων συνεργατικής μάθησης: αίθουσες διδασκαλίας, περιοχές συνεργασίας και αναψυχής (lecture rooms, collaboration zones, recreational areas). Επίσης το περιβάλλον εμπλουτίστηκε με αντικείμενα που πρόσφεραν διασύνδεση με ένα εξωτερικό LMS (Moodle). Το περιβάλλον αξιολογήθηκε με τη βοήθεια 26 φοιτητών, οι οποίοι το χρησιμοποίησαν για την διενέργεια 3 ωριαίων μαθημάτων που αφορούσαν εισαγωγή στη γλώσσα προγραμματισμού C. Οι φοιτητές βρισκόταν σε δύο εργαστήρια υπολογιστών και ο καθηγητής τους σε διαφορετικό δωμάτιο. Οι φοιτητές έθεταν τις ερωτήσεις τους με text chat και ο καθηγητής τους απαντούσε με voice chat. Για τη διευκόλυνση της μη λεκτικής επικοινωνίας, οι φοιτητές είχαν στη διάθεσή τους προκαθορισμένες χειρονομίες (π.χ. σήκωμα χεριού, χειροκρότημα). Τα εμπειρικά δεδομένα συλλέχτηκαν με ερωτηματολόγια που αφορούσαν την αίσθηση παρουσίας, την επικοινωνία, και την ικανοποίηση από το περιβάλλον. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά, γεγονός που υποδεικνύει ότι το συγκεκριμένο εικονικό περιβάλλον μπορεί να υποστηρίξει τη σύγχρονη επικοινωνία και συνεργασία. Επίσης οι ερευνητές παρατήρησαν ότι **οι φοιτητές παρουσίασαν έντονο ενδιαφέρον (motivation)**. Το μαθησιακό αποτέλεσμα δεν μετρήθηκε στη συγκεκριμένη έρευνα.

Σε τεχνικό Πανεπιστήμιο της Πορτογαλίας χρησιμοποιήθηκε το SL για εξ αποστάσεως εκπαίδευση των φοιτητών στον προγραμματισμό με LSL (Linden Scripting Language) (Esteves, et al., 2011). Η σχετική έρευνα διήρκεσε 3 εξάμηνα και βασίστηκε κυρίως σε ποιοτικού τύπου παρατηρήσεις της διδασκούςας, η οποία βρισκόταν σε διαφορετική πόλη από τους φοιτητές της. Στόχος της έρευνας ήταν ο εντοπισμός των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο εκπαιδευτικός και οι φοιτητές κατά τη διδασκαλία της LSL μέσα από το SL. Οι ερευνητές εντόπισαν πρακτικά προβλήματα που σχετίζονται με την επικοινωνία μέσω text chat, την κατανόηση της ύλης από τους φοιτητές και το σχεδιασμό του μαθήματος από τον καθηγητή. Τελικά προτείνουν ένα πλαίσιο διδασκαλίας προγραμματισμού μέσα στο SL.

Σε Πανεπιστήμιο της Τουρκίας, στα πλαίσια του μαθήματος Διδακτικής της Πληροφορικής, έγινε εμπειρική μελέτη με 46 φοιτητές, οι οποίοι συνεργάστηκαν σε εικονικό χώρο του Πανεπιστημίου τους στο SL (Bulu, 2012). Τα εμπειρικά δεδομένα συλλέχθηκαν από ερωτηματολόγια σχετικά με την αίσθηση παρουσίας: χωρικής, κοινωνικής και συμπαρουσίας (place presence, social presence, co-presence). Η ερευνήτρια βρήκε ότι οι τρεις συνιστώσες της παρουσίας συσχετίζονται μεταξύ τους και δεν μπορούν να θεωρηθούν ορθογώνιες (orthogonal). Επίσης, η τάση εμπλοκής σε δραστηριότητες της πραγματικής ζωής συσχετίζεται θετικά με την χωρική παρουσία και τη συμπαρουσία αλλά όχι με την κοινωνική παρουσία. **Τέλος βρήκε ότι όλες οι συνιστώσες της παρουσίας συνεισφέρουν στην ικανοποίηση των συμμετεχόντων με πιο σημαντική την κοινωνική παρουσία.** Η ερευνήτρια αναδεικνύει τη σημασία της αίσθησης παρουσίας για την ικανοποίηση των συμμετεχόντων και προτείνει στους σχεδιαστές να λάβουν υπόψη τους τις παραμέτρους που τη μεγιστοποιούν (ρεαλισμός για τη χωρική παρουσία, ενδιαφέρουσες συνεργατικές δραστηριότητες για την κοινωνική παρουσία).

Ερευνητής Πανεπιστημίου της Αυστραλίας (Rogers, 2011), διαπίστωσε ότι αν και οι κλινικές προσομοιώσεις που χρησιμοποιούνται κατά την εκπαίδευση των επαγγελματιών υγείας επιτρέπουν την εποικοδομιστική μάθηση, δεν ευνοούν όμως την συνεργασία και την ομαδική επίλυση προβλημάτων. Γι' αυτό δημιούργησε στο SL μια προσομοίωση ενός κλινικού περιβάλλοντος για χρήση από φοιτητές νοσηλευτικής. Περιλάμβανε έναν ασθενή και ιατρικό εξοπλισμό, και επέτρεπε στους φοιτητές που ήταν φυσικά απομακρυσμένοι, να συνεργαστούν ανά ομάδες πάνω σε διάφορα σενάρια βασισμένα σε πραγματικά προβλήματα. Στην έρευνα του συμμετείχαν συνολικά 16 φοιτητές από τους οποίους συνέλεξε ποιοτικές πληροφορίες μέσω συνεντεύξεων. Ο ερευνητής καταλήγει ότι οι κλινικές προσομοιώσεις στο SL έχουν τη δυνατότητα να εμπλέξουν τους φοιτητές σε κοινωνικά εποικοδομιστική μάθηση και να αναπτύξουν τις δεξιότητες επίλυσης πραγματικών προβλημάτων στα πλαίσια μιας ομάδας, χωρίς το φόβο του ιατρικού λάθους.

Στο Πανεπιστήμιο του Τέξας, ερευνητές (Jarmon, Traphagan, Mayrath, & Trivedi, 2009) διερεύνησαν τη δυνατότητα του SL να υποστηρίξει την υλοποίηση ενός διεπιστημονικού έργου (interdisciplinary project). Η μελέτη έγινε στα πλαίσια ενός μεταπτυχιακού μαθήματος που αφορούσε την καλλιέργεια της διεπιστημονικής επικοινωνίας και συνεργασίας. Η διάρκειά της ήταν ένα εξάμηνο και συμμετείχαν 5 μεταπτυχιακοί φοιτητές από διαφορετικές κατευθύνσεις. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να κατασκευάσουν στον εικονικό κόσμο του SL οικιακά συγκροτήματα, τα οποία είχαν σχεδιαστεί από μη κερδοσκοπικό οργανισμό με στόχο να είναι οικονομικά, οικολογικά και αειφόρα (sustainable). Για να το καταφέρουν αυτό, οι φοιτητές συνεργαζόταν με τους καθηγητές τους, τα μέλη του μη κερδοσκοπικού οργανισμού και τους αρχιτέκτονες που το σχεδίασαν. Τα εμπειρικά δεδομένα συλλέχθηκαν από ερωτηματολόγια, ανάλυση περιεχομένου των παραδοτέων των φοιτητών (ημερολόγια εργασιών, συζητήσεις, τελικές παρουσιάσεις), και παρατηρήσεις των καθηγητών. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η χρήση του SL για την υλοποίηση μάθησης βασισμένης σε εργασίες (project based instruction) είναι αποτελεσματική, επειδή διευκολύνει τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, επιτρέπει στους χρήστες να ελέγχουν με ενεργό τρόπο τις υποθέσεις τους χρησιμοποιώντας διαφορετικά μέσα και δεξιότητες,

διεγείρει τη φαντασία και τη δημιουργικότητα τους και αυξάνει την αίσθηση παρουσίας τους προσφέροντάς τους «απτές» εμπειρίες. **Οι φοιτητές θεώρησαν ότι το SL μπορεί να αποτελέσει ένα μαθησιακό εργαλείο με δυνατότητα μεταφοράς της γνώσης (transfer of learning) στην πραγματική ζωή.**

Η ίδια ομάδα (Traphagan et al., 2010) σύγκρινε τη μαθησιακή εμπειρία 12 μεταπτυχιακών φοιτητών που διεξήγαγαν συζητήσεις (debates) από απόσταση, χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικά μέσα: το TeachNet (ένα μη γραφικό περιβάλλον) και το SL. Η επικοινωνία και στα δύο περιβάλλοντα γινόταν μόνο μέσω γραπτού κειμένου (text chat). Ως θεωρητικό πλαίσιο χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο των (Garrison & Anderson 2003) που υποθέτει ότι η μάθηση προκύπτει μέσα από την αλληλεπίδραση της γνωστικής, της κοινωνικής και της διδακτικής παρουσίας (cognitive, social and teaching presence). Τα εμπειρικά δεδομένα συλλέχτηκαν από την ανάλυση περιεχομένου των διαλόγων (content analysis), συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια. Οι ερευνητές κατέληξαν σε ένα σχήμα κωδικοποίησης (coding scheme) το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποίησαν για να χαρακτηρίσουν τους διαλόγους. **Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της κωδικοποίησης έδειξε ότι οι διάλογοι που έγιναν στο μη γραφικό περιβάλλον περιλάμβαναν μεγαλύτερο αριθμό κωδικών γνωστικής παρουσίας, πράγμα που υποδεικνύει μεγαλύτερη γνωστική επεξεργασία σε σχέση με το SL.** Οι ερευνητές βασιζόμενοι στα δεδομένα των συνεντεύξεων και των ερωτηματολογίων, απέδωσαν τη διαφορά αυτή στην μικρότερη εξοικείωση των συμμετεχόντων με το SL σε σχέση με το TeachNet, στο γνωστικό φόρτο που δημιουργούσε το γραφικό περιβάλλον του SL και στις αυξημένες του απαιτήσεις σε υπολογιστικούς πόρους που αποθάρρυναν τη χρήση του. **Οι ερευνητές πάντως αναγνωρίζουν ότι τα αποτελέσματα πιθανόν να ήταν διαφορετικά αν οι συμμετέχοντες ήταν πιο εξοικειωμένοι με το SL και χρησιμοποιούσαν το voice chat για μείωση του γνωστικού φόρτου.**

Ερευνήτρια σε Πανεπιστήμιο της Σουηδίας (Petrakou, 2010), διερεύνησε τη δυνατότητα χρήσης του SL για εξ αποστάσεως πανεπιστημιακή εκπαίδευση, κάνοντας μια εθνογραφική μελέτη. Στη μελέτη αυτή 7 φοιτητές από Σουηδικό Πανεπιστήμιο συνεργάστηκαν ανά ζεύγη με αντίστοιχο αριθμό φοιτητών από Πανεπιστήμιο των ΗΠΑ. Το αντικείμενο του μαθήματος ήταν η προφορική άσκηση της Αγγλικής γλώσσας. Οι Σουηδοί φοιτητές εξασκούσαν στην προφορική χρήση της Αγγλικής, με τη βοήθεια των Αμερικανών συνεργατών τους μέσω διαλέξεων, συζητήσεων και ατομικών παρουσιάσεων. Αρχικά έγινε μια συνάντηση εξοικείωσης και γνωριμίας στο εικονικό campus του Σουηδικού Πανεπιστημίου. Ακολούθησαν 5 δίωρες συνεδρίες σε μια εικονική αίθουσα όπου έλαβαν χώρα οι συνεργατικές δραστηριότητες. Τα εμπειρικά δεδομένα συλλέχθηκαν από παρατήρηση, καταγραφή βίντεο και συνεντεύξεις. Η ερευνήτρια καταλήγει ότι υπάρχουν θετικά και αρνητικά στη χρήση ενός εικονικού κόσμου για εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Οι εικονικοί κόσμοι λόγω της σύγχρονης επικοινωνίας που υποστηρίζουν, επιτρέπουν υψηλή διαδραστικότητα συνδυασμένη με τη αίσθηση χωρικής παρουσίας. Προσφέρουν χώρους τόσο για την τυπική αλληλεπίδραση καθηγητή-φοιτητή (αίθουσες), όσο και για την άτυπη (informal) επικοινωνία μεταξύ των φοιτητών (δημόσιους χώρους), όπως ακριβώς και σε ένα πραγματικό campus. Έτσι διευκολύνουν την κοινωνική επαφή των συμμετεχόντων, η οποία είναι προϋπόθεση για επιτυχή συνεργατική μάθηση. Ωστόσο η ερευνήτρια παρατήρησε ότι αρκετοί φοιτητές είχαν τεχνικά προβλήματα κατά την διάρκεια των συνεδριών (π.χ. στην πλοήγηση ή στο voice chat) πράγμα που ανάγκαζε αρκετές φορές τον καθηγητή να επικεντρώνει το ενδιαφέρον του σε αυτά. **Μάλιστα λόγω της απόστασης, ήταν δύσκολο γι' αυτόν να καταλάβει αν το πρόβλημα οφειλόταν στην τεχνολογία (π.χ. χαμηλή ταχύτητα δικτύου), ή στην έλλειψη δεξιοτήτων χρήσης από το φοιτητή (π.χ ασύνδετο μικρόφωνο).** Επίσης λόγω της περιορισμένης μη λεκτικής επικοινωνίας που μεταφέρουν τα avatars του SL, ήταν δύσκολο για τους φοιτητές που παρουσίαζαν τις εργασίες τους να παίρνουν ανατροφοδότηση από το κοινό τους όπως στην πραγματική ζωή. Η ερευνήτρια καταλήγει ότι για να επιτευχτεί η μέγιστη δυνατή κοινωνική αλληλεπίδραση μέσα σε έναν εικονικό

κόσμο θα πρέπει να εξασφαλιστεί πρώτα πολύ καλή εξοικείωση των συμμετεχόντων με το τεχνικό χειρισμό του περιβάλλοντος. Επίσης θεωρεί απαραίτητη την ύπαρξη ενός χώρου για διαχείριση εκπαιδευτικού υλικού και ασύγχρονης επικοινωνίας, κυρίως για χρήση μεταξύ των συνεδριών στο SL και προτείνει να ερευνηθεί αν αυτός θα πρέπει να βρίσκεται μέσα στον εικονικό κόσμο ή εκτός αυτού (web based).

Ερευνητές τεχνολογικού πανεπιστημίου της Σιγκαπούρης (Hew & Cheung, 2010), διενέργησαν βιβλιογραφική επισκόπηση 15 εμπειρικών μελετών σχετικών με τη χρήση MUVES στην εκπαίδευση όλων των βαθμίδων (K12 & higher), δημοσιευμένων την περίοδο 2001-2008. Διερευνήθηκαν: (1) οι τρόποι χρήσης των εικονικών κόσμων, (2) οι τύποι των ερευνητικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και (3) οι ερευνητικοί στόχοι που τέθηκαν και τα αποτελέσματα που βρέθηκαν. Βρέθηκε ότι οι εικονικοί κόσμοι χρησιμοποιούνται με τρεις βασικούς τρόπους: **(1) ως μέσο επικοινωνίας (communication space), (2) ως χωρική προσομοίωση (spatial simulation) και (3) ως χώροι πειραματισμού (experiential spaces – ‘acting’ on the world).** Σχετικά με τις ερευνητικές μεθόδους οι συγγραφείς τις κατέταξαν σε περιγραφικές και πειραματικές. Στις περιγραφικές μελέτες συνήθως χρησιμοποιείται μόνο ένα δείγμα και τίθενται ερωτήματα του τύπου «τι, πως, γιατί». Στις πειραματικές μελέτες συνήθως χρησιμοποιούνται δύο δείγματα (πειραματικό και ελέγχου) για να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα μιας παρέμβασης. Οι 14 μελέτες ήταν περιγραφικού τύπου (descriptive research) και μόνο μία πειραματικού τύπου (experimental research). Η πειραματική μελέτη (Holmes, 2007) αφορούσε το περιβάλλον River City και σύγκρινε το μαθησιακό αποτέλεσμα ανάλογα με τον τρόπο παρουσίασης των πληροφοριών (text ή agent) και ανάλογα με τη φύση του συντρόφου στη μάθηση (learning partner) (άνθρωπος - συμμαθητής ή agent). Ως μέθοδοι συλλογής ερευνητικών δεδομένων χρησιμοποιούνταν ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις, παρατηρήσεις, log files και τεστ επίδοσης. **Οι περισσότερες έγιναν σε ακαδημαϊκό περιβάλλον** και σε τομείς που αφορούσαν κυρίως ψηφιακά μέσα, υγεία και περιβάλλον. Οι ερευνητικοί στόχοι ήταν κυρίως τρεις: **(1) η συναισθηματική απόκριση (affective domain) των συμμετεχόντων (π.χ. στάση, ικανοποίηση), (2) το μαθησιακό αποτέλεσμα (learning outcome) και η (3) κοινωνική αλληλεπίδραση (social interaction).** Στους φοιτητές γενικά άρεσε η χρήση των MUVES λόγω της ελευθερίας περιήγησης στον τρισδιάστατο χώρο, της δυνατότητας γνωριμίας άλλων ανθρώπων και των διαφόρων προσομοιωμένων εμπειριών. Ως αρνητικά επισημάνθηκαν η αδυναμία σύνδεσης στα περιβάλλοντα από παλαιότερους υπολογιστές, η μη εξοικείωση με το σχετικό λογισμικό και αδυναμίες του text chat. Οι μελέτες έδειξαν ότι οι εικονικοί κόσμοι μπορούν να ενισχύσουν την κοινωνική αλληλεπίδραση μέσω της χρήσης avatars. Το μαθησιακό αποτέλεσμα διερεύνησαν μόνο 5 μελέτες εκ των οποίων οι 3 βασίστηκαν σε υποκειμενικές εκτιμήσεις των μαθητών και 2 σε τεστ επίδοσης. Οι 4 ήταν περιγραφικές και μία πειραματική. Γενικά οι μελέτες υποδεικνύουν ότι τα MUVES θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους φοιτητές να μάθουν καλύτερα. Ως υποδείξεις για μελλοντικές έρευνες οι συγγραφείς προτείνουν πιο καλό σχεδιασμό και περιγραφή της ερευνητικής μεθοδολογίας (διάρκεια, συμφωνία παρατηρητών, effect size), μεγαλύτερη διάρκεια ώστε να μειωθεί το novelty effect bias και τη διερεύνηση της επίδρασης των avatars στην κοινωνική αλληλεπίδραση των συμμετεχόντων.

2.9. Αντικείμενο – σκοπός της διατριβής

Από τα προηγούμενα προκύπτει, ότι τα MUVES θα μπορούσαν να αποτελέσουν εναλλακτικές πλατφόρμες υλοποίησης συνεργατικών δραστηριοτήτων ΜΒΠ, αφού:

- επιτρέπουν την υλοποίηση κοινωνικού εποικοδομισμού και πλαισιοθετημένης μάθησης
- έχουν χαμηλό κόστος

- έχουν υψηλή διαθεσιμότητα (χρονική, χωρική)
- προσφέρουν ένα ασφαλές περιβάλλον μάθησης

Απαιτείται ωστόσο εμπειρική διερεύνηση της αποτελεσματικότητάς τους. Στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάστηκαν αντιπροσωπευτικές εμπειρικές μελέτες που έγιναν τα τελευταία χρόνια σχετικά με την εκπαιδευτική αξιοποίηση των ΜΥΕs. Όσον αφορά την απόκριση των μαθητών σε αυτά, τα αποτελέσματα είναι θετικά, αφού προκαλούν ενδιαφέρον και ικανοποίηση στους συμμετέχοντες (Beltrán Sierra, et al., 2012; Bulu, 2012; S. Cobb, et al., 2009; De Lucia, et al., 2009; Hew & Cheung, 2010; Sturgeon, et al., 2009). Όσον αφορά το μαθησιακό αποτέλεσμα, σε όσες περιπτώσεις συγκρίθηκε η επίδοση ομάδας που εκπαιδεύτηκε σε ΜΥΕ, σε σχέση με την επίδοση της ομάδας ελέγχου που εκπαιδεύτηκε σε πραγματικό περιβάλλον, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Beltrán Sierra, et al., 2012; S. Cobb, et al., 2009; Dalgarno, et al., 2009; Hickey, et al., 2009; Ketelhut, et al., 2010). Αυτό υποδεικνύει ότι η εκπαίδευση σε ένα ΜΥΕ παρέχει παρόμοιο μαθησιακό αποτέλεσμα με αυτή σε πραγματικό περιβάλλον, προσφέροντας επιπλέον τα πλεονεκτήματα της αύξησης του ενδιαφέροντος, της ασφάλειας, του χαμηλού κόστους και της αυξημένης διαθεσιμότητας

Ωστόσο, από τη βιβλιογραφική επισκόπηση **δεν εντοπίστηκε κάποια εμπειρική μελέτη που να ασχολείται με τη σύγκριση μιας συνεργατικής εργαστηριακής δραστηριότητας ΜΒΠ μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση**. Πιο συγκεκριμένα εντοπίστηκαν 5 μελέτες σύγκρισης μεταξύ εικονικού και πραγματικού περιβάλλοντος. Όλες αφορούσαν αντικείμενα φυσικών επιστημών και τεχνολογίας. Δύο από αυτές αφορούσαν ΜΒΠ στην πρωτοβάθμια (Hickey, et al., 2009) και δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Ketelhut, et al., 2010) και βασιζόνταν κυρίως σε συνεργατικές δραστηριότητες εξερεύνησης, συλλογής δεδομένων και εξαγωγής συμπερασμάτων και όχι σε καθαρά εργαστηριακές δραστηριότητες. Οι άλλες τρεις μελέτες σύγκρισης έγιναν στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, όμως δεν αφορούσαν δραστηριότητες ΜΒΠ, αλλά σύγκριση διδασκαλίας σε πραγματική και εικονική αίθουσα (Beltrán Sierra, et al., 2012), σύγκριση της εξοικείωσης φοιτητών με εργαστηριακό χώρο με πραγματική και εικονική περιήγηση (Dalgarno, et al., 2009), και σύγκριση της παρουσίας ενός πειράματος στο πραγματικό εργαστήριο με την ατομική εικονική διεξαγωγή του (S. Cobb, et al., 2009).

Την έλλειψη αυτή στη βιβλιογραφία θα προσπαθήσει να καλύψει η παρούσα διατριβή, με αντικείμενο την εμπειρική σύγκριση μιας συνεργατικής εργαστηριακής δραστηριότητας ΜΒΠ μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, στους παρακάτω άξονες:

- στο μαθησιακό αποτέλεσμα
- στην αίσθηση παρουσίας των συμμετεχόντων
- στην ευχρηστία των εργαλείων
- στην ποιότητα της συνεργασίας και την ικανοποίηση από αυτή
- στη συνολική ευχαρίστηση από την εμπειρία

3. Σχέδιο Έρευνας

3.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η ερευνητική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εμπειρική σύγκριση μιας συνεργατικής εργαστηριακής δραστηριότητας MBΠ μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Παρουσιάζονται αναλυτικά:

- ο σχεδιασμός της έρευνας σε δύο στάδια και τα αντίστοιχα ερευνητικά ερωτήματα
- η επιλογή του δείγματος
- ο σχεδιασμός της εργαστηριακής δραστηριότητας MBΠ
- η επιλογή πλατφόρμας MUVE
- τα εργαλεία συλλογής εμπειρικών δεδομένων

3.2. Στάδια και Ερευνητικά ερωτήματα

Η ερευνητική διαδικασία υλοποιήθηκε σε δύο στάδια: την **πilotική** και την **κύρια** έρευνα.

Η **πilotική** ήταν μια **περιγραφική (descriptive)** (L. Cohen, Manion, & Morrison, 2007) έρευνα, στα πλαίσια της οποίας υλοποιήθηκε μια δραστηριότητα MBΠ στο SL και δοκιμάστηκε σε περιορισμένο δείγμα (N=30), με τους παρακάτω στόχους (Vrellis, Parachristos, Bellou, Avouris, & Mikropoulos, 2010):

- Αξιολόγηση του μαθησιακού αποτελέσματος
- Μέτρηση της αίσθησης παρουσίας των συμμετεχόντων
- Αξιολόγηση της δραστηριότητας (πόσο ενδιαφέρουσα ή δύσκολη είναι, προτιμώμενος χώρος διεξαγωγής, βαθμοί ελευθερίας αντικειμένων, τρόποι βοήθειας, παρουσία επιβλέποντα)
- Αξιολόγηση της ευχρηστίας των εργαλείων
- Αξιολόγηση των δυνατοτήτων μη λεκτικής επικοινωνίας του SL
- Αξιολόγηση της ικανοποίησης από τη συνεργασία στο SL
- Αξιολόγηση της συνολικής ευχαρίστησης από την εμπειρία στο SL
- Απόκτηση εμπειρίας τόσο σε τεχνικό όσο και εκπαιδευτικό επίπεδο, σχετικά με την υλοποίηση δραστηριοτήτων MBΠ στο SL

Τα αποτελέσματα της pilotικής έρευνας ήταν ενθαρρυντικά. Έτσι αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί η **κύρια** έρευνα **ημι-πειραματικού (quasi-experimental)** τύπου (L. Cohen, et al., 2007), που αφορούσε την υλοποίηση της δραστηριότητας τόσο σε εικονικό όσο και σε πραγματικό περιβάλλον, με στόχο να διερευνηθεί αν υπάρχουν διαφορές:

- στο μαθησιακό αποτέλεσμα
- στην αίσθηση παρουσίας
- στην ευχρηστία των εργαλείων
- στην ποιότητα της συνεργασίας και την ικανοποίηση από αυτή
- στη συνολική ευχαρίστηση από την δραστηριότητα

3.3. Δείγμα

Τα δείγματα της πιλοτικής και κύριας έρευνας προέρχονται από φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (κυρίως 2^{ου} και 3^{ου} έτους), στο οποίο εργάζεται και ο ερευνητής. Η επιλογή των δειγμάτων από την τριτοβάθμια εκπαίδευση έγινε:

- επειδή η βιβλιογραφική επισκόπηση κατάδειξε έλλειψη εμπειρικών δεδομένων σχετικών με σύγκριση δραστηριοτήτων ΜΒΠ σε εικονικό και πραγματικό περιβάλλον στη βαθμίδα αυτή
- επειδή οι ανάγκες στη βαθμίδα αυτή, για υψηλής ποιότητας εξ αποστάσεως εκπαίδευση είναι μεγαλύτερες. Οι υποδομές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (campus), έχουν υψηλό κόστος και κατά συνέπεια συνήθως συγκεντρώνονται κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα, δημιουργώντας σε πολλούς φοιτητές ανάγκες μετακίνησης.

3.4. Δραστηριότητα ΜΒΠ

3.4.1. Σχεδιασμός της δραστηριότητας

Ο σχεδιασμός της δραστηριότητας βασίστηκε στις αρχές του εποικοδομισμού (Jonassen, 1994):

- Παροχή πολλαπλών αναπαραστάσεων της πραγματικότητας. Αποφυγή των υπεραπλουστεύσεων, εισάγοντας τη φυσική πολυπλοκότητα του κόσμου.
- Εστίαση στην οικοδόμηση της γνώσης και όχι στην αναπαραγωγή της.
- Χρήση αυθεντικών δραστηριοτήτων.
- Παροχή ρεαλιστικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων, βασισμένων σε πραγματικά σενάρια.
- Ενθάρρυνση του αναστοχασμού (reflection).
- Δυνατότητα πλαισιοθετημένης οικοδόμησης της γνώσης.
- Υποστήριξη συνεργατικής οικοδόμησης της γνώσης μέσα από διαπραγμάτευση και όχι ανταγωνισμό.

Επιπλέον, η δραστηριότητα έπρεπε να είναι σχετικά απλή και ενδιαφέρουσα για τους συμμετέχοντες και εύκολα υλοποιήσιμη από τον ερευνητή. Για το λόγο αυτό, βασίστηκε στο νόμο της ανάκλασης του φωτός και την τριγωνομετρία, δεδομένου ότι τα αυτά γνωστικά αντικείμενα:

- είναι αρκετά απλά και κατανοητά για τους φοιτητές ενός Παιδαγωγικού Τμήματος
- είναι γνωστά σε αυτούς-ες, αφού τα έχουν διδαχτεί στο σχολείο.
- μπορούν να υλοποιηθούν σχετικά εύκολα και με μικρό κόστος τόσο στο πραγματικό όσο και στο εικονικό περιβάλλον.
- Εκμεταλλεύονται και αναδεικνύουν τις δυνατότητες χωρικής αναπαράστασης των τρισδιάστατων εικονικών περιβαλλόντων

Η δραστηριότητα βασίστηκε σε 3 αντικείμενα (Σχήμα 3.1):

- ένα λείζερ
- ένα καθρέφτη με δυνατότητα περιστροφής
- ένα στόχο

Σχήμα 3.1 Μοντέλο της δραστηριότητας

Οι συμμετέχοντες έπρεπε να συνεργαστούν για να βρουν τη γωνία x που έπρεπε να περιστρέψουν τον καθρέφτη από την κάθετη θέση (διακεκομμένη γραμμή), έτσι ώστε η ανακλώμενη ακτίνα να χτυπήσει το στόχο. Για τη λύση του προβλήματος οι συμμετέχοντες είχαν στη διάθεσή τους τα παρακάτω «εργαλεία»:

- 2 χάρακες, έναν οριζόντιο και έναν κάθετο για τη μέτρηση οριζόντιων και κάθετων αποστάσεων
- 1 πόστερ που περιέγραφε το νόμο της ανάκλασης του φωτός
- 3 πόστερ που περιείχαν τους ορισμούς και τους πίνακες τιμών των τριγωνομετρικών συναρτήσεων ημίτονο, συνημίτονο και εφαπτομένη
- Ένα κοινόχρηστο πίνακα που μπορούσαν να χρησιμοποιούν ως πρόχειρο χώρο σχεδιασμού, σημειώσεων και υπολογισμών
- Μια αριθμομηχανή.

Η εύρεση της γωνίας x έπρεπε να γίνει με μετρήσεις αποστάσεων και τριγωνομετρικούς υπολογισμούς και έχοντας το λέιζερ κλειστό. Όταν οι συμμετέχοντες υπολόγιζαν τη γωνία x , την εφαρμόζαν στον καθρέφτη και άναβαν το λέιζερ. Αν οι υπολογισμοί τους ήταν σωστοί η ακτίνα χτυπούσε το στόχο. Οι συμμετέχοντες είχαν δικαίωμα να ενεργοποιήσουν το λέιζερ μόνο μία φορά, για να αποφευχθεί η επίλυση του προβλήματος με πολλαπλές δοκιμές (trial and error approach).

3.4.2. Η λύση της δραστηριότητας

Η λύση της δραστηριότητας είναι η εξής: οι συμμετέχοντες πρέπει να μετρήσουν την οριζόντια απόσταση PO και την κάθετη απόσταση PA με τους αντίστοιχους χάρακες. Στη συνέχεια, με τη χρήση της αριθμομηχανής πρέπει να διαιρέσουν την PA προς την PO, ώστε να υπολογίσουν την εφαπτομένη της γωνίας POA. Κατόπιν, με τη βοήθεια του πίνακα τιμών της εφαπτομένης, πρέπει να βρουν την POA σε μοίρες. Τέλος, πρέπει να καταλάβουν ότι η ζητούμενη γωνία x είναι ίση με τις γωνίες πρόσπτωσης θ και ανάκλασης θ' ($x=\theta=\theta'=POA/2$). Έτσι διαιρώντας την POA δια 2, καταλήγουν στη ζητούμενη γωνία x κατά την οποία πρέπει να περιστρέψουν τον καθρέφτη για να πετύχουν το στόχο.

Παρακάτω γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση όλων των βημάτων για την εύρεση της λύσης (**task analysis**):

1. Δημιουργία δισδιάστατου μοντέλου προβλήματος στον πίνακα
 - 1.1 Σχεδίαση του λείζερ
 - 1.2 Σχεδίαση του στόχου
 - 1.3 Σχεδίαση του καθρέφτη στην κάθετη θέση
 - 1.4 Σχεδίαση προσπίπτουσας ακτίνας
 - 1.5 Σχεδίαση ανακλώμενης ακτίνας
 - 1.6 Σχεδίαση της διχοτόμου της γωνίας POA
 - 1.7 Αναγνώριση των γωνιών πρόσπτωσης θ και ανάκλασης θ'
 - 1.8 Σχεδίαση του καθρέφτη στην ζητούμενη θέση (κάθετο στη διχοτόμο)
 - 1.9 Αναγνώριση της ζητούμενης γωνίας x
 - 1.10 Αναγνώριση ότι $x=\theta=\theta'=POA/2$ (γωνίες με κάθετες πλευρές ή με αριθμητική)
2. Υπολογισμός γωνίας POA με χρήση της εφαπτομένης
 - 2.1 Αναγνώριση και σχεδίαση του ορθογωνίου τριγώνου POA
 - 2.2 Επιλογή της εφαπτομένης ως της απαραίτητης τριγ. συνάρτησης για την εύρεση της POA
 - 2.3 Μέτρηση καθέτων πλευρών PO, PA
 - 2.4 Διαίρεση PA/PO για εύρεση της εφαπτομένης της POA
 - 2.5 Εύρεση της γωνίας POA σε μοίρες από τον τριγωνομετρικό πίνακα εφαπτομένης
3. Υπολογισμός ζητούμενης γωνίας $x=POA/2$

3.5. Πλατφόρμα MUVE

Ως πλατφόρμα MUVE για την υλοποίηση της δραστηριότητας, επιλέχθηκε το Second Life (SL) για τους εξής λόγους:

- είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο MUVE για εκπαιδευτική έρευνα (Wankel & Kingsley, 2009). Θεωρείται ιδανικό για έρευνες στις κοινωνικές και γνωσιακές επιστήμες, επειδή διευκολύνει τον ερευνητή να δημιουργήσει ένα περιβάλλον αντίστοιχο ενός πραγματικού και να το δοκιμάσει με το δείγμα που επιθυμεί (Bainbridge, 2007).
- το Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στη Εκπαίδευσης (EARTHlab) του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, στο οποίο εργάζεται ο ερευνητής, διαθέτει εικονική γη στο SL (Earthlab Island), κατά τη διάρκεια της εμπειρικής μελέτης.

- Η αμέσως επόμενη επιλογή, το ανοιχτού κώδικα Opensim, ήταν σε beta έκδοση κατά την περίοδο προετοιμασίας της εμπειρικής μελέτης (2009) και απορρίφτηκε ως μη επαρκώς δοκιμασμένο και σταθερό.
- Το Openwonderland, η άλλη πλατφόρμα MUVE ανοιχτού κώδικα, εμφανίστηκε μετά την έναρξη της εμπειρικής μελέτης.

3.6. Εργαλεία συλλογής εμπειρικών δεδομένων

Για τη συλλογή των εμπειρικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν:

- Ερωτηματολόγια (βλ. Παραρτήματα 1,2)
- Καταγραφές βίντεο

3.6.1. Ερωτηματολόγια

Τα ερωτηματολόγια περιείχαν ερωτήσεις σχετικά με:

- Δημογραφικά στοιχεία (ηλικία, φύλο, εμπειρία Η/Υ, κατεύθυνση λυκείου, μαθήματα Φυσικής-Μαθηματικών, προσωπικότητα κ.α.)
- Pre-post test γνώσεων
- Ερωτήσεις κατανόησης
- Αίσθηση παρουσίας
- Θέματα σχεδιασμού (δραστηριότητας – περιβάλλοντος)
- Θέματα ευχρηστίας
- Δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας
- Ικανοποίηση από τη συνεργασία στο SL
- Συνολική ευχαρίστηση από την εμπειρία στο SL

Οι περισσότερες ερωτήσεις των ερωτηματολογίων συντάχθηκαν από τον ερευνητή και οι απαντήσεις συλλέχθηκαν με βάση την 7-βάθμια κλίμακα Likert.

Για την εκτίμηση της προσωπικότητας των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκε το Big Five Inventory (BFI) (John, Robins, & Pervin, 2008), το οποίο μετρά σε 5βάθμια κλίμακα Likert, τις παρακάτω διαστάσεις της προσωπικότητας:

- την εξωστρέφεια (extraversion)
- τη συνεργατικότητα (agreeableness)
- την ευσυνειδησία (conscientiousness)
- το νευρωτισμό (neuroticism)
- την πνευματική ανοιχτότητα (openness)

Το BFI χρησιμοποιήθηκε μόνο στην κύρια έρευνα και μετρήθηκαν οι διαστάσεις **εξωστρέφεια** (extraversion) και **συνεργατικότητα** (agreeableness), οι οποίες θεωρήθηκε ότι ενδεχομένως επηρεάζουν περισσότερο την ποιότητα της συνεργασίας κατά την διενέργεια συνεργατικών δραστηριοτήτων MBP.

Για τη μέτρηση της αίσθησης παρουσίας έχουν αναπτυχθεί διάφορα ερωτηματολόγια: το Slater-Usuh-Steed (SUS) Questionnaire (Slater, Usoh, & Steed, 1994), το Presence Questionnaire (PQ) (Witmer & Singer, 1998), το Igroup Presence Questionnaire (Schubert, Friedmann, & Regenbrecht, 2001) και το **Temple Presence Inventory (TPI)** (Lombard & Ditton, 2000). Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκε το **TPI**, επειδή θεωρείται ως ένα από τα πιο πλήρη, διεξοδικά ελεγμένα και διαμεσικά (cross media) εργαλεία μέτρησης της παρουσίας (Lombard, Ditton, & Weinstein, 2009). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση ετερόκλητων μέσων, όπως η παρακολούθηση μιας ταινίας στην τηλεόραση ή η αλληλεπίδραση με ένα εικονικό περιβάλλον υψηλής εμπύθισης. Το TPI χρησιμοποιεί 7-βάθμια κλίμακα Likert και διακρίνει τις παρακάτω διαστάσεις της παρουσίας:

- Χωρική παρουσία (Spatial Presence)
- Κοινωνική παρουσία (Social Presence - actor within medium)
- Παθητική κοινωνική παρουσία (Passive Social Presence)
- Ενεργητική κοινωνική παρουσία (Active Social Presence)
- Εμπλοκή (Engagement - mental immersion)
- Κοινωνικός πλούτος (Social Richness)
- Κοινωνικός ρεαλισμός (Social Realism)
- Αντιληπτικός ρεαλισμός (Perceptual Realism)

Οι παραπάνω διαστάσεις δεν έχουν νόημα για κάθε μέσο ή εικονικό περιβάλλον. Στην παρούσα έρευνα δεν μετρήθηκαν οι διαστάσεις της *Παθητικής κοινωνικής παρουσίας*, της *Ενεργητικής κοινωνικής παρουσίας* και του *Αντιληπτικού ρεαλισμού*. Η *Παθητική κοινωνική παρουσία* δεν μετρήθηκε γιατί αναφέρεται στη μη λεκτική επικοινωνία (εκφράσεις προσώπου, στάση σώματος) η οποία δεν υποστηρίζεται επαρκώς στα σύγχρονα MUVES. Η *Ενεργητική κοινωνική Παρουσία* δεν μετρήθηκε επειδή αναφέρεται στην δυνατότητα συνομιλίας, η οποία θεωρείται δεδομένη (voice chat) στα σύγχρονα MUVES. Τέλος, ο *Αντιληπτικός ρεαλισμός* δεν μετρήθηκε επειδή αναφέρεται σε αισθήσεις (αφή, θερμοκρασία, οσμή) οι οποίες δεν συμμετέχουν στην εμπειρία των σύγχρονων MUVES.

Για λόγους σύγκρισης, κάποιες διαστάσεις παρουσίας μετρήθηκαν και στα δύο περιβάλλοντα (πραγματικό – εικονικό): η Κοινή Εμπλοκή και ο Κοινωνικός πλούτος. Η *Κοινή εμπλοκή* προκύπτει από ένα υποσύνολο ερωτήσεων (51,54,55) της διάστασης *Εμπλοκή* του TPI, οι οποίες έχουν νόημα και στο πραγματικό περιβάλλον. Επίσης, όλες οι ερωτήσεις του *Κοινωνικού πλούτου* του TPI, έχουν νόημα και στο πραγματικό περιβάλλον.

Ειδικά στην κύρια έρευνα διενεργήθηκε ποσοτική ανάλυση των σχολίων των συμμετεχόντων με χρήση ετικετών (codes).

3.6.2. Καταγραφές βίντεο

Οι καταγραφές βίντεο έγιναν με χρήση καμερών στο πραγματικό περιβάλλον και με χρήση καμερών και λογισμικού καταγραφής οθόνης (screen capture) στο εικονικό περιβάλλον. Η διαδικασία και ο εξοπλισμός των καταγραφών σε κάθε στάδιο της έρευνας, περιγράφονται αναλυτικά στα αντίστοιχα κεφάλαια μεθοδολογίας.

Ειδικά στην κύρια έρευνα οι καταγραφές χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των περιόδων ομιλίας και σιγής κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας, με στόχο την εύρεση διαφορών μεταξύ των περιβαλλόντων.

4. Μεθοδολογία Πιλοτικής έρευνας

4.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της πιλοτικής έρευνας και πιο συγκεκριμένα:

- οι ερευνητικοί στόχοι
- το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε
- η δραστηριότητα που αναπτύχθηκε στο SL
- η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας

4.2. Ερευνητικοί στόχοι

Η **πιλοτική** εμπειρική έρευνα ήταν **διερευνητικού (observational)** τύπου, με τους παρακάτω στόχους:

- Αξιολόγηση του μαθησιακού αποτελέσματος
- Μέτρηση της αίσθησης παρουσίας των συμμετεχόντων
- Αξιολόγηση της δραστηριότητας (πόσο ενδιαφέρουσα ή δύσκολη είναι, προτιμώμενος χώρος διεξαγωγής, βαθμοί ελευθερίας αντικειμένων, τρόποι βοήθειας, παρουσία επιβλέποντα)
- Αξιολόγηση της ευχρηστίας των εργαλείων
- Αξιολόγηση των δυνατοτήτων μη λεκτικής επικοινωνίας του SL
- Αξιολόγηση της ικανοποίησης από τη συνεργασία στο SL
- Αξιολόγηση της συνολικής ευχαρίστησης από την εμπειρία στο SL.
- Απόκτηση εμπειρίας τόσο σε τεχνικό όσο και εκπαιδευτικό επίπεδο, σχετικά με την υλοποίηση δραστηριοτήτων MBΠ στο SL

4.3. Δείγμα

Στην πιλοτική έρευνα συμμετείχαν συνολικά 30 φοιτητές (22 γυναίκες και 8 άνδρες) του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η ηλικία τους κυμαινόταν από 18 έως 25 έτη ($M=19,7$, $SD=1,44$). Όλοι τους είχαν εμπειρία στη χρήση του SL, αφού παρακολουθούσαν το μάθημα «*Μαθησιακές Δραστηριότητες με Υπολογιστή*», το οποίο αναφέρεται στη χρήση του SL ως μαθησιακού εργαλείου. Η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική και δόθηκε ως κίνητρο ένα μικρό bonus στον τελικό βαθμό του μαθήματος. Οι δηλώσεις γινόταν ανά ζεύγη. Τα περισσότερα ζευγάρια αποτελούνταν από γνωστούς ή φίλους, ωστόσο κάποια δημιουργήθηκαν και μεταξύ αγνώστων.

4.4. Δραστηριότητα (εικονικό περιβάλλον)

Στην πιλοτική έρευνα η δραστηριότητα λάμβανε χώρα σε **εξωτερικό** χώρο (Σχήμα 4.1). Το λέιζερ και ο καθρέφτης βρίσκονταν πάνω σε ένα τραπέζι. Το λέιζερ στόχευε στο κέντρο του καθρέφτη, ο οποίος είχε τη δυνατότητα να περιστρέφεται γύρω από το κάθετο στήριγμά του και να ανακλά την ακτίνα λέιζερ προς τα επάνω. Ως στόχος χρησιμοποιήθηκε ένα μήλο το οποίο κρέμονταν από το κλαδί ενός δέντρου. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να βρουν τη σωστή γωνία που έπρεπε να περιστρέψουν τον καθρέφτη, έτσι ώστε η ανακλώμενη ακτίνα να χτυπήσει και να ρίξει το μήλο. Εδώ έγινε η υπόθεση ότι το λέιζερ ήταν αρκετά δυνατό ώστε να ρίξει το μήλο, ώστε η δραστηριότητα να γίνει πιο ενδιαφέρουσα και η λύση της να έχει ένα εμφανές και απτό αποτέλεσμα που να δρα ως επιβράβευση. Η εύρεση της γωνίας έπρεπε να γίνει έχοντας το λέιζερ κλειστό και μόνο με μετρήσεις αποστάσεων και τριγωνομετρικούς υπολογισμούς. Όταν οι συμμετέχοντες υπολόγιζαν τη ζητούμενη γωνία, την εφάρμοζαν στον καθρέφτη και άναβαν το λέιζερ. Αν οι υπολογισμοί τους ήταν σωστοί η ακτίνα θα χτυπούσε το μήλο και αυτό θα έπεφτε. Οι συμμετέχοντες είχαν δικαίωμα να ενεργοποιήσουν το λέιζερ μόνο μία φορά για να αποφευχθεί η επίλυση του προβλήματος με πολλαπλές δοκιμές (trial and error approach).

Για τη λύση του προβλήματος οι συμμετέχοντες είχαν στη διάθεσή τους τα παρακάτω «εργαλεία»:

- 2 χάρακες, έναν οριζόντιο και έναν κάθετο για τη μέτρηση οριζόντιων και κάθετων αποστάσεων
- 1 πόστερ που περιέγραφε το νόμο της ανάκλασης του φωτός (Σχήμα 4.4)
- 3 πόστερ που περιείχαν τους ορισμούς και τους πίνακες τιμών των τριγωνομετρικών συναρτήσεων ημίτονο, συνημίτονο και εφαπτομένη (Σχήμα 4.4)
- Ένα κοινόχρηστο πίνακα που μπορούσαν να χρησιμοποιούν ως πρόχειρο χώρο σχεδιασμού, σημειώσεων και υπολογισμών. Ο πίνακας διέθετε ένα κουμπί με την ένδειξη «ΒΟΗΘΕΙΑ», το οποίο εμφάνιζε ένα σχεδιάγραμμα (Σχήμα 4.5) με τη λύση της δραστηριότητας.
- Μια αριθμομηχανή.

Σχήμα 4.1 Ο χώρος διεξαγωγής της δραστηριότητας στην πιλοτική έρευνα

Ένα αντίγραφο της δραστηριότητας δημιουργήθηκε και σε μια εικονική αίθουσα (Σχήμα 4.6, Σχήμα 4.7). Αυτό έγινε για δύο λόγους:

- για τη διενέργεια ενός μαθήματος εξοικείωσης των συμμετεχόντων με τις έννοιες και τα αντικείμενα της δραστηριότητας.
- για τη διερεύνηση της προτίμησης των φοιτητών σχετικά με το χώρο διεξαγωγής της δραστηριότητας (εσωτερικό ή εξωτερικό).

Τα απαιτούμενα εικονικά αντικείμενα είτε σχεδιάστηκαν από τον ερευνητή, είτε αγοράστηκαν έναντι μικρού αντιτίμου από το SL Marketplace (<https://marketplace.secondlife.com/>).

Τα αντικείμενα που σχεδιάστηκαν από τον ερευνητή ήταν:

- το τραπέζι
- οι χάρακες
- το λέιζερ, ο καθρέφτης, η προσπίπτουσα και η ανακλώμενη ακτίνα
- Τα πόστερ με το εκπαιδευτικό υλικό

Στα περισσότερα αντικείμενα προστέθηκαν scripts σε LSL (Linden Scripting Language) ώστε να αποκτήσουν δυνατότητες αλληλεπίδρασης με τους χρήστες:

- οι χάρακες είχαν δυνατότητα μετακίνησης ώστε να τοποθετούνται από τους συμμετέχοντες στην επιθυμητή θέση για μέτρηση. Υλοποιήθηκαν δύο τρόποι χειρισμού: με 3D βελάκια (Σχήμα 4.2) και με παράθυρο διαλόγου (Σχήμα 4.3), για να διερευνηθεί ποιόν προτιμούν οι φοιτητές.
- το λέιζερ είχε δυνατότητα ενεργοποίησης/απενεργοποίησης (ON/OFF)
- ο καθρέφτης είχε δυνατότητα περιστροφής γύρω από τον οριζόντιο άξονά του.
- η ανακλώμενη ακτίνα άλλαζε κατεύθυνση σύμφωνα με την περιστροφή του καθρέφτη.
- τα πόστερ είχαν υπερσυνδέσεις προς τα αντίστοιχα λήμματα της Wikipedia.

Σχήμα 4.2 3D βελάκια

Σχήμα 4.3 Παράθυρο διαλόγου

Τα αντικείμενα που αγοράστηκαν από το SL Marketplace ήταν τα εξής:

- το μήλο (*apple*, creator: Zeaig Zabelin). Στο μήλο προστέθηκε LSL script, που το αφήνει να πέσει στο έδαφος όταν χτυπηθεί από την ανακλώμενη ακτίνα λέιζερ και το επαναφέρει στην αρχική του θέση πάνω στο δέντρο για την επόμενη συνεδρία.
- Ο κοινόχρηστος πίνακας (*Black Board v3.4 PUB*, creator: Jules Mandelbrot). Ο πίνακας αυτός επέτρεπε τη δημιουργία ελεύθερων γραμμών 3 διαφορετικών χρωμάτων. Οι γραμμές ήταν ουσιαστικά τρισδιάστατα αντικείμενα (κύλινδροι διαμέτρου 1 cm, που είναι η ελάχιστη διάσταση των αντικειμένων του SL), με αποτέλεσμα η ανάλυση του πίνακα να είναι χαμηλή. Ο πίνακας διέθετε «σφουγγάρι» για τη διαγραφή όλων των περιεχομένων του. Οι διαστάσεις και

τα χρώματα του πίνακα προσαρμόστηκαν κατάλληλα για τις ανάγκες της δραστηριότητας. Επίσης, προστέθηκε στο πάνω μέρος του κόκκινο κουμπί με την ένδειξη «ΒΟΗΘΕΙΑ», το οποίο εμφάνιζε το σχεδιάγραμμα με τη λύση του προβλήματος (Σχήμα 4.5).

- η αριθμομηχανή (3 *Prim Calculator*, creator: *muratus.losangeles*).
- Η αίθουσα (*Anime Style Classroom*, creator: *Zeaig Zabelin*). Στην είσοδο της αίθουσας τοποθετήθηκε από τον ερευνητή ένα κινούμενο εκκρεμές, το οποίο οι συμμετέχοντες έπρεπε να αποφύγουν μπαίνοντας. Το εκκρεμές αυτό τοποθετήθηκε για να αξιολογηθεί καλύτερα η αίσθηση χωρικής παρουσίας των συμμετεχόντων με τη βοήθεια του ΤΡΙ.

Σχήμα 4.5 Το σχεδιάγραμμα με τη λύση της δραστηριότητας στην πιλοτική έρευνα

4.5. Διαδικασία

Αρχικά έγιναν δύο δοκιμαστικές συνεδρίες με δύο ζεύγη φοιτητών για να εντοπιστούν και να επιλυθούν τεχνικά προβλήματα που αφορούσαν την ποιότητα του ήχου και την καταγραφή. Τα εμπειρικά δεδομένα συγκεντρώθηκαν από 15 συνεδρίες στις οποίες συμμετείχαν 30 φοιτητές. Σε κάθε συνεδρία συμμετείχαν δύο φοιτητές και ο επιβλέπων (ο ερευνητής). Οι τρεις συμμετέχοντες βρισκόταν σε διαφορετικά δωμάτια και επικοινωνούσαν μεταξύ τους μόνο μέσω του SL. Πιο συγκεκριμένα φορούσαν headset (ακουστικά και μικρόφωνο) και χρησιμοποιούσαν το voice chat του SL. Η διάρκεια κάθε συνεδρίας διαρκούσε κατά μέσο όρο 40 λεπτά. Κατά τη διάρκεια της συνεδρίας γινόταν καταγραφή της οθόνης, της webcam και του μικροφώνου του κάθε συμμετέχοντα.

Πριν την έναρξη της συνεδρίας οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ένα προ-ερωτηματολόγιο σχετικό με

- δημογραφικά στοιχεία (ηλικία, φύλο)
- τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες
- εμπειρία χρήσης Η/Υ
- εμπειρία χρήσης εικονικών περιβαλλόντων – βιντεοπαιχνιδιών
- pre-test (σχετικό με το νόμο της ανάκλασης και τριγωνομετρία)

Στη συνέχεια έκαναν login στο SL με τους προσωπικούς τους κωδικούς και μετέβαιναν στον κοινόχρηστο χώρο πειραματισμού (sandbox) του νησιού του *Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση* (Earthlab Education Island). Εκεί συναντούσαν τον επιβλέποντα, ο οποίος τους οδηγούσε στο χώρο της δραστηριότητας. Ο χώρος αυτός, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, περιλάμβανε δύο εγκαταστάσεις της δραστηριότητας: μια στην εικονική αίθουσα (Σχήμα 4.6, Σχήμα 4.7) όπου γινόταν το μάθημα εξοικείωσης και μια υπαίθρια (Σχήμα 4.8) όπου λάμβανε χώρα η κυρίως συνεργατική δραστηριότητα.

Ο επιβλέπων οδηγούσε αρχικά τους συμμετέχοντες στην εικονική αίθουσα όπου τους θύμιζε το νόμο της ανάκλασης του φωτός και τους ορισμούς των τριών βασικών τριγωνομετρικών συναρτήσεων (ημιτόνου, συνημίτονου και εφαπτομένης). Επίσης τους έδειχνε τη χρήση των τριγωνομετρικών πινάκων, δηλαδή την εύρεση της τιμής μιας τριγωνομετρικής συνάρτησης για δεδομένη γωνία και το αντίστροφο. Το σχετικό εκπαιδευτικό υλικό βρισκόταν αναρτημένο σε πόστερ στην εικονική αίθουσα (Σχήμα 4.6). Τα πόστερ διέθεταν υπερσυνδέσεις προς τα αντίστοιχα λήμματα της Wikipedia τα οποία οι συμμετέχοντες επισκέπτονταν μέσω του εσωτερικού browser του SL.

Σχήμα 4.6 Μάθημα στην αίθουσα

Σχήμα 4.7 Εξοικείωση με τα εργαλεία

Μετά το σύντομο μάθημα, ο επιβλέπων εξοικείωνε τους συμμετέχοντες με τα όργανα της δραστηριότητας: το λείζερ, τον περιστρεφόμενο καθρέφτη, τους χάρακες, τον κοινόχρηστο πίνακα, και την αριθμομηχανή (Σχήμα 4.6, Σχήμα 4.7). Το λείζερ μπορούσε να τίθεται εντός και εκτός λειτουργίας πατώντας κλικ πάνω στο τροφοδοτικό του. Ο καθρέφτης μπορούσε να περιστρέφεται μεταξύ της κάθετης και της οριζόντιας θέσης σε βήματα της μίας μοίρας, πατώντας κλικ στο πάνω ή το κάτω μέρος του. Η τιμή της γωνίας περιστροφής του καθρέφτη φαινόταν συνεχώς πάνω από αυτόν. Όταν ο καθρέφτης ήταν κάθετος, η γωνία ήταν 0° , ενώ όταν ήταν οριζόντιος η γωνία ήταν 90° . Πατώντας κλικ στο κέντρο του καθρέφτη εμφανιζόταν η κάθετη σε αυτόν (normal), ενώ πατώντας κλικ επάνω της αυτή εξαφανίζονταν. Οι χάρακες μπορούσαν να μετακινούνται πατώντας κλικ στα τριγωνικά βέλη που υπήρχαν στα άκρα τους ή χρησιμοποιώντας τα κουμπιά του παραθύρου διαλόγου που εμφανιζόταν πατώντας κλικ επάνω του. Ο κοινόχρηστος πίνακας επέτρεπε τη σχεδίαση γραμμών τριών διαφορετικών χρωμάτων επιλέγοντας την αντίστοιχη κιμωλία και την εκκαθάρισή του πατώντας κλικ πάνω στο σφουγγάρι. Η χρήση της αριθμομηχανής ήταν αντίστοιχη με αυτή μιας απλής πραγματικής αριθμομηχανής ή της αριθμομηχανής του λειτουργικού συστήματος (Windows XP). Οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα να χειριστούν τα εργαλεία για να εξοικειωθούν με αυτά.

Μετά την παραμονή τους στην αίθουσα διάρκειας περίπου 10 λεπτών, ο επιβλέπων ζητούσε από τους συμμετέχοντες να τον ακολουθήσουν στον υπαίθριο χώρο όπου λάμβανε χώρα η συνεργατική δραστηριότητα. Τους ενημέρωνε για το πρόβλημα που έπρεπε να λύσουν: ότι δηλαδή θα πρέπει να υπολογίσουν ποια είναι η σωστή γωνία που πρέπει να περιστρέψουν τον καθρέφτη ώστε η ακτίνα λείζερ που θα ανακλαστεί πάνω του να χτυπήσει το μήλο. Τους τόνιζε ότι μπορούσαν να ενεργοποιήσουν το λείζερ μόνο μία φορά, αφού πρώτα είχαν υπολογίσει τη σωστή γωνία και είχαν περιστρέψει τον καθρέφτη ανάλογα. Αν οι υπολογισμοί τους ήταν σωστοί, η ανακλώμενη ακτίνα λείζερ θα χτυπούσε το μήλο και αυτό θα έπεφτε κάτω. Η πτώση του μήλου αποτελούσε την επιβεβαίωση της επιτυχούς λύσης της δραστηριότητας και την επιβράβευση της κοινής τους προσπάθειας.

Πριν ξεκινήσουν να λύνουν το πρόβλημα τους ενημέρωνε ότι είχαν στη διάθεσή τους 30 λεπτά και ότι ο ίδιος θα παρακολουθούσε την προσπάθειά τους από μικρή απόσταση. Τους έλεγε ότι αν είχαν κάποια απορία ή δυσκολία θα μπορούσαν να τον συμβουλευτούν. Επίσης τους θύμιζε ότι είχαν στη διάθεσή τους το κουμπί «ΒΟΗΘΕΙΑ», που εμφάνιζε το σχεδιάγραμμα με τη λύση της δραστηριότητας στον κοινόχρηστο πίνακα. Στη συνέχεια απομακρυνόταν λίγο από αυτούς και τους άφηνε να λύσουν το πρόβλημα (Σχήμα 4.8).

Σχήμα 4.8 Συνεργατική επίλυση της δραστηριότητας από διαφορετικές ομάδες

Ο επιβλέπων παρακολουθούσε προσεκτικά την συνεργατική προσπάθεια των δύο συμμετεχόντων και παρενέβαινε όποτε θεωρούσε ότι αυτοί δυσκολευόταν να προχωρήσουν ή έκαναν σημαντικά λάθη. **Όλοι οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν επιτυχώς** τη δραστηριότητα με λιγότερη ή περισσότερη βοήθεια από τον επιβλέποντα. Μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας ο επιβλέπων ζητούσε από τους συμμετέχοντες να τον ακολουθήσουν και πάλι στο κοινόχρηστο χώρο πειραματισμού (sandbox) του νησιού, όπου έκαναν logout από το SL.

Στη συνέχεια οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ένα **έντυπο** ερωτηματολόγιο σχετικό με:

- το μαθησιακό αποτέλεσμα
- την αίσθηση παρουσίας
- θέματα σχεδιασμού της εκπαιδευτικής δραστηριότητας
- την ευχρηστία των εργαλείων και των αντικειμένων
- το γενικότερο σχεδιασμό του εικονικού περιβάλλοντος
- τις δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας των avatars του SL
- τη συνεργασία μεταξύ των συμμετεχόντων και την ανάγκη για βοήθεια
- γενικά σχόλια

Πριν αρχίσει η επόμενη συνεδρία ο επιβλέπων έφερνε τα αντικείμενα στις αρχικές τους θέσεις (λείζερ απενεργοποιημένο, καθρέφτης στην κάθετη θέση $x=0$, χάρακες σε τυχαίες θέσεις, πίνακας καθαρός, αριθμομηχανή με ένδειξη 0).

5. Αποτελέσματα Πιλοτικής έρευνας

5.1. Εισαγωγή

Τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων των συμμετεχόντων στα ερωτηματολόγια. Κάθε ερώτηση μετατράπηκε σε μία μεταβλητή στο λογισμικό στατιστικής επεξεργασίας IBM SPSS. Έπειτα από έλεγχο που έγινε για την κανονικότητα των μεταβλητών (Kolmogorov-Smirnov & Shapiro-Wilk tests) βρέθηκε ότι οι περισσότερες δεν ήταν κανονικές. Έτσι αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω **μη παραμετρικά** στατιστικά εργαλεία:

- για τον έλεγχο της διαφοράς του pre-test με το post-test, χρησιμοποιήθηκε το **Wilcoxon Signed Rank Test** το οποίο είναι το μη παραμετρικό αντίστοιχο του **paired-samples t-test**.
- Για τον έλεγχο των συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης **Spearman's rho**, ο οποίος είναι ο μη παραμετρικός αντίστοιχος του **Pearson's r**.

5.2. Δημογραφικά στοιχεία

5.2.1. Φύλο

Ο Πίνακας 5.1 παρουσιάζει τη συχνότητα του φύλου των συμμετεχόντων στην πιλοτική έρευνα.

Πίνακας 5.1 Συχνότητα φύλο

Value	Frequency	Percent
Ανδρας	8	26,7%
Γυναίκα	22	73,3%
Total	30	100,0%

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων ήταν γυναίκες. Αυτό είναι αναμενόμενο αφού η πλειοψηφία των φοιτητών των Παιδαγωγικών Τμημάτων αποτελείται από γυναίκες.

5.2.2. Ηλικία

Ο Πίνακας 5.2 παρουσιάζει στοιχεία σχετικά με την ηλικία των συμμετεχόντων.

Πίνακας 5.2. Ηλικία

VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
90. Ηλικία	30	18	25	19,70	1,442

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων ανήκε στο 2^ο έτος του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και ο μέσος όρος της ηλικίας τους ήταν 19,7 έτη.

5.3. Τεχνολογική εμπειρία

5.3.1. Εμπειρία χρήσης Η/Υ

Ο Πίνακας 5.3 παρουσιάζει την υποκειμενική εκτίμηση της εμπειρίας χρήσης Η/Υ των συμμετεχόντων.

Πίνακας 5.3. Εμπειρία χρήσης Η/Υ

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
6. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ;	30	3	6	4,23	1,073

Οι συμμετέχοντες θεωρούσαν τους εαυτούς τους μέτρια έμπειρους στην χρήση Η/Υ.

5.3.2. Εμπειρία και συχνότητα χρήσης βίντεο-παιχνιδιών

Ο Πίνακας 5.4 παρουσιάζει την υποκειμενική εκτίμηση της εμπειρίας χρήσης βίντεο-παιχνιδιών των συμμετεχόντων.

Πίνακας 5.4. Εμπειρία χρήσης βίντεο-παιχνιδιών

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
8. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση βίντεο-παιχνιδιών;	30	1	7	3,33	1,971

Ο Πίνακας 5.5 παρουσιάζει τη συχνότητα χρήσης βίντεο-παιχνιδιών από τους συμμετέχοντες.

Πίνακας 5.5. Συχνότητα χρήσης βίντεο-παιχνιδιών ανά μήνα

Value	Frequency	Percent
Ποτέ	5	16,7%
<1	8	26,7%
1-5	7	23,3%
6-10	6	20,0%
11-15	1	3,3%
16-20	1	3,3%
21-25	1	3,3%
>25	1	3,3%
Total	30	100,0%

Οι συμμετέχοντες δεν θεωρούσαν τους εαυτούς τους αρκετά έμπειρους στη χρήση βίντεο-παιχνιδιών. Μάλιστα το 43,4% έπαιζε βίντεο-παιχνίδια λιγότερο συχνά από μια φορά το μήνα.

5.3.3. Εμπειρία χρήσης Second Life

Ο Πίνακας 5.6 παρουσιάζει την υποκειμενική εκτίμηση της εμπειρίας χρήσης SL των συμμετεχόντων.

Πίνακας 5.6. Εμπειρία χρήσης Second Life

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
11. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση του Second Life;	30	1	6	3,90	1,125

Οι συμμετέχοντες θεωρούσαν τους εαυτούς τους μέτρια έμπειρους στη χρήση του SL, αν και συμμετείχαν σε μάθημα σχετικό με την παιδαγωγική αξιοποίησή του.

5.4. Διαστάσεις Προσωπικότητας

5.4.1. Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες

Ο Πίνακας 5.7 παρουσιάζει τις ερωτήσεις σχετικές με την *Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες* (De Lucia, et al., 2009), η οποία υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των μεταβλητών 1-5, αφού πρώτα αντιστραφεί η μεταβλητή 1.

Πίνακας 5.7 Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
1. Όταν κάνεις μια δραστηριότητα, αποσπάσαι εύκολα από αυτή; (αντιστροφή)	30	1	6	3,30	1,393
2. Συγκεντρώνεσαι εύκολα σε δραστηριότητες, ακόμη κι αν αυτές δεν είναι ευχάριστες ή ενδιαφέρουσες;	30	2	7	4,20	1,349
3. Όταν κάνεις κάτι απορροφάσαι τόσο ώστε να χάνεις την αίσθηση του χρόνου;	30	1	7	4,63	1,691
4. Νιώθεις μερικές φορές ότι είσαι τόσο απορροφημένος από ένα παιχνίδι που έχεις την εντύπωση ότι είσαι μέσα στο παιχνίδι παρά ότι το χειρίζεσαι με το πληκτρολόγιο/joystick και το παρακολουθείς στην οθόνη;	30	1	7	4,30	1,685
5. Έχεις φοβηθεί με κάτι που συμβαίνει στην τηλεόραση ή σε μια ταινία;	30	1	7	4,83	2,019
Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες	30	3,00	6,40	4,5333	,92077

Η τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες είναι μέτρια (M=4,53, SD=0,92)

5.4.2. Τάση προς ατομική επίλυση δραστηριότητας

Ο Πίνακας 5.8 παρουσιάζει την *τάση προς ατομική επίλυση δραστηριότητας* των συμμετεχόντων.

Πίνακας 5.8 Τάση προς ατομική επίλυση δραστηριότητας

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
71. Θα προτιμούσες να κάνεις μόνος σου το πείραμα αντί συνεργατικά με άλλους συμφοιτητές σου;	30	1	7	2,00	1,531

Προκύπτει, ότι οι συμμετέχοντες δεν θα προτιμούσαν να κάνουν τη δραστηριότητα μόνοι τους.

5.5. Pre-test

Το pre-test συμπληρωνόταν από τους συμμετέχοντες πριν την διενέργεια της συνεργατικής δραστηριότητας στο SL και αξιολογούσε το γνωστικό τους υπόβαθρο στο αντικείμενο της δραστηριότητας (τριγωνομετρία και οπτική). Ο Πίνακας 5.9 παρουσιάζει τις ερωτήσεις του pre-test.

Πίνακας 5.9 Pre-test

12. Πώς ορίζεται η εφαπτομένη μιας οξείας γωνίας ορθογωνίου τριγώνου; προσκείμενη /απέναντι απέναντι/ προσκείμενη απέναντι / υποτείνουσα προσκείμενη / υποτείνουσα	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
13. Πώς ορίζεται η γωνία πρόσπτωσης φωτεινής ακτίνας σε ανακλαστική επιφάνεια; γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της καθέτου στην ανακλαστική επιφάνεια γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας κι της ανακλαστικής επιφάνειας	<input type="text"/> <input type="text"/>
14. Πώς ορίζεται η γωνία ανάκλασης φωτεινής ακτίνας σε ανακλαστική επιφάνεια; γωνία μεταξύ της ανακλώμενης ακτίνας και τς καθέτου στην ανακλαστική επιφάνεια γωνία μεταξύ της ανακλώμενης κτίνας και της ανλαστικής επιφνειας	<input type="text"/> <input type="text"/>
15. Σύμφωνα με το νόμος της ανάκλασης: Η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη από τη γωνία ανάκλασης Η γωνια πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανκλασης Η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ανάκλασης	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Η τελική βαθμολογία στο pre-test προκύπτει από το άθροισμα των σωστών απαντήσεων στις 4 ερωτήσεις (0-4). Οι επόμενοι πίνακες παρουσιάζουν το μέσο όρο και τις συχνότητες των βαθμολογιών του pre-test.

Πίνακας 5.10. Βαθμολογία στο pre-test

VAR (0-4)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev
Pre-test	30	1,00	4,00	2,8667	1,13664

Πίνακας 5.11. Συχνότητες βαθμολογιών στο pre-test

Value	Frequency	Percent
1	4	13,3%
2	9	30,0%
3	4	13,3%
4	13	43,3%
Total	30	100,0%

Ο μέσος όρος της βαθμολογίας ήταν 2,87 (με άριστα το 4). Από τον πίνακα συχνοτήτων φαίνεται ότι μόνο το 43,3% των συμμετεχόντων απάντησε άριστα.

5.6. Μαθησιακό αποτέλεσμα

Το μαθησιακό αποτέλεσμα της δραστηριότητας αξιολογήθηκε με τη χρήση του post-test, το οποίο ήταν πανομοιότυπο με το pre-test. Οι επόμενοι πίνακες παρουσιάζουν το μέσο όρο και τις συχνότητες των βαθμολογιών του post-test.

Πίνακας 5.12. Βαθμολογία στο post-test

VAR (0-4)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
Post-test	30	2,00	4,00	3,8667	,43417

Πίνακας 5.13. Συχνότητες βαθμολογιών στο post-test

Value	Frequency	Percent
1,00	0	0,0%
2,00	1	3,3%
3,00	2	6,7%
4,00	27	90,0%
Total	30	100,0%

Ο μέσος όρος της βαθμολογίας ήταν 3,87 (με άριστα το 4). Από τον πίνακα συχνοτήτων φαίνεται ότι το 90% των συμμετεχόντων απάντησε άριστα στο post-test. Είναι φανερό η βελτίωση της επίδοσης σε σχέση με το pre-test. Τα παρακάτω γραφήματα παρουσιάζουν συγκριτικά τη μέση βαθμολογία και τη συχνότητα της άριστης βαθμολογίας στα pre και post-test.

Σχήμα 5.1 Μέση βαθμολογία

Σχήμα 5.2 Συχνότητα άριστης βαθμολογίας (4)

Η διαφορά της επίδοσης μεταξύ του pre και του post-test είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Wilcoxon Signed Rank Test ($Z=-3,49$, $p<0,01$). Αυτό υποδεικνύει ότι υπήρξε μαθησιακό αποτέλεσμα κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας.

5.7. Αίσθηση παρουσίας

5.7.1. Χωρική Παρουσία (TPI)

Ο Πίνακας 5.14 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του TPI για τη διάσταση της χωρικής παρουσίας (spatial presence).

Πίνακας 5.14. Χωρική παρουσία(TPI)

VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
16. Σε ποιό βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα αντικείμενα και οι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες ερχόταν στο μέρος που βρισκόσουν εσύ; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	1	7	4,37	1,771
17. Σε ποιό βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να ακουμπήσεις τα αντικείμενα ή τους ανθρώπους που έβλεπες ή άκουγες; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	1	7	4,40	1,734
18. Πόσο συχνά, όταν ένα αντικείμενο φαινόταν να έρχεται προς το μέρος σου αισθανόσουν την ανάγκη να το αποφύγεις; (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	30	1	7	3,50	1,815
19. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρισκόσουν μέσα στο εικονικό περιβάλλον που είδες; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	2	7	4,77	1,591
20. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι οι ήχοι ερχόταν από διαφορετικές κατευθύνσεις; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	29	1	7	3,93	1,791
21. Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάτι που είδες ή άκουσες; (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	30	1	7	4,13	1,795
22. Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον: σαν να έβλεπες μια ταινία ή σα να παρακολουθούσες τα γεγονότα από ένα παράθυρο; (1= Ταινία – 7= Παράθυρο)	30	1	7	4,60	1,958
Χωρική παρουσία (TPI)	30	1,14	6,71	4,2508	1,25795

Ο μέσος όρος της χωρικής παρουσίας είναι 4,25. Η τιμή αυτή βρίσκεται λίγο πάνω από το μέσο όρο της κλίμακας και υποδεικνύει ότι οι συμμετέχοντες στη δραστηριότητα είχαν **μέτρια αίσθηση χωρικής παρουσίας**. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο επειδή το SL είναι ένα εικονικό περιβάλλον βασισμένο σε συμβατική τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας (desktop VR) και δεν εκμεταλλεύεται όλες τις διαθέσιμες τεχνολογίες εμπύθισης, όπως Head mounted displays, CAVEs, motion capture, οι οποίες μεγιστοποιούν την αίσθηση χωρικής παρουσίας.

5.7.2. Κοινωνική Παρουσία (TPI)

Ο Πίνακας 5.15 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του TPI για τη διάσταση της κοινωνικής παρουσίας (social presence – actor within medium (parasocial interaction)).

Πίνακας 5.15. Κοινωνική παρουσία(TPI)

VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
23. Πόσο συχνά αισθανόσουν ότι οι άνθρωποι που έβλεπες και άκουγες μπορούσαν επίσης να σε βλέπουν και να σε ακούνε; (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	30	1	7	5,50	1,480
24. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι μπορούσες να αλληλεπιδράσεις με τους ανθρώπους που έβλεπες ή άκουγες; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	4	7	5,63	,928
25. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι εσύ και οι άλλοι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες, αφήσατε το πραγματικό μέρος που βρισκόσασταν και μεταφερθήκατε σε ένα άλλο (εικονικό περιβάλλον); (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	1	7	4,67	1,561
26. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι εσύ και οι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες βρισκόσαστε μαζί στο ίδιο μέρος; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	2	7	5,50	1,383
27. Πόσο συχνά αισθανόσουν ότι κάποιος που έβλεπες/άκουγες μιλούσε απευθείας σε σένα; (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	30	3	7	5,70	1,291
28. Πόσο συχνά ήθελες να έχεις ή είχες οπτική επαφή με κάποιον/α που είδες ή άκουσες; (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	30	1	7	4,57	1,455
29. Η οπτική/ακουστική επαφή με έναν άνθρωπο με τη βοήθεια ενός μέσου συνιστά μια αλληλεπίδραση με αυτόν. Πόσο έλεγχο αισθανόσουν ότι είχες στην αλληλεπίδραση σου με τους ανθρώπους που έβλεπες ή άκουγες στο εικονικό περιβάλλον; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	3	7	5,47	1,279
Κοινωνική παρουσία (TPI)	30	3,57	6,57	5,2905	0,83677

Ο μέσος όρος της κοινωνικής παρουσίας ήταν 5,29. Η τιμή αυτή είναι αρκετά πάνω από το μέσο όρο της κλίμακας και αρκετά μεγαλύτερη από αυτή της χωρικής παρουσίας. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στην εγγενή κοινωνική φύση του SL, το οποίο είναι ένα εικονικό περιβάλλον πολλών χρηστών το οποίο ευνοεί την κοινωνική αλληλεπίδραση. Επίσης, η συνεργατική φύση της μαθησιακής δραστηριότητας συνεισφέρει στην αύξηση της κοινωνικής παρουσίας.

5.7.3. Εμπλοκή (TPI)

Ο Πίνακας 5.16 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του TPI για τη διάσταση της εμπλοκής (engagement - mental immersion).

Πίνακας 5.16. Εμπλοκή(TPI)

VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
30. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι είχες «εμβυθιστεί» στο εικονικό περιβάλλον; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	2	7	5,13	1,456
31. Πόσο ένιωσες να εμπλέκεσαι στην εμπειρία; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	3	7	5,80	1,157
32. Σε ποιο βαθμό ένιωθες τις αισθήσεις σου να εμπλέκονται στο εικονικό περιβάλλον; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	2	7	5,00	1,390
33. Σε ποιο βαθμό βίωσες την εμπειρία στο εικονικό περιβάλλον ως πραγματική; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	1	7	4,93	1,507
34. Πόσο χαλαρωτική ή διεγερτική θα χαρακτήριζες την εμπειρία στο εικονικό περιβάλλον; (1=πολύ χαλαρωτική – 7= Πολύ διεγερτική)	30	1	7	5,27	1,639
35. Πόσο ενδιαφέρουσα ήταν η δραστηριότητα; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	3	7	6,37	0,928
Εμπλοκή(TPI)	30	2,50	6,83	5,4167	1,04931

Ο μέσος όρος για την εμπλοκή των χρηστών ήταν 5,42. Η τιμή αυτή είναι αρκετά πάνω από το μέσο όρο της κλίμακας. Οι συμμετέχοντες **θεώρησαν τη δραστηριότητα πολύ ενδιαφέρουσα** (ερ. 35=6,37). Το αποτέλεσμα αυτό υποδεικνύει ότι ο σχεδιασμός της εκπαιδευτικής δραστηριότητας με βάση τη ΜΒΠ εμπλέκει τους συμμετέχοντες στην εκπαιδευτική δραστηριότητα. Η εμπλοκή συσχετίζεται θετικά με την ικανοποίησή των συμμετεχόντων και το μαθησιακό αποτέλεσμα (Lee, Wong, & Fung, 2010).

5.7.4. Κοινωνικός Πλούτος (TPI)

Ο Πίνακας 5.17 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του TPI για τη διάσταση του κοινωνικού πλούτου (Social richness). Ο κοινωνικός πλούτος αξιολογεί το κατά πόσο οι χρήστες ενός περιβάλλοντος ή μέσου επικοινωνίας, το εκλαμβάνουν ως κατάλληλο για διαπροσωπική επικοινωνία (Lombard, et al., 2009).

Πίνακας 5.17. Κοινωνικός πλούτος (TPI)

VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
36. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Απόμακρη – 7=Άμεση)	30	3	7	5,83	1,147
37. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Ουδέτερη – 7=Συναισθηματικά φορτισμένη)	30	1	7	4,87	1,548
38. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Παθητική – 7=Αλληλεπιδραστική)	30	4	7	6,20	,925

39. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Στατική - 7=Ζωντανή)	30	3	7	6,00	1,259
40. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Απρόσωπη - 7=Προσωπική)	30	1	7	5,60	1,404
41. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Χωρίς ευαισθησία - 7=Με ευαισθησία)	29	1	7	5,07	1,438
42. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Μη κοινωνική - 7=Κοινωνική)	30	3	7	5,83	0,986
Κοινωνικός πλούτος(TPI)	30	2,57	7,00	5,6317	0,99013

Ο μέσος όρος για τον κοινωνικό πλούτο ήταν 5,63. Η τιμή αυτή είναι αρκετά πάνω από το μέσο όρο της κλίμακας. Οι συμμετέχοντες βίωσαν την εμπειρία ως ιδιαίτερα **αλληλεπιδραστική** (ερ. 38=6,20) και **ζωντανή** (ερ. 39=6,00).

5.7.5. Κοινωνικός ρεαλισμός (TPI)

Ο Πίνακας 5.18 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του TPI για τη διάσταση του κοινωνικού ρεαλισμού (Social Realism).

Πίνακας 5.18. Κοινωνικός ρεαλισμός(TPI)

VAR (1= Διαφωνώ απόλυτα - 7= Συμφωνώ απόλυτα)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
43. Οι δραστηριότητες που συνέβησαν στο εικονικό περιβάλλον συμβαίνουν και στον πραγματικό κόσμο.	30	3	7	5,53	1,383
44. Οι δραστηριότητες που συνέβησαν στο εικονικό περιβάλλον θα μπορούσαν να συμβούν και στον πραγματικό κόσμο.	29	1	7	5,72	1,412
45. Ο τρόπος που συνέβησαν οι δραστηριότητες στο εικονικό περιβάλλον μοιάζει πολύ με τον τρόπο που συμβαίνουν και στον πραγματικό κόσμο.	30	2	7	5,20	1,400
Κοινωνικός ρεαλισμός(TPI)	30	2,00	7,00	5,4778	1,22454

Ο μέσος όρος για τον κοινωνικό ρεαλισμό ήταν 5,48. Το αποτέλεσμα αυτό είναι υψηλό και σε συμφωνία με τα αποτελέσματα για τις άλλες δύο κοινωνικές συνιστώσες της αίσθησης παρουσίας (Κοινωνική παρουσία και κοινωνικό πλούτο).

5.8. Θέματα σχεδιασμού

Για να αξιολογηθεί ο σχεδιασμός της δραστηριότητας, οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν σχετικά με:

- τον εικονικό χώρο διεξαγωγής της δραστηριότητας
- τους βαθμούς ελευθερίας των εικονικών αντικειμένων της δραστηριότητας.
- τη χρησιμότητα του κοινόχρηστου πίνακα ως μέσου ανταλλαγής ιδεών
- τον τρόπο παρουσίασης του εκπαιδευτικού υλικού

5.8.1. Εικονικός χώρος διεξαγωγής της δραστηριότητας

Στην πιλοτική έρευνα υλοποιήθηκαν δύο «εγκαταστάσεις» της δραστηριότητας: μια στην εικονική αίθουσα (Σχήμα 4.6, Σχήμα 4.7) όπου γινόταν το μάθημα εξοικείωσης και μια υπαίθρια (Σχήμα 4.8) όπου λάμβανε χώρα η κυρίως συνεργατική δραστηριότητα. Η προτίμηση των συμμετεχόντων σχετικά με το χώρο διεξαγωγής της δραστηριότητας διερευνήθηκε με τις ερωτήσεις 51-52, τα αποτελέσματα των οποίων φαίνονται στους επόμενους πίνακες.

Πίνακας 5.19 Δυνατότητα επιλογής χώρου δραστηριότητας

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
52. Θα ήθελες να μπορείς να επιλέγεις το χώρο διεξαγωγής του πειράματος; (π.χ. εργαστήριο, παραλία, δάσος, κλπ)	30	1	7	4,37	2,042

Πίνακας 5.20 Καταλληλότητα χώρου διεξαγωγής δραστηριότητας

51. Ποιος χώρος διεξαγωγής του πειράματος σου φάνηκε πιο κατάλληλος;		
Value	Frequency	Percent
Εσωτερικός	4	13,3%
Εξωτερικός	26	86,7%
Total	30	100,0%

Αν και η δυνατότητα επιλογής του χώρου διεξαγωγής της δραστηριότητας δεν φάνηκε να ενδιαφέρει ιδιαίτερα τους συμμετέχοντες ($M=4,37$, $SD=2,042$), το 86,7% από αυτούς θεώρησε ότι ο πιο κατάλληλος χώρος διεξαγωγής της ήταν ο εξωτερικός. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι οι φοιτητές προτιμούν τις δραστηριότητες να είναι υλοποιημένες σε πιο αυθεντικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, που δίνουν τη δυνατότητα πλαισιοθετημένης οικοδόμησης της γνώσης. Ωστόσο, σχετική έρευνα που διερευνούσε το ρόλο του χώρου διεξαγωγής ενός μαθήματος εξ αποστάσεως στο SL (αμφιθέατρο ή υπαίθριος χώρος), έδειξε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο συνθηκών στην αίσθηση παρουσίας, στην ευκολία παρακολούθησης και συμμετοχής στο μάθημα και στην ικανοποίηση από αυτό (Papachristos, Vrellis, Natsis, & Mikropoulos, 2013).

5.8.2. Βαθμοί ελευθερίας εικονικών αντικειμένων

Σημαντική παράμετρος σχεδιασμού μιας εκπαιδευτικής δραστηριότητας, είναι οι βαθμοί ελευθερίας των εικονικών αντικειμένων. Η υλοποίηση πολλών βαθμών ελευθερίας απαιτεί επιπλέον πόρους και χρόνο ανάπτυξης, χωρίς να είναι σίγουρο ότι ενισχύει το μαθησιακό αποτέλεσμα. Αντίθετα, ίσως να αποσπά τους συμμετέχοντες από τους επιθυμητούς μαθησιακούς στόχους.

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα, το λέιζερ και ο καθρέφτης βρισκόταν σε σταθερές θέσεις και οι συμμετέχοντες μπορούσαν να ελέγχουν μόνο την περιστροφή του καθρέφτη και την ενεργοποίηση του λέιζερ. Ο Πίνακας 5.21 παρουσιάζει την προτίμηση των συμμετεχόντων σχετικά με αυτούς τους βαθμούς ελευθερίας.

Πίνακας 5.21. Βαθμοί ελευθερίας αντικειμένων

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
50. Θα ήθελες να μπορείς να τοποθετείς το laser ή τον καθρέφτη σε διαφορετικές θέσεις πάνω στο τραπέζι;	30	1	7	2,77	1,924

Οι συμμετέχοντες δεν φάνηκε να επιθυμούν επιπλέον βαθμούς ελευθερίας ($M=2,77$, $SD=1,924$). Φαίνεται ότι στα πλαίσια μιας εκπαιδευτικής δραστηριότητας, δεν είναι απαραίτητη η υλοποίηση όλων των δυνατών βαθμών ελευθερίας των αντικειμένων, αλλά μόνο αυτών που είναι απαραίτητοι για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων που έχουν τεθεί.

5.8.3. Κοινόχρηστος πίνακας

Ο Πίνακας 5.22 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη χρησιμότητα του κοινόχρηστου πίνακα.

Πίνακας 5.22 Χρησιμότητα κοινόχρηστου πίνακα

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
53. Σου φάνηκε χρήσιμη η ύπαρξη του πίνακα (whiteboard) ως μέσου ανταλλαγής ιδεών;	30	1	7	4,57	1,977

Οι συμμετέχοντες θεώρησαν **μέτρια χρήσιμο** τον κοινόχρηστο πίνακα ($M=4,57$, $SD=1,977$). Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι ο συγκεκριμένος πίνακας επέτρεπε τη δημιουργία σχημάτων **χαμηλής ανάλυσης** πράγμα που ενδεχομένως **μείωνε τη χρησιμότητά του**.

5.8.4. Τρόπος παρουσίασης του εκπαιδευτικού υλικού

Οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν αν προτιμούσαν το εκπαιδευτικό υλικό ενσωματωμένο στον εικονικό κόσμο (π.χ. σε πόστερ) ή εκτός αυτού (π.χ. σε εξωτερικό browser). Ο Πίνακας 5.23 παρουσιάζει τη συχνότητα των επιλογών τους.

Πίνακας 5.23 Τρόπος παρουσίασης εκπαιδευτικού υλικού

54. Πως θα προτιμούσες να είναι διαθέσιμο το εκπαιδευτικό υλικό στο εικονικό περιβάλλον;		
Value	Frequency	Percent
Ενσωματωμένο	28	93,3%
Μη ενσωματωμένο	2	6,7%
Total	30	100,0%

Το 93,3% προτίμησε το ενσωματωμένο εκπαιδευτικό υλικό. Φαίνεται ότι **το ενσωματωμένο στον εικονικό κόσμο υλικό, συμβάλλει στην εμπύθιση των συμμετεχόντων και τους αποσπά λιγότερο από τη δραστηριότητα και τη συνεργασία**.

5.9. Ευχρηστία

Για να αξιολογηθεί η ευχρηστία του περιβάλλοντος αλλά και του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε, οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν σχετικά με:

- το χειρισμό της κάμερας
- το χειρισμό των αντικειμένων
- το χειρισμό των χαράκων
- το είδος της αριθμομηχανής
- την ποιότητα της κίνησης και του ήχου
- την οθόνη που χρησιμοποίησαν

5.9.1. Χειρισμός κάμερας

Ο χειρισμός της κάμερας είναι σημαντικός στην εμπειρία χρήσης ενός εικονικού περιβάλλοντος γιατί επιτρέπει την εξέταση των αντικείμενων του περιβάλλοντος από διάφορες πλευρές (rotate-pan) και αποστάσεις (zoom). Με τη μετακίνηση της κάμερας οι χρήστες ενός εικονικού περιβάλλοντος μπορούν να εστιάσουν την προσοχή τους σε κάτι χωρίς να χρειαστεί να μετακινήσουν το avatar τους. Ο Πίνακας 5.24 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με το χειρισμό της κάμερας.

Πίνακας 5.24 Χειρισμός κάμερας

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
55. Πόσο εύκολα μπορούσες να εξετάζεις τα αντικείμενα από διάφορες πλευρές;	30	3	7	6,00	1,017
56. Η διαδικασία χειρισμού της κάμερας σε αποσπούσε από την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον;	30	1	7	2,60	1,653

Οι συμμετέχοντες μπορούσαν να χειρίζονται την κάμερα πολύ εύκολα (M=6,00, SD=1,017), χωρίς να αποσπώνται από την εμπειρία τους στο περιβάλλον (M=2,60, SD=1,653)

5.9.2. Χειρισμός αντικειμένων

Ο Πίνακας 5.25 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με το χειρισμό των αντικειμένων.

Πίνακας 5.25 Χειρισμός αντικειμένων

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
57. Ο χειρισμός των αντικειμένων της δραστηριότητας ήταν προφανής;	30	3	7	5,23	1,455
58. Ο χειρισμός των αντικειμένων της δραστηριότητας ήταν εύχρηστος;	30	3	7	5,90	1,062
59. Η διαδικασία χειρισμού των αντικειμένων σε αποσπούσε από την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον;	30	1	6	2,77	1,223

Τα αντικείμενα της δραστηριότητας γενικά είχαν προφανή χειρισμό ($M=5,23$, $SD=1,455$), ήταν εύχρηστα ($M=5,90$, $SD=1,062$) και ο χειρισμός τους δεν αποσπούσε τους χρήστες από την εμπειρία τους στο περιβάλλον ($M=2,77$, $SD=1,223$)

5.9.3. Χειρισμός χαράκων

Για να κάνουν μετρήσεις αποστάσεων, οι συμμετέχοντες έπρεπε να μετακινήσουν τους εικονικούς χάρακες στις επιθυμητες θέσεις. Για το χειρισμό των χαράκων υλοποιήθηκαν δύο διαφορετικοί τρόποι:

- τρισδιάστατα αντικείμενα με μορφή βέλους στις άκρες κάθε χάρακα, που τον μετακινούσαν προς την αντίστοιχη κατεύθυνση όταν γινόταν κλικ επάνω τους (Σχήμα 4.2)
- κουμπιά σε παράθυρο διαλόγου, που εμφανιζόταν όταν γινόταν κλικ πάνω στην επιφάνεια του χάρακα (Σχήμα 4.3)

Οι επόμενοι πίνακες παρουσιάζουν τις προτιμήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τον τρόπο και την ευκολία χειρισμού των εικονικών χαράκων.

Πίνακας 5.26 Προτιμώμενος τρόπος χειρισμού χαράκων

	60. Ποιος τρόπος χειρισμού των χαράκων σου φάνηκε πιο προφανής;		61. Ποιος τρόπος χειρισμού των χαράκων σου φάνηκε πιο εύχρηστος;	
Value	Frequency	Percent	Frequency	Percent
3D βελάκια	28	93,3%	27	90,0%
Παράθυρο διαλόγου	2	6,7%	3	10,0%
Total	30	100,0%	30	100,0%

Πίνακας 5.27 Ευκολία μέτρησης με τους εικονικούς χάρακες

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
62. Η μέτρηση της απόστασης ήταν εύκολη με τους εικονικούς χάρακες;	30	3	7	5,43	1,073

Το 93.3% θεώρησε ότι ο πιο προφανής τρόπος χειρισμού των χαράκων ήταν τα 3D βελάκια, ενώ το 90% τον θεώρησε ως τον πιο εύχρηστο. Οι συμμετέχοντες γενικά βρήκαν το χειρισμό των χαράκων εύκολο ($M=5,43$, $SD=1,073$).

5.9.4. Είδος αριθμομηχανής

Οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν σχετικά με το είδος της αριθμομηχανής που θεωρούν πιο εύχρηστη: την ενσωματωμένη στον εικονικό κόσμο ή την εκτός εικονικού κόσμου αριθμομηχανή των Windows. Ο Πίνακας 5.28 παρουσιάζει τη συχνότητα των απαντήσεών τους.

Πίνακας 5.28 Προτιμώμενο είδος αριθμομηχανής

63. Ποια αριθμομηχανή σας φάνηκε πιο εύχρηστη;		
Value	Frequency	Percent
Εικονική	25	83,3%
Windows	5	16,7%
Total	30	100,0%

Το 83.3% των φοιτητών θεώρησε την εικονική αριθμομηχανή πιο εύχρηστη από αυτή των Windows.

5.9.5. Ποιότητα κίνησης-ήχου

Ο Πίνακας 5.29 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την ποιότητα της κίνησης και του ήχου.

Πίνακας 5.29 Ποιότητα κίνησης-ήχου

VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
84. Πως ήταν η ποιότητα της κίνησης; (1= Πολύ κακή – 7= Πολύ καλή)	30	2	7	5,13	1,224
85. Πως ήταν η ποιότητα του ήχου; (1= Πολύ κακή – 7= Πολύ καλή)	30	3	7	5,83	1,117

Η ποιότητα του ήχου θεωρήθηκε υψηλή (M=5,83, SD=1,117). Η ποιότητα της κίνησης θεωρήθηκε αρκετά καλή, αλλά πιο χαμηλή από αυτή του ήχου, ίσως επειδή κατά τη διάρκεια των συνεδριών γινόταν καταγραφή οθόνης (screen capture), η οποία κατανάλωνε σημαντικούς υπολογιστικούς πόρους.

5.9.6. Οθόνη

Ο Πίνακας 5.30 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την άνεση της θέσης τους και το ρόλο της οθόνης στην εμπειρία τους.

Πίνακας 5.30 Οθόνη

VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
86. Πόσο άνετη ήταν η θέση σου μπροστά στην οθόνη; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	3	7	6,00	1,050
87. Σε ποιο βαθμό βρίσκεις ότι η οθόνη που μόλις χρησιμοποίησες βελτίωσε την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον σε σχέση με αυτές του εργαστηρίου; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	4	7	5,73	,980

Οι συμμετέχοντες αισθάνονταν πολύ άνετα στη θέση εργασίας τους (M=6,00, SD=1,050). Μάλιστα θεώρησαν ότι η ευρεία (16:9) οθόνη 22 ιντσών που χρησιμοποίησαν στην πιλοτική έρευνα, βελτίωσε την εμπειρία τους στο εικονικό περιβάλλον (M=5,73, SD=0,980), σε σχέση με την μικρότερη και «τετράγωνη» (4:3) οθόνη 19" ιντσών που χρησιμοποιούσαν κατά τη διάρκεια του εργαστηριακού μαθήματος. Το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο, αφού η μεγαλύτερη οθόνη καταλαμβάνει μεγαλύτερο

μέρος του οπτικού πεδίου του χρήστη, τον απομονώνει από το πραγματικό περιβάλλον, εμβυθίζοντάς τον στο εικονικό και αυξάνοντας έτσι την αίσθηση παρουσίας του.

Συμπερασματικά για την ευχρηστία προκύπτει ότι, με εξαίρεση τον κοινόχρηστο πίνακα, το περιβάλλον της δραστηριότητας ήταν εύχρηστο και οι συμμετέχοντες προτιμούν «εντός κόσμου» εργαλεία και τρόπους χειρισμού, σε αντίθεση με «εκτός κόσμου» εργαλεία του λειτουργικού συστήματος και παράθυρα διαλόγου. Αυτό είναι λογικό αφού τα πρώτα είναι ενσωματωμένα στον εικονικό κόσμο δεν μειώνουν την προσοχή τους και την αίσθηση παρουσίας τους στο περιβάλλον της δραστηριότητας.

5.10. Συνεργασία και μάθηση στο Second Life

Ο Πίνακας 5.31 παρουσιάζει τα αποτελέσματα σχετικά με την μορφή επικοινωνίας που προτιμούν οι συμμετέχοντες.

Πίνακας 5.31 Προτιμώμενη μορφή επικοινωνίας

82. Ποιά θεωρείς πιο χρήσιμη μορφή επικοινωνίας;		
Value	Frequency	Percent
Text chat	0	0%
Voice chat	30	100,0%

Αξιοσημείωτο είναι ότι **όλοι οι συμμετέχοντες θεώρησαν τη συνομιλία φωνής (voice chat) πιο χρήσιμη από την συνομιλία κειμένου (text chat)**. Το αποτέλεσμα αυτό είναι μάλλον αναμενόμενο αφού η συνομιλία φωνής είναι πιο άμεση και δεν απαιτεί πληκτρολόγηση διευκολύνοντας έτσι την περιήγηση και το χειρισμό των αντικειμένων. Επιπλέον επιτρέπει τη μεταφορά των πλούσιων μη λεκτικών συνιστωσών της ανθρώπινης ομιλίας (ένταση, χροιά, συναίσθημα κλπ)

Ο Πίνακας 5.32 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την ικανοποίησή τους από τη συνεργασία τους στο εικονικό περιβάλλον.

Πίνακας 5.32 Συνεργασία στο Second Life

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
70. Πόσο ικανοποιητική βρήκες τη συνεργασία σου με άλλον μέσω του εικονικού περιβάλλοντος;	30	5	7	6,40	0,724

Οι συμμετέχοντες βρήκαν τη **συνεργασία τους στο SL πολύ ικανοποιητική** (M=6,40, SD=0,724). Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι το ελάχιστο της βαθμολογίας ήταν 5, που σημαίνει ότι **όλοι οι συμμετέχοντες χαρακτήρισαν πολύ θετικά τη συνεργασία** τους μέσω του SL. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ενθαρρυντικό για την αξιοποίηση του SL και των MUVES γενικότερα, για την υποστήριξη δραστηριοτήτων ΜΒΠ.

Ο Πίνακας 5.33 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με το πόσο σημαντική θεωρούν την εκπαίδευση τους μέσω των MUVES.

Πίνακας 5.33 Μάθηση στο Second Life

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
79. Πόσο σημαντική για την εκπαίδευσή σου εκτιμάς τη δυνατότητα να κάνεις εκπαιδευτικές δραστηριότητες σε ένα συνεργατικό εικονικό περιβάλλον όπως το Second Life;	30	3	7	6,10	1,155
80. Πόσο σημαντικό για σένα είναι να μπορείς να κάνεις την εκπαιδευτική δραστηριότητα οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας;	30	4	7	6,10	,885
81. Πόσο σημαντικό για σένα είναι να μπορείς να επαναλάβεις την εκπαιδευτική δραστηριότητα όποτε το θελήσεις;	30	3	7	6,13	1,042

Οι συμμετέχοντες θεώρησαν **πολύ σημαντική τη δυνατότητα να κάνουν εκπαιδευτικές δραστηριότητες στο SL** (M=6,10, SD=1,155). Επίσης θεώρησαν πολύ σημαντικές τις δυνατότητες αυξημένης διαθεσιμότητας που προσφέρουν τα MUVES για τη υλοποίηση συνεργατικών δραστηριοτήτων: τη δυνατότητα να γίνονται **οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας** (M=6,10, SD=0,885) και **να επαναλαμβάνονται όσες φορές είναι απαραίτητο** (M= 6,13, SD=1,042).

5.11. Βοήθεια

Για να αξιολογηθεί η ανάγκη και το είδος της επιθυμητής βοήθειας, οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν σχετικά με:

- τη χρησιμότητα του επιβλέποντα
- τη χρησιμότητα και το είδος της επιθυμητής αυτόματης (on-line) βοήθειας.

5.11.1. Χρησιμότητα επιβλέποντα

Ο Πίνακας 5.34 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη χρησιμότητα και τη αναγκαιότητα του επιβλέποντα.

Πίνακας 5.34 Χρησιμότητα επιβλέποντα

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
72. Σε ποιο βαθμό βρήκες χρήσιμη την παρουσία του επιβλέποντα;	30	3	7	5,73	1,202
73. Σε ποιο βαθμό θεωρείς απαραίτητη την παρουσία ενός επιβλέποντα;	30	1	7	5,00	1,414

Οι συμμετέχοντες θεώρησαν την παρουσία του επιβλέποντα **χρήσιμη** (M=5,73, SD=1,202) και **απαραίτητη** (M=5,00, SD=1,414).

5.11.2. Αυτόματη βοήθεια.

Αν και η παρουσία του επιβλέποντα θεωρήθηκε χρήσιμη από τους συμμετέχοντες, δεν είναι εφικτό να είναι συνεχώς διαθέσιμη (π.χ. αν οι συμμετέχοντες θέλουν να κάνουν τη δραστηριότητα σε μη εργάσιμες ώρες). Για το λόγο αυτό, διερευνήθηκε κατά πόσο οι συμμετέχοντες θα ήθελαν να υπάρχει αυτόματη (on-line) βοήθεια, που να υποκαθιστά την παρουσία του επιβλέποντα και να παρέχεται αυτόματα ή όταν τη ζητούν. Με τον τρόπο αυτό, η δραστηριότητα θα μπορούσε να γίνεται όποτε και όσες φορές το επιθυμούν οι συμμετέχοντες, χωρίς να χάνεται το πλεονέκτημα της υποστήριξης (scaffolding). Ο Πίνακας 5.35 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την επιθυμία τους για on-line βοήθεια.

Πίνακας 5.35 Επιθυμία για On-line βοήθεια

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
74. Σε ποιο βαθμό θα επιθυμούσες να υπήρχε on-line βοήθεια;	30	1	7	3,13	1,525

Βρέθηκε ότι οι συμμετέχοντες δεν επιθυμούσαν ιδιαίτερα την ύπαρξη αυτόματης βοήθειας (M=3,13, SD=1,525). Πιθανές εξηγήσεις για αυτή τους την προτίμηση, είναι ότι οι συμμετέχοντες είτε υπερεκτιμούσαν τις δυνατότητές τους για την επίλυση της δραστηριότητας, είτε θεώρησαν μόνο την παρουσία επιβλέποντα ως την μόνη ουσιαστική μορφή βοήθειας.

Ο Πίνακας 5.36 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την επιθυμητή μορφή της αυτόματης βοήθειας (κείμενο, ήχος, εικονικός άνθρωπος (embodied virtual agent)).

Πίνακας 5.36 Επιθυμητή Μορφή on-line βοήθειας

75. Σε τι μορφή θα επιθυμούσες να είναι διαθέσιμη η on-line βοήθεια;					
	Value	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Πλαίσιο κειμένου	5	16,7	17,2%	17,2%
	Ηχητικό μήνυμα	4	13,3	13,8%	31,0%
	Πλαίσιο κειμένου και ηχητικό	5	16,7	17,2%	48,3%
	Εικονικός άνθρωπος (Agent)	15	50,0	51,7%	100,0%
	Total	29	96,7	100,0%	
Missing	9	1	3,3		
Total		30	100,0		

Η οριακή πλειοψηφία των συμμετεχόντων (51,7%) θα επιθυμούσε η αυτόματη βοήθεια να παρέχεται με τη μορφή εικονικού ανθρώπου, ενώ με τη μορφή κειμένου, ήχου ή συνδυασμού τους, το 48,3%. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι η πιο προσωποποιημένη μορφή του agent, προτιμήθηκε εξίσου με την πιο απρόσωπη μορφή κειμένου/ήχου.

Ο Πίνακας 5.37 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την επιθυμητή ηλικία του εικονικού ανθρώπου, που υποθετικά θα παρείχε αυτόματη βοήθεια.

Πίνακας 5.37 Επιθυμητή ηλικία εικονικού ανθρώπου

76. Αν η on-line βοήθεια ήταν διαθέσιμη μέσω ενός εικονικού ανθρώπου τι ηλικία θα επιθυμούσατε να έχει;					
	Value	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	19-22	10	33,3%	35,7%	35,7%
	23-35	15	50,0%	53,6%	89,3%
	36-50	2	6,7%	7,1%	96,4%
	51-80	1	3,3%	3,6%	100,0%
	Total	28	93,3%	100,0%	
Missing	9	2	6,7%		
Total		30	100,0%		

Η πλειοψηφία (53,6%) θα προτιμούσε την ηλικία 23-35, δηλαδή ο εικονικός άνθρωπος να είναι μεγαλύτερος από τους ίδιους μέχρι περίπου μια 10ετία. Το 35,7% θα προτιμούσε συνομήλικο agent. Φαίνεται ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες θα επιθυμούσαν να λαμβάνουν βοήθεια από ηλικιακά μεγαλύτερους τους.

Ο Πίνακας 5.38 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με το επιθυμητό φύλο του εικονικού ανθρώπου, που υποθετικά θα παρείχε αυτόματη βοήθεια.

Πίνακας 5.38 Επιθυμητό φύλο εικονικού ανθρώπου

77. Αν η on-line βοήθεια ήταν διαθέσιμη μέσω ενός εικονικού ανθρώπου τι φύλο θα επιθυμούσατε να έχει;					
	Value	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Άνδρας	21	70,0	75,0%	75,0%
	Γυναίκα	7	23,3	25,0%	100,0%
	Total	28	93,3	100,0%	
Missing	9	2	6,7		
Total		30	100,0		

Το 75% των συμμετεχόντων θα επιθυμούσε ο εικονικός άνθρωπος να είναι άνδρας. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι επειδή η πλειοψηφία του δείγματος ήταν γυναίκες, θα επιθυμούσαν ο εικονικός άνθρωπος να έχει το αντίθετο φύλο. Άλλη πιθανή εξήγηση είναι ότι τα γνωστικά αντικείμενα της δραστηριότητας (Φυσική, Μαθηματικά) θεραπεύονται περισσότερο από άνδρες και άρα αυτοί είναι πιο κατάλληλοι για το ρόλο του εικονικού βοηθού.

Ο Πίνακας 5.39 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τον επιθυμητό ρόλο του εικονικού ανθρώπου, που υποθετικά θα παρείχε αυτόματη βοήθεια.

Πίνακας 5.39 Επιθυμητός ρόλος εικονικού ανθρώπου

78. Αν η on-line βοήθεια ήταν διαθέσιμη μέσω ενός εικονικού ανθρώπου τι ρόλο θα επιθυμούσατε να έχει;					
	Value	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Συμφοιτητής	7	23,3	24,1%	24,1%
	Καθηγητής	16	53,3	55,2%	79,3%
	Φημισμένος επιστήμονας	5	16,7	17,2%	96,6%
	Άλλο	1	3,3	3,4%	100,0%
	Total	29	96,7	100,0%	
Missing	9	1	3,3		
Total		30	100,0		

Η πλειοψηφία (55,2%) των συμμετεχόντων θα επιθυμούσε τον εικονικό άνθρωπο σε ρόλο **καθηγητή**, κάτι που έρχεται σε συμφωνία με την επιθυμία για μεγαλύτερη ηλικία.

5.12. Αληθοφάνεια – Δυνατότητες ΜΛΕ

Ο Πίνακας 5.40 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την αληθοφάνεια του περιβάλλοντος

Πίνακας 5.40 Αληθοφάνεια περιβάλλοντος

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
64. Σε ικανοποίησε ο βαθμός αληθοφάνειας του περιβάλλοντος;	30	3	7	5,83	,986

Ο βαθμός αληθοφάνειας ικανοποίησε τους συμμετέχοντες (M=5,83, SD=0,986). Φαίνεται ότι η αληθοφάνεια που προσφέρουν οι γραφικές δυνατότητες του SL επαρκούν για την υλοποίηση δραστηριοτήτων ΜΒΠ.

Ο Πίνακας 5.41 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τις δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας που προσφέρει το SL.

Πίνακας 5.41 Δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας

VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
65. Σε ποιο βαθμό θεωρείς ότι η εμφάνιση των ανθρώπων που έβλεπες στο εικονικό περιβάλλον αντιστοιχούσε σε αυτή των πραγματικών τους χειριστών;	30	1	7	3,80	1,627
66. Σε ποιο βαθμό θεωρείς ότι οι κινήσεις των ανθρώπων που έβλεπες στο εικονικό περιβάλλον αντιστοιχούσε σε αυτή των πραγματικών τους χειριστών;	30	2	7	4,47	1,697

67. Σε ποιο βαθμό σε ικανοποίησαν οι δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας (γλώσσα του σώματος, εκφράσεις προσώπου) που διαθέτουν οι εικονικοί άνθρωποι στο <i>Second Life</i> ;	30	1	7	3,97	1,752
68. Σε ποιο βαθμό θα επιθυμούσες ο εικονικός άνθρωπος που σε αντιπροσωπεύει (avatar) να αναπαράγει τις πραγματικές κινήσεις του σώματός σου (π.χ. στρίψιμο του κεφαλιού ή κίνηση των χεριών);	30	2	7	5,83	1,289
69. Σε ποιο βαθμό θα επιθυμούσες ο εικονικός άνθρωπος που σε αντιπροσωπεύει (avatar) να αναπαράγει τις πραγματικές κινήσεις του προσώπου σου (π.χ. χαμόγελο, κίνηση φρυδιών);	30	3	7	6,10	1,125

Οι συμμετέχοντες θεώρησαν μέτρια ($M=3,80$, $SD=1,627$) την αντιστοιχία της εμφάνισης των εικονικών ανθρώπων σε σχέση με αυτή των χειριστών τους. Αν και τα avatars του SL επιδέχονται αρκετή παραμετροποίηση (φυλή, φύλο, σωματική διάπλαση, ντύσιμο κ.α.), είναι δύσκολο να αναπαραστήσουν έναν άνθρωπο όπως είναι στην πραγματικότητα. Η αντιστοιχία των κινήσεων των avatars σε σχέση με αυτή των χειριστών τους θεωρήθηκε ότι ήταν υψηλότερη από αυτή της εμφάνισής τους, αλλά πάλι σε μέτρια επίπεδα ($M=4,47$, $SD=1,697$). Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στην δυνατότητα εκτέλεσης μόνο προκαθορισμένων κινήσεων, είτε κατ επιλογή του χρήστη (gestures), είτε κατά την αδράνεια του (idle animation). Οι δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας των avatars ικανοποίησαν σε μέτριο βαθμό ($M=3,97$, $SD=1,752$) τους συμμετέχοντες, οι οποίοι θα επιθυμούσαν περισσότερες δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας σώματος ($M=5,83$, $SD=1,289$) και προσώπου ($M=6,10$, $SD=1,125$).

5.13. Συνολική εμπειρία

Ο Πίνακας 5.42 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την εμπειρία τους από τη δραστηριότητα.

Πίνακας 5.42 Συνολική εμπειρία

VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
83. Πόσο εμπίπτει στα προσωπικά σου ενδιαφέροντα η εμπειρία στο εικονικό περιβάλλον; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	2	7	5,30	1,264
88. Συνολικά πόσο ευχάριστη θα χαρακτήριζες την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	30	4	7	6,40	,770

Τα αποτελέσματα ήταν πολύ θετικά. Οι συμμετέχοντες θεώρησαν ότι η εμπειρία τους στο εικονικό περιβάλλον ενέπνευσε στα προσωπικά τους ενδιαφέροντα σε μεγάλο βαθμό ($M=5,30$, $SD=1,264$), γεγονός που υποδεικνύει ότι οι μαθησιακές δραστηριότητες σε MUVEs είναι επιθυμητές από τους φοιτητές. Τέλος οι συμμετέχοντες θεώρησαν την εμπειρία τους στο εικονικό περιβάλλον πολύ ευχάριστη ($M=6,40$, $SD=0,770$). Μάλιστα κανένας δεν αξιολόγησε την εμπειρία του αρνητικά ($\min=4$).

Συμπερασματικά, η υλοποίηση δραστηριοτήτων ΜΒΠ σε ΜΥΕs φαίνεται να είναι επιθυμητή και ευχάριστη σε φοιτητές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

5.14. Σχόλια συμμετεχόντων

Ο Πίνακας 5.43 παρουσιάζει τα σχόλια των συμμετεχόντων στην πιλοτική έρευνα.

Πίνακας 5.43 Σχόλια των συμμετεχόντων στην πιλοτική έρευνα

1	Κάποιο αρνητικό δεν υπήρχε που να επηρέαζε επί της ουσίας την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών. Θα ήταν πιο εύκολη αν υπήρχε και η οπτική επαφή μεταξύ των χρηστών. Ο ήχος θα μπορούσε να βελτιωθεί λιγάκι, αλλά κατά τα άλλα δεν υπήρχε κανένα πρόβλημα, τα τεχνικά χαρακτηριστικά, όπως ταχύτητα και εικόνα ήταν άψογα και σαφώς καλύτερα από αντίστοιχες επικοινωνίες και ασχολίες με το SL στο εργαστήριο.
2	Αυτό που ουσιαστικά μου έκανε εντύπωση είναι το ότι είδα να πραγματοποιείται κάτι που γίνεται στα εργαστήρια Φυσικής, μέσα στο SL χωρίς να υστερεί σε τίποτα από την πραγματική του εκδοχή. Δηλαδή, το ίδιο πράγμα έγινε σε πολύ μικρότερο χώρο και με πολύ μικρότερο κόστος, επιτυγχάνοντας παρ/λα τον εκπαιδευτικό στόχο και διεκπεραιώνοντας τη μαθησιακή διαδικασία.
3	Μου έκανε πολύ θετική εντύπωση η συνομιλία μέσω του μικροφώνου και η συνολική εικόνα του πειράματος. Το μόνο που θα ήθελα να βελτιωθεί είναι η ποιότητα των γραφικών του SL και ορισμένες φορές η ταχύτητά του που δεν είναι ικανοποιητική και «κολλάει».
4	Πολύ όμορφη δραστηριότητα.
5	Ως θετικό, θα μπορούσα να αναφέρω την καλή ποιότητα που πρόσφερε η ηχητική επικοινωνία όπως επίσης και τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Κάτι που θα μπορούσε να βελτιωθεί γενικά θα ήταν η κίνηση των avatar στο εικονικό περιβάλλον, να είναι δηλαδή περισσότερο ρεαλιστικές.
6	Μου άρεσε πάρα πολύ η συνομιλία με την άλλη κοπέλα που συνεργαστήκαμε, γιατί συνήθως χρησιμοποιείται γραπτό κείμενο στην επικοινωνία μέσω υπολογιστή.
7	Μου έκανε εντύπωση που χρησιμοποιήσαμε το κομπιουτεράκι για τις πράξεις που προέκυψαν και που αμέσως το μήλο έπεσε, αφού πατήσαμε πάνω στον καθρέφτη.
8	Δεν υπήρξε κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα. Ίσως η ποιότητα του ήχου θα μπορούσε να είναι λίγο καλύτερη, διότι σε μερικά σημεία είχα την αίσθηση ότι υπήρχε διακοπή του ήχου. Η εμπειρία πάντως ήταν ευχάριστη και άμεση.
9	Μου έκανε εντύπωση η πολύ καλή οργάνωση που επικράτησε κατά τη διάρκεια του πειράματος. Ακόμη και η οργάνωση που είχε προηγηθεί. Φυσικά και τα δύο είναι πολύ θετικά.
10	Η εμπειρία ήταν πολύ ενδιαφέρουσα, το μόνο που θα μπορούσε να βελτιωθεί είναι η μη λεκτική επικοινωνία των avatar. Οι κινήσεις προσώπου και σώματος να είναι ανάλογες με αυτές του πραγματικού ανθρώπου.
11	Θετική εντύπωση μου έκανε η ποιότητα της εικόνας και η αληθοφάνεια των αντικειμένων. Επίσης η ιδέα μιας σχολικής τάξης στην ύπαιθρο και το μηχανήμα πράξεων στο SL. Πιστεύω πως αυτό που χρειάζεται βελτίωση, είναι η άμεση επαφή των avatar μεταξύ τους (όπως αγκάλιασμα, χειραψία, κλπ)
12	Σίγουρα το SL μου πρόσφερε γνώσεις, και το σίγουρο είναι ότι μελλοντικά θα βελτιώνεται η τεχνολογία του.
13	Μου έκανε εντύπωση το πόσο εύκολα μπορούσαμε να χειριστούμε τα αντικείμενα και ειδικά η

	δυνατότητα να μπορούμε να γράφουμε στον πίνακα. Τα αντικείμενα φαινόταν αρκετά φυσικά, προσιτά και άμεσα. Η κίνηση και η εικόνα είναι αρκετά καλή. Θα προτιμούσα να υπάρχει καλύτερη οπτική των αντικειμένων όταν θέλουμε να τα κοιτάξουμε από πολλές γωνίες και πλευρές. Αλλά γενικά ήταν μια ευχάριστη εμπειρία και αρκετά φυσική.
14	Πολύ καλή η επικοινωνία με τα μικρόφωνα. Θα ήταν καλό να γίνονται φανερές και οι αντιδράσεις των avatar οι πραγματικές (γέλιο, χειρονομίες κλπ)
15	Αυτό που μου έκανε εντύπωση ήταν το πόσο παραστατικό ήταν το περιβάλλον, καθώς έδινε τη δυνατότητα να κάνεις ένα πείραμα που θα μπορούσε να γίνει σε εργαστήριο. Η επικοινωνία με ανθρώπους που πραγματικά βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις ο καθένας, είχε ενδιαφέρον και τέτοιες δραστηριότητες μέσα σε εικονικά περιβάλλοντα πρέπει να γίνονται συχνότερα.
16	Βελτίωση γραφικών χωρίς υψηλές απαιτήσεις από τον υπολογιστή. Περισσότερες δωρεάν επιλογές στη διακόσμηση του avatar.
17	Η ποιότητα της κίνησης θα ήθελα να βελτιωθεί. Ήθελα να είμαι ακριβώς στο σωστό μέρος για να παρακολουθώ καλύτερα τα αντικείμενα. Αυτό μόνο με δυσκόλεψε λίγο. Η εμπειρία ήταν πολύ καλή και κατάλαβα το πείραμα καλύτερα απ' όταν το είχα κάνει μέσα στην τάξη στη γεωμετρία.
18	Εντύπωση μου έκανε η αληθοφάνεια των γεγονότων (πέσιμο μήλο, δέσμη laser) και αντικειμένων (εκκρεμές στην είσοδο της πόρτας). Αυτό που θα ήθελα να βελτιωθεί είναι το γράψιμο στον πίνακα διότι ήταν λίγο ασαφές.
19	Το όλο πείραμα ήταν πολύ καλό αλλά και η συνεργασία μας εξίσου καλή. Η βοήθεια του επιβλέποντα ήταν πολύ χρήσιμη. Γενικότερα ήταν μια πολύ ευχάριστη εμπειρία τόσο για το πείραμα που χρειάστηκε να σκεφτούμε για τη γωνία όσο και για το υλικό που χρησιμοποιήσαμε και την επικοινωνία μέσω ακουστικών και μικροφώνου.
20	Το μικρόφωνο ήταν κάτι που μου έκανε τρομερή εντύπωση. Ίσως αν μπορούσα να δω και τον «συνεργάτη» μου να μου άρεσε περισσότερο, χωρίς αυτό να σημαίνει πως δεν μου άρεσε. Ήταν μοναδική εμπειρία.
21	Να είναι πιο εύκολη η χρήση της κάμερας
22	Να μην υπάρχει βοήθεια γιατί μπαίνουμε σε πειρασμό.
23	Μεγαλύτερη ευχρηστία στη μετακίνηση των χαράκων.
24	Μου άρεσε πολύ που είχα την εμπειρία της φωνητικής συνομιλίας για την επίτευξη της δραστηριότητας. Ήταν πολύ πιο άμεσο από το chat. Επίσης, μου έκανε εντύπωση που ένιωθα τόσο «μέσα» στο εικονικό περιβάλλον.
25	Μου άρεσε σαν εμπειρία, ήταν κάτι το καινούργιο. Σίγουρα σε κάνει να δεις πράγματα πέρα από τα συνηθισμένα και αυτό είναι καλό. Σαν άτομο θα προτιμούσα να γίνονται τέτοιες δραστηριότητες όσο πιο συχνά γίνεται.
26	-κενό-
27	Για το συγκεκριμένο πείραμα πιστεύω ότι υπήρχαν όλα όσα ήταν αναγκαία για να πραγματοποιηθεί. Την εμπειρία της συνομιλίας μέσω μικροφώνου και ακουστικών θα τη χαρακτήριζα θετικότερη και την όλη εμπειρία από το πείραμα πολύ ενδιαφέρουσα, από το περιεχόμενό του μέχρι και τον τρόπο που έγινε.
28	Να γίνει λίγο πιο εύκολος ο χειρισμός των μαρκαδόρων του πίνακα. Εντύπωση θετική μου έκανε η χρήση του laser για να καταφέρουμε να ρίξουμε το μήλο, δηλαδή η επιβράβευση της λύσης της άσκησης!
29	Η κίνηση των avatar με τα βελάκια είναι λίγο δύσκολη. Η χρήση συνομιλίας αντίθετα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη.
30	Είχα πληροφορηθεί ότι γίνονται πειράματα στο SL αλλά δεν είχε τύχει να παρακολουθήσω κάποιο. Μου έκανε εντύπωση πόσο απλό και κατανοητό ήταν το πείραμα στο SL. Το περιβάλλον

	ήταν ελεγχόμενο και δεν υπήρχε αστάθμητος παράγοντας. Πολύ εύκολα εφαρμόσαμε στην πράξη τις γνώσεις μας για την οπτική και κατάλαβα τη χρησιμότητα όλων αυτών των τύπων και νόμων πέρα από τη θεωρία.
--	---

Οι συμμετέχοντες σχολίασαν θετικά:

- τη δυνατότητα συνομιλίας φωνής (voice chat), η οποία ήταν πιο άμεση από τη συνομιλία κειμένου που χρησιμοποιούσαν στο μάθημα
- τη δυνατότητα διεξαγωγής εργαστηριακών δραστηριοτήτων σε εικονικό περιβάλλον
- την ευχαρίστησή τους από τη συμμετοχή τους στη δραστηριότητα

Θεώρησαν ότι χρειάζονται βελτίωση:

- ο ποιότητα του ήχου (που είχε διακυμάνσεις)
- οι δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας των avatars
- οι διαδικασίες χειρισμού (κάμερας, χάρακα, πίνακα)

5.15. Συσχετίσεις

Στην ενότητα αυτή διερευνώνται οι συσχετίσεις μεταξύ των διαφόρων μετρούμενων μεταβλητών. Ο στόχος είναι να διερευνηθούν πιθανές συσχετίσεις του μαθησιακού αποτελέσματος, της παρουσίας και της εμπειρίας των συμμετεχόντων, με άλλες μεταβλητές. Για το λόγο αυτό, παρόλο που η πιλοτική έρευνα ήταν διερευνητικού και όχι πειραματικού τύπου, κάποιες από τις μεταβλητές χαρακτηρίστηκαν ανεξάρτητες και κάποιες εξαρτημένες.

Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** θεωρήθηκαν οι παρακάτω:

- Φύλο (91) (1=Άνδρας, 2=Γυναίκα)
- Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες (M.O. -1,2,3,4,5)
- Εμπειρία Η/Υ (6)
- Εμπειρία βιντεοπαιχνιδιών (8)
- Εμπειρία SL (11)
- Pre test (M.O. 12-15)
- Τάση για ατομική επίλυση της δραστηριότητας (71)
- Ενδιαφέρουσα εμπειρία (83)
- Ποιότητα κίνησης (84)
- Ποιότητα ήχου (85)
- Άνετη θέση (86)
- Μεγαλύτερη και ευρεία οθόνη (87)

Η ηλικία δεν χρησιμοποιήθηκε ως ανεξάρτητη μεταβλητή γιατί η πλειοψηφία των συμμετεχόντων ήταν δευτεροετείς με ηλικία 19 ή 20 ετών (86,7%). Το φύλο χρησιμοποιείται με επιφύλαξη, γιατί οι γυναίκες ήταν πολύ περισσότερες από τους άντρες (73,3% γυναίκες).

Ως **εξαρτημένες μεταβλητές** θεωρήθηκαν οι παρακάτω:

- Post test (M.O. 46-49)
- Διαστάσεις της αίσθησης παρουσίας (TPI)
- Ικανοποίηση από τη συνεργασία (70)
- Ευχαρίστηση από την εμπειρία (88)

Επειδή πολλές από τις μεταβλητές δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή, για την ανεύρεση στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων χρησιμοποιήθηκε ο **μη παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης Spearman's rho**.

Για την αξιολόγηση της σημασίας των στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων ($p < 0,05$), χρησιμοποιήθηκε η κατηγοριοποίηση των (Hinkle, Wiersma, & Jurs, 2003) και ο αντίστοιχος χρωματικός κώδικας (Πίνακας 5.44).

Πίνακας 5.44 Αξιολόγηση των στατιστικά σημαντικών συντελεστών συσχέτισης ($p < 0,05$)

Συντελεστής συσχέτισης	Σημασία	Συντελεστής συσχέτισης	Σημασία
,90 ως 1,00	Πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση	-,90 ως -,100	Πολύ ισχυρή αρνητική συσχέτιση
,70 ως ,90	Ισχυρή θετική συσχέτιση	-,70 ως -,90	Ισχυρή αρνητική συσχέτιση
,50 ως ,70	Μέτρια θετική συσχέτιση	-,50 ως -,70	Μέτρια αρνητική συσχέτιση
,30 ως ,50	Ασθενής θετική συσχέτιση	-,30 ως -,50	Ασθενής αρνητική συσχέτιση
,00 ως ,30	Ελάχιστη ή καθόλου συσχέτιση	,00 ως -,30	Ελάχιστη ή καθόλου συσχέτιση

5.15.1. Συσχετίσεις ανεξάρτητων – εξαρτημένων μεταβλητών

Ο Πίνακας 5.45 παρουσιάζει τις συσχετίσεις μεταξύ ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών.

Πίνακας 5.45 Συσχετίσεις ανεξάρτητων – εξαρτημένων μεταβλητών πιλοτικής έρευνας

VAR	Spearman's rho	91. Φύλο	Τάση εμπλοκής δραστ.	6. Εμπειρία Η/Υ	8. Εμπειρία βίντεο-παιχνιδιών;	11. Εμπειρία SL	Pre-test	71. Τάση για ατομική επίλυση δραστ.	83. Ενδιαφέρουσα εμπειρία	84. Ποιότητα κίνησης	85. Ποιότητα ήχου	86. Άνετη θέση	87. Μεγαλύτερη Οδώνη
Post-test	ρ	,042	-,059	,059	-,163	,102	,189	,296	,025	,068	,153	,036	,065
	ρ	,826	,759	,755	,389	,592	,318	,113	,896	,723	,420	,852	,734
Χωρική Παρουσία	ρ	,310	,550	-,336	,035	,100	,192	-,006	,113	,076	,200	,100	-,139
	ρ	,096	,002	,070	,855	,598	,310	,973	,552	,690	,288	,601	,465
Κοινωνική παρουσία	ρ	,162	,197	-,295	-,138	,004	,130	,190	,125	,275	,317	,329	,120
	ρ	,393	,298	,114	,466	,981	,493	,314	,511	,141	,088	,076	,527
Εμπλοκή	ρ	,489	,154	-,427	-,352	-,051	,327	,100	,114	,387	,267	,369	,199
	ρ	,006	,417	,019	,056	,790	,078	,597	,550	,034	,154	,045	,293
Κοινωνικός Πλούτος	ρ	,205	,054	-,185	-,363	,159	,389	,062	,456	,684	,574	,567	,291
	ρ	,276	,779	,327	,049	,403	,034	,744	,011	,000	,001	,001	,119
Κοινωνικός Ρεαλισμός	ρ	-,022	,054	-,016	,067	,061	,294	,198	,389	,536	,155	,391	,039
	ρ	,908	,778	,933	,726	,747	,115	,295	,034	,002	,415	,033	,837
Ικανοποίηση από συνεργασία	ρ	,155	,058	-,293	-,316	-,065	,501	-,191	,368	,337	,441	,473	,363
	ρ	,414	,759	,116	,089	,734	,005	,312	,045	,068	,015	,008	,048
Ευχαρίστηση από εμπειρία	ρ	,122	-,061	-,038	-,247	,008	,269	,021	,402	,403	,474	,689	,374
	ρ	,522	,750	,842	,189	,965	,151	,913	,028	,027	,008	,000	,042

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- το μαθησιακό αποτέλεσμα (post test) δεν συσχετίζεται με καμία ανεξάρτητη μεταβλητή. Το αποτέλεσμα πρέπει να αντιμετωπιστεί με επιφύλαξη γιατί η διακύμανση του post test ήταν πολύ μικρή (το 90% των συμμετεχόντων απάντησε άριστα).
- η χωρική παρουσία συσχετίζεται μέτρια θετικά με την τάση εμπλοκής σε δραστηριότητες.
- η κοινωνική παρουσία δε συσχετίζεται με κάποια ανεξάρτητη μεταβλητή
- η εμπλοκή συσχετίζεται:
 - ο ασθενώς θετικά με το φύλο (πιο έντονη στις γυναίκες).
 - ο ασθενώς αρνητικά με την εμπειρία Η/Υ. Το αποτέλεσμα πρέπει να αντιμετωπιστεί με επιφύλαξη γιατί δεν βρέθηκαν αντίστοιχες συσχετίσεις με την εμπειρία σε βιντεοπαιχνίδια και SL.
 - ο ασθενώς θετικά με την ποιότητα κίνησης και την άνετη θέση.
- ο κοινωνικός πλούτος συσχετίζεται:
 - ο ασθενώς αρνητικά με την εμπειρία σε βιντεοπαιχνίδια. Ίσως επειδή συγκριτικά με τα βιντεοπαιχνίδια, τα MUVES προσφέρουν λιγότερο ρεαλισμό και ερεθίσματα.
 - ο ασθενώς θετικά με το pre-test. Ίσως επειδή αυτοί που γνωρίζουν καλύτερα το γνωστικό τους αντικείμενο, εκλαμβάνουν το περιβάλλον της δραστηριότητας ως πιο πλήρες.
 - ο ασθενώς θετικά με το αν η εμπειρία θεωρήθηκε ενδιαφέρουσα.
 - μέτρια θετικά με την ποιότητα κίνησης και ήχου και την άνετη θέση.
- ο κοινωνικός ρεαλισμός συσχετίζεται:

- ασθενώς θετικά με το αν η εμπειρία θεωρήθηκε ενδιαφέρουσα.
- μέτρια θετικά με την ποιότητα κίνησης
- ασθενώς θετικά με την άνετη θέση
- η ικανοποίηση από τη συνεργασία συσχετίζεται:
 - μέτρια θετικά με το pre test. Ίσως επειδή αυτοί που γνωρίζουν καλύτερα το γνωστικό τους αντικείμενο απολαμβάνουν περισσότερο τη συνεργασία.
 - ασθενώς θετικά με το αν η εμπειρία θεωρήθηκε ενδιαφέρουσα.
 - ασθενώς θετικά με την ποιότητα ήχου, την άνετη θέση και τη μεγαλύτερη οθόνη.
- Η ευχαρίστηση από την εμπειρία συσχετίζεται:
 - ασθενώς θετικά με το αν η εμπειρία θεωρήθηκε ενδιαφέρουσα.
 - ασθενώς θετικά με την ποιότητα κίνησης, ήχου και τη μεγαλύτερη οθόνη
 - μέτρια θετικά με την άνετη θέση.

Συμπερασματικά παρατηρούμε ότι η τεχνική υποδομή (θέση, οθόνη, ποιότητα κίνησης-ήχου) συσχετίζεται θετικά με την ευχαρίστηση από την εμπειρία και κάποιες διαστάσεις παρουσίας:

- Η ποιότητα της κίνησης εξαρτάται κυρίως από την ισχύ του μηχανήματος και της κάρτας γραφικών. Συσχετίζεται θετικά με την εμπλοκή, τον κοινωνικό πλούτο, τον κοινωνικό ρεαλισμό και την ευχαρίστηση.
- Η ποιότητα του ήχου (voice chat) εξαρτάται το εύρος ζώνης του δικτύου που συνδέει τους υπολογιστές των συμμετεχόντων συσχετίζεται με τον κοινωνικό πλούτο, την ικανοποιητική συνεργασία (λογικό αφού αυτή γίνεται λεκτικά) και την ευχαρίστηση.
- Η υποκειμενική αίσθηση της άνεσης συσχετίζεται θετικά με την εμπλοκή, τον κοινωνικό πλούτο, τον κοινωνικό ρεαλισμό την ικανοποιητική συνεργασία και την ευχαρίστηση.
- Η ύπαρξη μεγαλύτερης ευρείας οθόνης συσχετίζεται θετικά με την ικανοποιητική συνεργασία και την ευχαρίστηση.

5.15.2. Συσχετίσεις εξαρτημένων μεταβλητών

Ο Πίνακας 5.46 παρουσιάζει τις συσχετίσεις μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών.

Πίνακας 5.46. Συσχετίσεις εξαρτημένων μεταβλητών πιλοτικής έρευνας

VAR	Spearman's rho	Post-test	Χωρική Παρουσία	Κοινωνική παρουσία	Εμπλοκή	Κοινωνικός Πλούτος	Κοινωνικός Ρεαλισμός	Ικανοποίηση από συνεργασία	Ευχαρίστηση από εμπειρία
Post-test	ρ		-,136	,053	,135	,194	,213	,077	,092
	p		,473	,779	,475	,305	,258	,684	,627
Χωρική Παρουσία	ρ	-,136		,603	,624	,347	,055	,202	,285
	p	,473		,000	,000	,060	,773	,283	,127
Κοινωνική παρουσία	ρ	,053	,603		,588	,410	,320	,365	,425
	p	,779	,000		,001	,025	,085	,048	,019
Εμπλοκή	ρ	,135	,624	,588		,582	,363	,477	,390
	p	,475	,000	,001		,001	,049	,008	,033
Κοινωνικός Πλούτος	ρ	,194	,347	,410	,582		,535	,528	,548
	p	,305	,060	,025	,001		,002	,003	,002
Κοινωνικός Ρεαλισμός	ρ	,213	,055	,320	,363	,535		,564	,442
	p	,258	,773	,085	,049	,002		,001	,015
Ικανοποίηση από συνεργασία	ρ	,077	,202	,365	,477	,528	,564		,671
	p	,684	,283	,048	,008	,003	,001		,000
Ευχαρίστηση από εμπειρία	ρ	,092	,285	,425	,390	,548	,442	,671	
	p	,627	,127	,019	,033	,002	,015	,000	

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- το μαθησιακό αποτέλεσμα δεν φαίνεται να συσχετίζεται με καμιά εξαρτημένη μεταβλητή. Το αποτέλεσμα αυτό πρέπει να αντιμετωπιστεί με επιφύλαξη γιατί η διακύμανση του post test ήταν πολύ μικρή (το 90% των συμμετεχόντων απάντησε άριστα)
- η ικανοποίηση από τη συνεργασία συσχετίζεται ασθενώς ή μέτρια θετικά με όλες τις διαστάσεις της παρουσίας εκτός από τη χωρική.
- η συνολική ευχαρίστηση συσχετίζεται ασθενώς ή μέτρια θετικά με όλες τις διαστάσεις της παρουσίας εκτός από τη χωρική.
- η συνολική ευχαρίστηση συσχετίζεται μέτρια θετικά με την ικανοποιητική συνεργασία.

5.16. Εκπαιδευτικά ζητήματα

Μέσα από την παρακολούθηση της συνεργατικής επίλυσης της δραστηριότητας, ο ερευνητής διέκρινε ορισμένα σημεία που φαινόταν καίρια για τη λύση της. Στα σημεία αυτά οι συμμετέχοντες δυσκολεύονταν να προχωρήσουν ή υπήρχε πιθανότητα να ακολουθήσουν λάθος κατεύθυνση, οπότε ο επιβλέπων πρόσφερε **βοήθεια (scaffolding)**. Τα σημεία αυτά περιγράφονται παρακάτω:

- **Εντοπισμός ιδεατού τριγώνου**

Οι συμμετέχοντες έπρεπε να εντοπίσουν το ιδεατό ορθογώνιο τρίγωνο ΡΟΑ (Σχήμα 3.1) και να υπολογίσουν την γωνία ΡΟΑ μετρώντας τις κάθετες πλευρές του (ΡΑ, ΡΟ) και χρησιμοποιώντας την εφαπτομένη.

Λάθη

Οι περισσότεροι συμμετέχοντες διέκριναν την ύπαρξη ενός τριγώνου, αλλά τα λάθη στην τοποθέτηση των χαράκων για τις μετρήσεις, έδειχναν ότι δεν είχαν σαφή εικόνα του στο μυαλό τους. Ενδεικτικά λάθη στην τοποθέτηση των χαράκων ήταν:

- ο η τοποθέτηση του οριζοντίου χάρακα σε ύψος διαφορετικό από αυτό της ακτίνας πρόσπτωσης (ΡΟ)
- ο η τοποθέτηση της αρχής του κάθετου χάρακα σε ύψος διαφορετικό από το Ρ (π.χ. έδαφος, τραπέζι)
- ο Η προσμέτρηση του πλάτους του ενός χάρακα στις μετρήσεις του άλλου (κυρίως του πλάτους του οριζοντίου χάρακα στη μέτρηση της κάθετης πλευράς ΡΑ)

- **Επιλογή τριγωνομετρικής συνάρτησης (εφαπτομένης)**

Οι συμμετέχοντες έπρεπε να επιλέξουν την εφαπτομένη για τον υπολογισμό της γωνίας ΡΟΑ, επειδή είχαν τη δυνατότητα να μετρήσουν μόνο κάθετες και οριζόντιες αποστάσεις (δεν υπήρχε τρόπος να μετρήσουν την υποτείνουσα).

Λάθη

Το πιο συνηθισμένο «λάθος», ήταν η προσπάθεια εφαρμογής του πυθαγορείου θεωρήματος ώστε να υπολογιστεί η υποτείνουσα του τριγώνου ΡΟΑ και στη συνέχεια το ημίτονο ή το συνημίτονο της γωνίας ΡΟΑ. Η σκέψη αυτή βέβαια δεν είναι λάθος, αλλά εισάγει πολλούς περιττούς υπολογισμούς και καθυστερεί την επίλυση της άσκησης.

- **Σχέση ζητούμενης γωνίας x με την ΡΟΑ.**

Η ζητούμενη γωνία x είναι ίση με τις γωνίες πρόσπτωσης, ανάκλασης και $ΡΟΑ/2$ ($x = \theta = \theta' = ΡΟΑ/2$). Αυτό μπορεί να βρεθεί διαισθητικά (η γωνία x που περιστρέφεται ο καθρέφτης είναι ίση με τη γωνία θ που περιστρέφεται η κάθετη του) ή με αριθμητική ορθών γωνιών.

Λάθη

Τα πιο συνηθισμένα λάθη που γινόνταν εδώ ήταν: $x=ΡΟΑ$ και $x=2*ΡΟΑ$. Η εκτίμηση της σχέσης των γωνιών x και ΡΟΑ γινόνταν μάλλον διαισθητικά. Αρκετές φορές, η δοκιμαστική περιστροφή του καθρέφτη στην επιθυμητή γωνία, τους βοηθούσε να καταλάβουν το λάθος. Π.χ. αν έστριβαν $x=ΡΟΑ$ έβλεπαν ότι η κάθετος στόχευε το μήλο και άρα η ανακλώμενη θα πήγαινε ακόμη ψηλότερα και θα αστοχούσε.

Μία ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες δεν θέλησαν να χρησιμοποιήσουν το κουμπί «ΒΟΗΘΕΙΑ», θεωρώντας το ως τελευταία επιλογή τους. Αυτό υποδεικνύει ότι θεωρούσαν την επίλυση της άσκησης ως μία πρόκληση μέσα στις δυνατότητές τους. Επίσης, λίγες ήταν οι φορές που απευθυνόταν στον επιβλέποντα για βοήθεια, ο οποίος συνήθως έπαιρνε μόνος του

την πρωτοβουλία να την προσφέρει, όταν έβλεπε ότι οι συμμετέχοντες δυσκολεύονταν να προχωρήσουν ή ακολουθούσαν λάθος τακτική.

Όλες οι ομάδες έλυσαν τη άσκηση με λιγότερη ή περισσότερη βοήθεια από τον επιβλέποντα. Μετά το πέρας της δραστηριότητας οι περισσότεροι δήλωσαν προφορικά στον επιβλέποντα ότι η άσκηση τους φάνηκε εύκολη. Από την πλευρά του επιβλέποντα όμως, εκτιμήθηκε ότι η άσκηση ήταν μέτριας δυσκολίας, αφού τις περισσότερες φορές έπρεπε να επέμβει στα προαναφερθέντα σημεία για να βοηθήσει τους συμμετέχοντες.

5.17. Συμπεράσματα

Παρακάτω συνοψίζονται τα συμπεράσματα της πιλοτικής έρευνας.

Όσον αφορά τα εκπαιδευτικά ζητήματα:

- επιτεύχθηκε μαθησιακό αποτέλεσμα
- εντοπίστηκαν τα σημεία στα οποία οι συμμετέχοντες χρειάζονται βοήθεια (scaffolding points).
- επιβεβαιώθηκε ότι η δυσκολία της δραστηριότητας είναι σε λογικά πλαίσια, δεδομένου ότι όλοι οι συμμετέχοντες την έφεραν σε πέρας με τη βοήθεια του επιβλέποντα.
- οι συμμετέχοντες θεώρησαν σημαντική για την εκπαίδευσή τους τη δυνατότητα διεξαγωγής μαθησιακών δραστηριοτήτων σε ένα MUE και τα πλεονεκτήματα που αυτή παρέχει (υψηλή διαθεσιμότητα, δυνατότητα επανάληψης)

Όσον αφορά την αίσθηση παρουσίας(Vrellis, Papachristos, Natsis, & Mikropoulos, 2012):

- η χωρική παρουσία ήταν μέτρια
- οι κοινωνικές διαστάσεις της παρουσίας και η εμπλοκή ήταν υψηλές.

Όσον αφορά την εμπειρία των συμμετεχόντων:

- η ικανοποίηση από την συνεργασία και η συνολική ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα ήταν πολύ υψηλές και συσχετιζόταν θετικά με τις κοινωνικές διαστάσεις παρουσίας και την εμπλοκή αλλά και από την τεχνική υποδομή (θέση, οθόνη, ποιότητα ήχου-κίνησης).

Όσον αφορά το σχεδιασμό και τις δυνατότητες του περιβάλλοντος:

- η δυνατότητα επιλογής του χώρου διεξαγωγής της δραστηριότητας δεν φάνηκε να ενδιαφέρει ιδιαίτερα τους συμμετέχοντες, αν και έδειξαν προτίμηση στον εξωτερικό χώρο.
- η υλοποίηση όλων των βαθμών ελευθερίας των αντικειμένων δεν φάνηκε να είναι σημαντική για τους συμμετέχοντες.
- ο κοινόχρηστος πίνακας δεν φάνηκε ιδιαίτερα χρήσιμος στους συμμετέχοντες, ίσως λόγω της χαμηλής ανάλυσης που προσέφερε.
- οι συμμετέχοντες προτιμούσαν το εκπαιδευτικό υλικό, τα εργαλεία και το χειρισμό τους ενσωματωμένα στο εικονικό περιβάλλον.
- ο χειρισμός της κάμερας και των αντικειμένων θεωρήθηκε εύκολος, ωστόσο μερικοί συμμετέχοντες ανέφεραν στα σχόλιά τους ότι αντιμετώπισαν δυσκολίες.
- οι συμμετέχοντες θεώρησαν σημαντική την παρουσία του επιβλέποντα και δεν θεώρησαν ιδιαίτερα αναγκαία την αυτόματη (on-line) παροχή βοήθειας. Αν ωστόσο αυτή ήταν διαθέσιμη, οι περισσότεροι θα επιθυμούσαν να έχει τη μορφή εικονικού άνδρα καθηγητή.

- Οι συμμετέχοντες ικανοποιήθηκαν από την αληθοφάνεια του περιβάλλοντος αλλά όχι και από τις δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας των avatars του SL και θα επιθυμούσαν περισσότερη μη λεκτική επικοινωνία προσώπου και σώματος.

Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η υλοποίηση δραστηριοτήτων ΜΒΠ στο SL είναι εφικτή, αποτελεσματική και επιθυμητή από τους φοιτητές.

Στα δύο επόμενα κεφάλαια περιγράφονται η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της κύριας έρευνας, που αφορά τη σύγκριση της δραστηριότητας, τόσο σε εικονικό όσο και σε πραγματικό περιβάλλον.

6. Μεθοδολογία Κύριας έρευνας

6.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της κύριας εμπειρικής έρευνας. Πιο συγκεκριμένα περιγράφονται αναλυτικά:

- τα ερευνητικά ερωτήματα
- το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε
- η δραστηριότητα MBΠ
- η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας

6.2. Ερευνητικά ερωτήματα

Η κύρια έρευνα ήταν **ημι-πειραματικού (quasi-experimental)** τύπου και αφορούσε τη διερεύνηση των διαφορών μιας δραστηριότητας MBΠ σε εικονικό και πραγματικό περιβάλλον στους παρακάτω άξονες:

- στο μαθησιακό αποτέλεσμα
- στην αίσθηση παρουσίας των συμμετεχόντων
- στην ευχρηστία των εργαλείων
- στην ποιότητα της συνεργασίας και την ικανοποίηση από αυτή
- στη συνολική ευχαρίστηση από την δραστηριότητα

Η υπόθεση που έγινε ήταν ότι δεν θα υπάρχουν διαφορές στους παραπάνω άξονες μεταξύ των δύο περιβαλλόντων.

6.3. Δείγμα

Στην κύρια εμπειρική μελέτη συμμετείχαν συνολικά 150 φοιτητές (131 γυναίκες και 19 άνδρες) του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Οι φοιτητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο έκαναν τη δραστηριότητα: την ομάδα Πραγματικού (Π) και την ομάδα Εικονικού (Ε) περιβάλλοντος. Στην ομάδα Π συμμετείχαν 72 φοιτητές (64 γυναίκες και 8 άνδρες), ενώ στην ομάδα Ε συμμετείχαν 78 φοιτητές (67 γυναίκες και 11 άνδρες). Τα μέλη της ομάδας Ε προέρχονταν κυρίως από φοιτητές που παρακολουθούσαν ή είχαν παρακολουθήσει μάθημα σχετικό με την εκπαιδευτική αξιοποίηση του SL και είχαν εμπειρία στη χρήση του. Τα λιγοστά μέλη της ομάδας Ε, που δεν είχαν πρότερη εμπειρία στη χρήση του SL, εξοικειώνονταν με αυτό με τη βοήθεια του ερευνητή, μερικές μέρες πριν τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Επειδή ο τρόπος κατανομής του δείγματος στις δύο ομάδες δεν ήταν τυχαίος, η κύρια έρευνα χαρακτηρίστηκε ως **ημι-πειραματικού (quasi-experimental)** τύπου.

Η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική, δόθηκε όμως ως κίνητρο ένα μικρό bonus στον τελικό βαθμό μαθημάτων τα οποία παρακολουθούσαν οι συμμετέχοντες. Οι δηλώσεις γινόνταν ανά ζεύγη. Τα περισσότερα ζευγάρια ήταν γνωστοί μεταξύ τους, ωστόσο κάποια δημιουργήθηκαν και μεταξύ αγνώστων.

6.4. Δραστηριότητα (πραγματικό & εικονικό περιβάλλον)

Η δραστηριότητα υλοποιήθηκε αρχικά στο πραγματικό περιβάλλον:

- βρέθηκε ένας διαθέσιμος χώρος στο κτίριο του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (Σχήμα 6.1)
- κατασκευάστηκαν από τον ερευνητή με αυτοσχέδιο τρόπο και με χαμηλού κόστους υλικά, το λείζερ και ο περιστρεφόμενος καθρέφτης.
- Κατασκευάστηκε ο στόχος από χαρτόνι και κρεμάστηκε στον τοίχο από έναν ηλεκτρονόμο (ρελέ).

Στη συνέχεια σχεδιάστηκε ακριβές αντίγραφο του πραγματικού χώρου και των αντικειμένων στο SL (Σχήμα 6.2).

Σχήμα 6.1 Συνολική άποψη του χώρου της δραστηριότητας στην πραγματικότητα.

Σχήμα 6.2 Συνολική άποψη του χώρου της δραστηριότητας στο SL

Στις επόμενες υποενότητες περιγράφεται η διαδικασία δημιουργίας των αντικειμένων, της διάταξης καταγραφής βίντεο και των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων.

6.4.1. Συσκευή λέιζερ

Πραγματικό περιβάλλον

Δημιουργήθηκε μια αυτοσχέδια συσκευή λέιζερ χρησιμοποιώντας ένα μικρό λέιζερ κατάδειξης, ένα διακόπτη, ένα τροφοδοτικό AC/DC και ένα μικρό επιτραπέζιο φωτογραφικό τρίποδο (Σχήμα 6.3).

Εικονικό περιβάλλον

Σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα αντικείμενα στο SL και γράφτηκε LSL script που εμφανίζει/εξαφανίζει την ακτίνα λέιζερ όταν γίνεται κλικ πάνω στο διακόπτη του τροφοδοτικού (Σχήμα 6.4)

Σχήμα 6.3 Πραγματικό λέιζερ

Σχήμα 6.4 Εικονικό λέιζερ

6.4.2. Περιστρεφόμενος καθρέφτης

Πραγματικό περιβάλλον

Σε ένα περιστρεφόμενο επιτραπέζιο καθρέφτη προσαρμόστηκε μεταλλικό μοιρογνωμόνιο με δείκτη (Σχήμα 6.5). Ο δείκτης του μοιρογνωμονίου συγκολλήθηκε με την κινούμενη ανακλαστική επιφάνεια του καθρέφτη. Ιδιαίτερη μέριμνα λήφθηκε στη ρύθμιση του δείκτη, έτσι ώστε να δείχνει 0° στην κλίμακα του μοιρογνωμονίου, όταν ο καθρέφτης είναι κάθετος.

Εικονικό περιβάλλον

Σχεδιάστηκε ακριβές αντίγραφο του καθρέφτη στο SL (Σχήμα 6.6) και γράφτηκε LSL script για να προσφέρει την εξής λειτουργικότητα:

- με κλικ στο πάνω μέρος του καθρέφτη αυτός περιστρέφεται προς τα πάνω κατά μία μοίρα
- με κλικ στο κάτω μέρος του καθρέφτη αυτός περιστρέφεται προς τα κάτω κατά μία μοίρα
- με κλικ στο κέντρο του καθρέφτη, εμφανίζεται η κάθετη
- με κλικ στην κάθετη, αυτή εξαφανίζεται

Η τρέχουσα γωνία περιστροφής του καθρέφτη υποδεικνυόταν από τη θέση του δείκτη στην κλίμακα του μοιρογνωμονίου, αλλά και από αριθμητική ένδειξη (πράσινα ψηφία).

Σχήμα 6.5 Πραγματικός καθρέφτης

Σχήμα 6.6 Εικονικός καθρέφτης

6.4.3. Στόχος

Πραγματικό περιβάλλον

Ο στόχος κατασκευάστηκε από πορτοκαλί χαρτόνι και κρεμάστηκε στον τοίχο από έναν ηλεκτρονόμο (Σχήμα 6.7). Ο ηλεκτρονόμος αποτελούσε μέρος του αυτοματισμού που άφηνε το στόχο να πέσει στο πάτωμα (κατ αντιστοιχία με την πτώση του μήλου) και ενεργοποιούνταν όταν η ακτίνα λέιζερ έπεφτε πάνω του. Ο έλεγχος του αυτοματισμού γινόταν από ένα PC, το οποίο με τη βοήθεια μιας webcam ανίχνευε αν η ακτίνα λέιζερ βρισκόταν εντός του στόχου και ενεργοποιούσε τον ηλεκτρονόμο μέσω της σειριακής θύρας (Σχήμα 6.9). Το σχετικό λογισμικό αναπτύχθηκε σε γλώσσα C από τον **Πέτρο Βρέλλη**.

Να σημειωθεί ότι η διάμετρος του στόχου επιλέχθηκε να είναι αρκετά μεγάλη ώστε να επιτρέπει σφάλμα λίγων εκατοστών ($<7\text{cm}$) στις μετρήσεις των αποστάσεων. Η ακριβής ζητούμενη γωνία περιστροφής του καθρέφτη ήταν $\alpha=15^\circ$ (για να χτυπηθεί το κέντρο του στόχου). Οι ακριβείς αποστάσεις μέτρησης ήταν $PO=225\text{cm}$, $PA=130\text{cm}$, που αντιστοιχούν σε εφαπτομένη $0,57(=130/225)$, δηλαδή γωνία $POA=30^\circ$. Η διάμετρος του στόχου επιλέχθηκε έτσι ώστε να επιτρέπει σφάλμα 1° , δηλαδή $14^\circ < \alpha < 16^\circ$.

Σχήμα 6.7 Πραγματικός στόχος

Σχήμα 6.8 Εικονικός στόχος

Σχήμα 6.9 Αυτοματισμός για την πτώση του στόχου

Εικονικό περιβάλλον

Σχεδιάστηκε ακριβές αντίγραφο του στόχου στο SL (Σχήμα 6.8) και γράφτηκε LSL script που να αφήνει το στόχο να πέσει κάτω όταν η ακτίνα λέιζερ έπεφτε επάνω του.

6.4.4. Χάρακες

Πραγματικό περιβάλλον

Οι χάρακες κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας ξύλινες ράβδους στις οποίες κολλήθηκε ταινία μεζούρας (Σχήμα 6.10). Ο «οριζόντιος» χάρακας μήκους 2,4m, τοποθετήθηκε σε οριζόντια θέση πάνω στο τραπέζι με το λέιζερ και τον καθρέφτη. Ο «κάθετος» χάρακας μήκους 2m, τοποθετήθηκε σε κάθετη θέση στον τοίχο κάτω από το στόχο.

Εικονικό περιβάλλον

Σχεδιάστηκαν ακριβή αντίγραφα των πραγματικών χαράκων στο SL (Σχήμα 6.11). Στο κέντρο των χαράκων τοποθετήθηκαν έγχρωμα 3D βελάκια και γράφτηκε LSL script το οποίο μετακινούσε το χάρακα κατά 1 cm προς την κατεύθυνση του βέλους στο οποίο είχε γίνει κλικ. Δεν υλοποιήθηκε η μετακίνηση του χάρακα με παράθυρο διαλόγου, αφού η πιλοτική έρευνα έδειξε ότι δεν ήταν πρακτικό. Επίσης για λόγους απλότητας τα βελάκια βρισκόταν μόνο στο κέντρο του χάρακα και όχι στα δύο άκρα του. Μια άλλη σημαντική αλλαγή ήταν η μείωση του πλάτους του χάρακα, το οποίο όπως φάνηκε από την πιλοτική έρευνα, προσμετρούνταν συχνά στις μετρήσεις των αποστάσεων, οδηγώντας σε λάθη.

Σχήμα 6.10 Πραγματικός χάρακας

Σχήμα 6.11 Εικονικός χάρακας

6.4.5. Αριθμομηχανή

Πραγματικό περιβάλλον

Αγοράστηκε μια απλή αριθμομηχανή (Σχήμα 6.12).

Εικονικό περιβάλλον

Αγοράστηκε μια εικονική αριθμομηχανή από το SL Marketplace (Calculator 1.5, creator: Hiroshi Iuga) (Σχήμα 6.13).

Σχήμα 6.12 Πραγματική αριθμομηχανή
(διακρίνεται επίσης το μικρόφωνο)

Σχήμα 6.13 Εικονική αριθμομηχανή

6.4.6. Πόστερ

Τα πόστερ της κύριας έρευνας (Σχήμα 6.14) βελτιώθηκαν αισθητικά σε σχέση με αυτά της πιλοτικής, ώστε να γίνουν πιο εύληπτα. Ειδικότερα, στο πόστερ του νόμου της ανάκλασης:

- οι ακτίνες σχεδιάστηκαν με κόκκινο χρώμα
- οι ακτίνες άλλαξαν θέση (η προσπίπτουσα κάτω και η ανακλώμενη πάνω), ώστε το σχήμα να ταιριάζει περισσότερο με το μοντέλο της δραστηριότητας.
- στις ακτίνες προστέθηκαν βέλη που δείχνουν τη φορά τους

Στα πόστερ των τριγωνομετρικών συναρτήσεων, σχεδιάστηκαν με κόκκινο χρώμα οι πλευρές των τριγώνων που εμπλέκονται στον ορισμό κάθε συνάρτησης.

Σχήμα 6.14 Τα πόστερ με το εκπαιδευτικό υλικό (κύρια έρευνα)

Πραγματικό περιβάλλον

Εκτυπώθηκαν τα πόστερ σε διάσταση A3, πλαστικοποιήθηκαν και κολλήθηκαν στον τοίχο δεξιά και αριστερά του πίνακα (Σχήμα 6.15).

Εικονικό περιβάλλον

Δημιουργήθηκαν εικονικά αντίγραφα των πόστερ και τοποθετήθηκαν στον τοίχο δεξιά και αριστερά του εικονικού πίνακα (Σχήμα 6.16).

6.4.7. Κοινόχρηστος πίνακας

Πραγματικό περιβάλλον

Εγκαταστάθηκε μεταλλικός λευκός πίνακας μαρκαδόρου με διαστάσεις 1,5m x 1m, στον τοίχο του δωματίου της δραστηριότητας. Συνοδευόταν από μαύρο μαρκαδόρο και σφουγγάρι σβησίματος (Σχήμα 6.15).

Εικονικό περιβάλλον

Ο πίνακας της πιλοτικής έρευνας φάνηκε ότι δεν ήταν αρκετά εύχρηστος. Γι' αυτό δημιουργήθηκε ένας νέος πίνακας βασισμένος στον ιστότοπο www.scribblar.com (Σχήμα 6.16). Το scribblar διαθέτει εργαλειαθήκη παρόμοια με αυτή μιας τυπικής εφαρμογής «ζωγραφικής» (ελεύθερη γραμμή, ευθεία γραμμή, σχήματα, κείμενο, παλέτα, διαγραφή κλπ) και επιτρέπει τη δημιουργία πινάκων συνεργασίας (multi-user whiteboards).

Ο εικονικός πίνακας τοποθετήθηκε στην ίδια θέση και διάσταση με τον αντίστοιχο πραγματικό.

Σχήμα 6.15 Πραγματικός κοινόχρηστος πίνακας

Σχήμα 6.16 Εικονικός κοινόχρηστος πίνακας

6.4.8. Καταγραφή βίντεο

Πραγματικό περιβάλλον

Η καταγραφή έγινε με τη βοήθεια ενός PC στο οποίο είχαν συνδεθεί μία webcam και ένα επιτραπέζιο μικρόφωνο. Βοηθητικά, χρησιμοποιήθηκε και μια αυτόνομη κάμερα για την καλύτερη καταγραφή της συνεργασίας μπροστά στον πίνακα (Σχήμα 6.17).

Σχήμα 6.17 Διάταξη καταγραφής πραγματικού περιβάλλοντος

Εικονικό περιβάλλον

Κατά τη διάρκεια κάθε συνεδρίας γινόταν καταγραφή της οθόνης, του μικροφώνου και της webcam των συμμετεχόντων με τη βοήθεια του λογισμικού Camtasia studio (Σχήμα 6.18). Έτσι προέκυψαν τρεις καταγραφές για κάθε συνεδρία (των δύο φοιτητών και του επιβλέποντα).

Σχήμα 6.18 Καταγραφή εικονικού περιβάλλοντος

6.4.9. Ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια

Τα ερωτηματολόγια της κύριας έρευνας σχεδιάστηκαν και διατέθηκαν στους συμμετέχοντες ηλεκτρονικά, με τη βοήθεια του εργαλείου www.surveymizmo.com (Σχήμα 6.19, Σχήμα 6.20).

Πραγματικό περιβάλλον

Το πλήρες ερωτηματολόγιο του πραγματικού περιβάλλοντος παρουσιάζεται στο Παράρτημα 2 (μαύρο χρώμα μόνο).

SurveyGizmo - Preview

https://app3.surveymizmo.com/projects/preview?id=293078

Μεταφράση Google

Αυτή η σελίδα είναι στα: Αγγλικά | Φέρετε... | Μεταφράση | Όχι | Να μην γίνεται ποτέ μετάφραση από Αγγλικά | Επιλογές

Theme Images Options Colors Advanced

Page 1 English Comments Description

Συνεργατική δραστηριότητα (Reality)

Εμπειρία Δραστηριότητας Συνεργασίας

ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ HY-GAMES

Πόσο εμπειρία θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση HY:

	1	2	3	4	5	6	7	
Καθόλου	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ

Πόσο εμπειρία θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση βίντεο-παιχνιδιών:

	1	2	3	4	5	6	7	
Καθόλου	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ

ΤΑΞΗ ΠΡΟΣ ΕΜΠΛΟΚΗ ΣΕ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Συγκρίνοντας εύκολα σε δραστηριότητες, ακόμη κι αν αυτές δεν είναι ελκυστικές ή ενδιαφέρουσες:

	1	2	3	4	5	6	7	
Καθόλου	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ

Σχήμα 6.19 Ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο πραγματικού περιβάλλοντος

Εικονικό περιβάλλον

Το πλήρες ερωτηματολόγιο του εικονικού περιβάλλοντος παρουσιάζεται στο Παράρτημα 2 (μαύρο και κόκκινο χρώμα). Οι ερωτήσεις που εμφανίζονται με κόκκινο χρώμα αφορούν μόνο το εικονικό περιβάλλον (αίσθηση παρουσίας, δυνατότητες, ευχρηστία)

SurveyGizmo - Preview

https://app3.surveymizmo.com/projects/preview?id=293210

Μεταφράση Google

Αυτή η σελίδα είναι στα: Αγγλικά | Φέρετε... | Μεταφράση | Όχι | Να μην γίνεται ποτέ μετάφραση από Αγγλικά | Επιλογές

Theme Images Options Colors Advanced

Page 1 English Comments Description

Συνεργατική δραστηριότητα (Second Life)

PRESENCE (LOBARD-DITTON)

SPATIAL PRESENCE

Σε ποιά βαθμό είστε την αντίληψη ότι τα αντικείμενα και οι άνθρωποι που βλέπετε ή ακούγετε εμφανίζονται στο μέρος που βρίσκεσθε τον εαυτό σας:

	1	2	3	4	5	6	7	
Καθόλου	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ

Σε ποιά βαθμό είστε την αντίληψη ότι θα μπορούσατε να πληρώσετε και να ακουμπήσετε τα αντικείμενα ή τους ανθρώπους που βλέπετε ή ακούγετε:

	1	2	3	4	5	6	7	
Καθόλου	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ

Πόσο συχνά, όταν ένα αντικείμενο φαίνεται να έρχεται προς το μέρος σου αισθάνεσαι την ανάγκη να το απορρίψεις:

	1	2	3	4	5	6	7	
Ποτέ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάντα

Σχήμα 6.20 Ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο εικονικού περιβάλλοντος

6.5. Διαδικασία

Συνολικά έγιναν 75 συνεδρίες, οι οποίες ολοκληρώθηκαν σε διάστημα περίπου 4 εβδομάδων (Μάιος - Ιούνιος 2010). Αρχικά έγιναν οι συνεδρίες της ομάδας Π και στη συνέχεια οι συνεδρίες της ομάδας Ε.

Πραγματικό περιβάλλον

Αρχικά έγιναν τρεις δοκιμαστικές συνεδρίες για να εξοικειωθεί ο επιβλέπων με τη διαδικασία της δραστηριότητας και τα τεχνικά θέματα της καταγραφής βίντεο. Τα εμπειρικά δεδομένα συγκεντρώθηκαν από 36 συνεδρίες στις οποίες συμμετείχαν 72 φοιτητές. Σε κάθε συνεδρία συμμετείχαν δύο φοιτητές και ο επιβλέπων (ο ερευνητής) (Σχήμα 6.21). Η μέση διάρκεια των συνεδριών ήταν **36':56''**.

Πριν τη δραστηριότητα, οι δύο συμμετέχοντες συμπλήρωναν σε απομονωμένα PC το ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο σχετικό με δημογραφικά στοιχεία και το pre-test (βλ. Παράρτημα 2). Στη συνέχεια ο επιβλέπων τους οδηγούσε στο χώρο της δραστηριότητας. Εκεί τους εξοικούσε με τα όργανα της δραστηριότητας: το λέιζερ, τον περιστρεφόμενο καθρέφτη, τους χάρακες, τον κοινόχρηστο πίνακα, και την αριθμομηχανή (Σχήμα 6.21). Μετά τους ενημέρωνε για το πρόβλημα που έπρεπε να λύσουν: τον υπολογισμό της ζητούμενης γωνίας x που πρέπει να περιστραφεί ο καθρέφτης, ώστε η ακτίνα λέιζερ που θα ανακλαστεί πάνω του να χτυπήσει το στόχο. Τους τόνιζε ότι είχαν δικαίωμα να ενεργοποιήσουν το λέιζερ μόνο μία φορά, αφού πρώτα είχαν υπολογίσει τη γωνία x και την είχαν εφαρμόσει στον καθρέφτη. Αν οι υπολογισμοί τους ήταν σωστοί, η ανακλώμενη ακτίνα λέιζερ θα χτυπούσε το στόχο και αυτός θα έπεφτε στο πάτωμα. Η πτώση του στόχου ήταν η επιβεβαίωση της επιτυχούς λύσης της δραστηριότητας και η επιβράβευση της κοινής τους προσπάθειας. Ο επιβλέπων θύμιζε στους συμμετέχοντες το νόμο της ανάκλασης του φωτός και τους ορισμούς των τριών βασικών τριγωνομετρικών συναρτήσεων (ημιτόνου, συνημίτονου και εφαπτομένης). Επίσης τους έδειχνε τη χρήση των τριγωνομετρικών πινάκων, δηλαδή την εύρεση της τιμής μιας τριγωνομετρικής συνάρτησης για δεδομένη γωνία και το αντίστροφο. Πριν ξεκινήσουν να λύνουν το πρόβλημα τους ενημέρωνε ότι είχαν στη διάθεσή τους 30 λεπτά και ότι ο ίδιος θα παρακολουθούσε την προσπάθειά τους και θα τους βοηθούσε όποτε το έκρινε απαραίτητο. Επίσης τους ενθάρρυνε να τον συμβουλευόταν για τυχόν απορίες ή δυσκολίες.

Ο επιβλέπων παρακολουθούσε προσεκτικά την συνεργατική προσπάθεια των δύο συμμετεχόντων (Σχήμα 6.22, Σχήμα 6.23) και παρενέβαινε όποτε έβλεπε ότι δυσκολευόταν να προχωρήσουν ή έκαναν σημαντικά λάθη.

Μετά το τέλος της δραστηριότητας, οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν σε απομονωμένα PC το υπόλοιπο ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο. Επιπλέον, σχεδίαζαν σε ένα φύλο χαρτί ένα σχήμα με τη λύση της δραστηριότητας, για να αξιολογηθεί καλύτερα η κατανόησή τους.

Πριν αρχίσει η επόμενη συνεδρία, ο επιβλέπων έφερνε τα αντικείμενα στις αρχικές τους θέσεις (λέιζερ απενεργοποιημένο, καθρέφτης στη κάθετη θέση $x=0$, πίνακας καθαρός, αριθμομηχανή με ένδειξη 0).

Σχήμα 6.21 Μάθημα στο πραγματικό περιβάλλον

Σχήμα 6.22 Συνεργασία στο πραγματικό περιβάλλον

Σχήμα 6.23 Σημειώσεις στον πραγματικό πίνακα μετά το τέλος της δραστηριότητας

Εικονικό περιβάλλον

Στο εικονικό περιβάλλον έγιναν συνολικά 39 συνεδρίες στις οποίες συμμετείχαν 78 φοιτητές. Σε κάθε συνεδρία συμμετείχαν δύο φοιτητές και ο επιβλέπων (ο ερευνητής). Οι τρεις συμμετέχοντες βρισκόταν σε διαφορετικά δωμάτια και επικοινωνούσαν μεταξύ τους μόνο μέσω του SL (Σχήμα 6.24). Πιο συγκεκριμένα, φορούσαν ακουστικά με μικρόφωνο (headset) και χρησιμοποιούσαν το voice chat του SL. Η μέση διάρκεια των συνεδριών ήταν **47':59"**. Κατά τη διάρκεια των συνεδριών γινόταν καταγραφή της οθόνης, του μικροφώνου και της webcam του κάθε συμμετέχοντα.

Πριν τη δραστηριότητα, οι δύο συμμετέχοντες συμπλήρωναν στο PC τους το ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο σχετικό με δημογραφικά στοιχεία και το pre-test (βλ. Παράρτημα 2). Στη συνέχεια ο επιβλέπων τους εξοικείωνε με τη βασική χρήση του scribblar, στο οποίο βασίζονταν ο κοινόχρηστος πίνακας.

Αφού έκαναν login στο SL με τους προσωπικούς τους κωδικούς, οι συμμετέχοντες έπρεπε να μεταβούν στον κοινόχρηστο χώρο πειραματισμού (sandbox) του νησιού του *Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση* (Earthlab Education Island). Εκεί συναντούσαν τον επιβλέποντα, ο οποίος τους οδηγούσε στο χώρο της δραστηριότητας. Ο χώρος αυτός αποτελούσε ένα ακριβές αντίγραφο του πραγματικού δωματίου στο οποίο γινόταν η δραστηριότητα της ομάδας Π. Εκεί τους εξοικείωνε με τα όργανα της δραστηριότητας: το λέιζερ, τον περιστρεφόμενο καθρέφτη, τους χάρακες, τον κοινόχρηστο πίνακα, και την αριθμομηχανή. Στη συνέχεια τους ενημέρωνε για το πρόβλημα που έπρεπε να λύσουν: τον υπολογισμό της ζητούμενης γωνίας x που πρέπει να περιστραφεί ο καθρέφτης, ώστε η ακτίνα λέιζερ που θα ανακλαστεί πάνω του να χτυπήσει το στόχο. Τους τόνιζε ότι είχαν δικαίωμα να ενεργοποιήσουν το λέιζερ μόνο μία φορά, αφού πρώτα είχαν υπολογίσει τη γωνία x και την είχαν εφαρμόσει στον καθρέφτη. Αν οι υπολογισμοί τους ήταν σωστοί, η ανακλώμενη ακτίνα λέιζερ

θα χτυπούσε το στόχο και αυτός θα έπεφτε στο πάτωμα. Η πτώση του στόχου ήταν η επιβεβαίωση της επιτυχούς λύσης της δραστηριότητας και η επιβράβευση της κοινής τους προσπάθειας. Ο επιβλέπων συνέχιζε θυμίζοντάς τους το νόμο της ανάκλασης του φωτός και τους ορισμούς των τριών βασικών τριγωνομετρικών συναρτήσεων (ημιτόνου, συνημίτονου και εφαπτομένης). Επίσης τους έδειχνε τη χρήση των τριγωνομετρικών πινάκων, δηλαδή την εύρεση της τιμής μιας τριγωνομετρικής συνάρτησης για δεδομένη γωνία και το αντίστροφο. Πριν ξεκινήσουν να λύνουν το πρόβλημα τους ενημέρωνε ότι είχαν στη διάθεσή τους 30 λεπτά και ότι ο ίδιος θα παρακολουθούσε την προσπάθειά τους και θα τους βοηθούσε όποτε το έκρινε απαραίτητο. Επίσης τους ενθάρρυνε να τον συμβουλευόταν για τυχόν απορίες ή δυσκολίες.

Ο επιβλέπων παρακολουθούσε προσεκτικά την συνεργατική προσπάθεια των δύο συμμετεχόντων (Σχήμα 6.25, Σχήμα 6.26, Σχήμα 6.27) και παρενέβαινε όποτε έβλεπε ότι αυτοί δυσκολευόταν να προχωρήσουν ή έκαναν σημαντικά λάθη.

Μετά το τέλος της δραστηριότητας οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν στο PC τους, το υπόλοιπο ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο. Επιπλέον σχεδίαζαν σε ένα φύλλο χαρτί ένα σχήμα με τη λύση της δραστηριότητας για να αξιολογηθεί καλύτερα η κατανόησή τους.

Πριν αρχίσει η επόμενη συνεδρία ο επιβλέπων έφερνε τα αντικείμενα στις αρχικές τους θέσεις (λέιζερ απενεργοποιημένο, καθρέφτης στην κάθετη θέση $x=0$, χάρακες σε τυχαίες θέσεις, πίνακας καθαρός, αριθμομηχανή με ένδειξη 0).

Σχήμα 6.24 Οι συμμετέχουσες και ο επιβλέπων βρισκόταν σε διαφορετικά δωμάτια και επικοινωνούσαν μέσω του SL

Σχήμα 6.25 Συνεργασία στο εικονικό περιβάλλον

Σχήμα 6.26 Πτώση στόχου

Σχήμα 6.27 Σημειώσεις στον εικονικό πίνακα μετά το τέλος της δραστηριότητας

7. Αποτελέσματα κύριας έρευνας

7.1. Εισαγωγή

Τα αποτελέσματα της κύριας έρευνας προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων των συμμετεχόντων στα ερωτηματολόγια. Κάθε ερώτηση μετατράπηκε σε μία μεταβλητή στο λογισμικό στατιστικής επεξεργασίας IBM SPSS. Έπειτα από έλεγχο που έγινε για την κανονικότητα των μεταβλητών (Kolmogorov–Smirnov & Shapiro-Wilk tests) βρέθηκε ότι οι περισσότερες δεν ήταν κανονικές. Έτσι αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν **μη παραμετρικά** στατιστικά εργαλεία:

- για τον έλεγχο διαφορών μεταξύ των δύο ομάδων χρησιμοποιήθηκε το **Mann-Whitney U Test** που είναι το μη παραμετρικό αντίστοιχο του **independent samples t-test**. Ειδικά για το μαθησιακό αποτέλεσμα, έγινε και ανάλυση ANCOVA, με συμμεταβλητή (covariate) την επίδοση στο pre-test, επειδή αυτή βρέθηκε να διαφέρει στις δύο ομάδες. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) επισημαίνονται με πορτοκαλί χρώμα, ενώ οι μη σημαντικές ($p > 0,05$) με γαλάζιο.
- για τον έλεγχο της διαφοράς μεταξύ του pre-test και του post-test στην ίδια ομάδα, χρησιμοποιήθηκε το **Wilcoxon Signed Rank Test** το οποίο είναι το μη παραμετρικό αντίστοιχο του **paired-samples t-test**. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) επισημαίνονται με πορτοκαλί χρώμα, ενώ οι μη σημαντικές ($p > 0,05$) με γαλάζιο.
- Για τον έλεγχο των συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης **Spearman's rho**, ο οποίος είναι ο μη παραμετρικός αντίστοιχος του **Pearson's r**. Οι στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις ($p < 0,05$) επισημαίνονται με πράσινο χρώμα, ενώ οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αρνητικές ($p < 0,05$) με κόκκινο.

7.2. Δημογραφικά στοιχεία

7.2.1. Φύλο

Ο Πίνακας 7.1 παρουσιάζει τη συχνότητα του φύλου των συμμετεχόντων στην κύρια έρευνα.

Πίνακας 7.1 Συχνότητα φύλου

Περιβάλλον	Value	Frequency	Percent
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Ανδρας	8	11,1%
	Γυναίκα	64	88,9%
	Total	72	100,0%
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Ανδρας	11	14,1%
	Γυναίκα	67	85,9%
	Total	78	100,0%

Σχήμα 7.1 Φύλο

Πίνακας 7.2 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για το φύλο

	Φύλο
Z	-0,548
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,583

Και στις δύο ομάδες η πλειοψηφία των συμμετεχόντων ήταν γυναίκες: 88,9% στην ομάδα Π και 85,9% στην ομάδα Ε. Η διαφορά στη συχνότητα του φύλου μεταξύ των δύο περιβαλλόντων δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-0,548$, $p=0,583$).

7.2.2. Ηλικία

Ο Πίνακας 7.3 παρουσιάζει στοιχεία σχετικά με την ηλικία των συμμετεχόντων.

Πίνακας 7.3 Ηλικία

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	3. Ηλικία	72	20	27	20,96	1,682
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	3. Ηλικία	78	19	28	20,86	1,214

Σχήμα 7.2 Ηλικία

Πίνακας 7.4 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την ηλικία

	3. Ηλικία
Z	-1,017
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,309

Η μέση ηλικία των συμμετεχόντων ήταν 20,96 έτη στο πραγματικό περιβάλλον και 20,86 έτη στο εικονικό περιβάλλον. Η διαφορά στη μέση ηλικία μεταξύ των δύο περιβαλλόντων δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-1,017$, $p=0,309$).

7.2.3. Έτος σπουδών

Ο Πίνακας 7.5 παρουσιάζει τις συχνότητες του έτους σπουδών των συμμετεχόντων στην κύρια έρευνα.

Πίνακας 7.5 Συχνότητα έτους σπουδών

Περιβάλλον	Value	Frequency	Percent
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	1ο	0	0%
	2ο	1	1,4%
	3ο	65	90,3%
	4ο	5	6,9%
	Πτυχίο	1	1,4%
	Total	72	100,0%
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	1ο	0	0%
	2ο	4	5,1%
	3ο	55	70,5%
	4ο	18	23,1%
	Πτυχίο	1	1,3%
	Total	78	100,0%

Σχήμα 7.3 Έτος σπουδών

Πίνακας 7.6 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για το έτος σπουδών

	Έτος σπουδών
Z	-1,843
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,065

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων και στις δύο ομάδες ήταν τριτοετείς φοιτητές. Η διαφορά στη συχνότητα του έτους σπουδών μεταξύ των δύο περιβαλλόντων δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-1,843$, $p=0,065$).

7.3. Τεχνολογική εμπειρία

7.3.1. Εμπειρία χρήσης Η/Υ

Ο Πίνακας 7.7 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την εμπειρία τους στη χρήση Η/Υ.

Πίνακας 7.7 Εμπειρία χρήσης Η/Υ

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	9. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ;	72	1	7	3,72	1,178
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	9. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ;	78	1	6	4,29	1,196

Σχήμα 7.4 Εμπειρία χρήσης Η/Υ

Πίνακας 7.8 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την εμπειρία χρήσης Η/Υ

	9. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ;
Z	-3,266
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001

Οι συμμετέχοντες και στις δύο ομάδες θεωρούσαν τους εαυτούς τους μέτρια έμπειρους στη χρήση Η/Υ. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες στην ομάδα Ε θεωρούσαν τους εαυτούς τους πιο έμπειρους στη χρήση Η/Υ από αυτούς της ομάδας Π. Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Witney U Test ($Z=-3,266$, $p=0,001$).

7.3.2. Εμπειρία χρήσης βίντεο-παιχνιδιών

Ο Πίνακας 7.9 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την εμπειρία τους στη χρήση βίντεο-παιχνιδιών.

Πίνακας 7.9 Εμπειρία χρήσης βίντεο-παιχνιδιών

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	10. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση βίντεο-παιχνιδιών;	72	1	7	2,61	1,597
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	10. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση βίντεο-παιχνιδιών;	78	1	7	3,49	1,610

Σχήμα 7.5 Εμπειρία χρήσης βίντεο-παιχνιδιών

Πίνακας 7.10 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την εμπειρία χρήσης βίντεο-παιχνιδιών

	10. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση βίντεο-παιχνιδιών;
Z	-3,476
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001

Οι συμμετέχοντες και στις δύο ομάδες δεν θεωρούσαν τους εαυτούς τους πολύ έμπειρους στη χρήση βιντεοπαιχνιδιών. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες στην ομάδα Π θεωρούσαν τους εαυτούς τους λιγότερο έμπειρους από αυτούς της ομάδας Ε. Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Witney U Test ($Z=-3,476$, $p=0,001$).

7.3.3. Εμπειρία Second Life

Ο πίνακας Πίνακας 7.11 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ομάδα Ε, σχετικά με την εμπειρία τους στη χρήση του SL.

Πίνακας 7.11 Εμπειρία χρήσης Second Life

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	97. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση του SECOND LIFE;	78	1	6	3,27	1,500

Σχήμα 7.6 Εμπειρία χρήσης Second Life

Οι συμμετέχοντες στην ομάδα Ε δεν θεώρησαν τους εαυτούς τους πολύ έμπειρους στη χρήση του SL. Ο μέσος όρος της εμπειρίας (3,27) ήταν μικρότερος από αυτόν της πιλοτικής έρευνας (3,90), ίσως επειδή στην κύρια έρευνα συμμετείχαν και φοιτητές που δεν είχαν πάρει κανένα μάθημα σχετικό με SL ή το είχαν παρακολουθήσει προηγούμενη χρονιά.

Ο Πίνακας 7.12 παρουσιάζει τον αριθμό μαθημάτων σχετικών με το SL που είχαν παρακολουθήσει οι συμμετέχοντες στην ομάδα Ε.

Πίνακας 7.12 Αριθμός μαθημάτων σχετικών με το SL που έχουν παρακολουθήσει οι συμμετέχοντες

Περιβάλλον	VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	96. Συνολικά πόσα μαθήματα σχετικά με το SECOND LIFE έχεις παρακολουθήσει ή παρακολουθείς στο ΠΤΔΕ;	78	0	2	1,04	,860

Σχήμα 7.7 Αριθμός μαθημάτων σχετικών με το SL που έχουν παρακολουθήσει οι συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες στην ομάδα Ε είχαν παρακολουθήσει κατά μέσο όρο ένα μάθημα σχετικό με το SL.

7.4. Διαστάσεις Προσωπικότητας

7.4.1. Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες

Για τον υπολογισμό της τάσης προς εμπλοκή σε δραστηριότητες των συμμετεχόντων στην κύρια έρευνα χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των μεταβλητών 11-12 (Πίνακας 7.13), σε αντίθεση με την πιλοτική έρευνα που χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος 5 μεταβλητών (De Lucia, et al., 2009). Αυτό έγινε για την απλοποίηση του ερωτηματολογίου.

Πίνακας 7.13 Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	11. Συγκεντρώνεσαι εύκολα σε δραστηριότητες, ακόμη κι αν αυτές δεν είναι ευχάριστες ή ενδιαφέρουσες;	72	2	6	4,69	1,096
	12. Όταν κάνεις κάτι απορροφάσαι τόσο ώστε να χάνεις την αίσθηση του χρόνου;	72	1	7	3,83	1,529
	Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες	72	1,50	6,50	4,2639	1,05474
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	11. Συγκεντρώνεσαι εύκολα σε δραστηριότητες, ακόμη κι αν αυτές δεν είναι ευχάριστες ή ενδιαφέρουσες;	78	2	7	4,28	1,258
	12. Όταν κάνεις κάτι απορροφάσαι τόσο ώστε να χάνεις την αίσθηση του χρόνου;	78	1	7	4,41	1,541
	Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες	78	1,50	7,00	4,3462	1,08505

Σχήμα 7.8 Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες

Πίνακας 7.14 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για τη τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες

	Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες (Μ.Ο.)
Z	-0,525
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,600

Η τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες είναι μέτρια και στις δύο ομάδες (4,26 στην ομάδα Π και 4,34 στην ομάδα Ε) και δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-0,525$, $p=0,600$).

7.4.2. Παράμετροι συνεργασίας

Ο Πίνακας 7.15 παρουσιάζει τη συχνότητα της πρότερης συνεργασίας που είχαν τα ζεύγη των συμμετεχόντων στην κύρια έρευνα.

Πίνακας 7.15 Πρότερη συνεργασία

Περιβάλλον	VAR (1= Ποτέ – 7= Πολύ συχνά)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	13. Πόσο συχνά έχεις συνεργαστεί στο παρελθόν με τον/την συνεργάτη σου;	72	1	7	4,46	1,815
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	13. Πόσο συχνά έχεις συνεργαστεί στο παρελθόν με τον/την συνεργάτη σου;	78	1	7	4,13	2,134

Σχήμα 7.9 Πρότερη συνεργασία

Πίνακας 7.16 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την πρότερη συνεργασία

	13. Πόσο συχνά έχεις συνεργαστεί στο παρελθόν με τον/την συνεργάτη σου;
Z	-0,735
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,462

Και στις δύο ομάδες οι συμμετέχοντες είχαν συνεργαστεί με μέτρια συχνότητα στο παρελθόν. Η συχνότητα αυτή δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά στις δύο ομάδες σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-0,735$, $p=0,462$).

Ο Πίνακας 7.17 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την τάση τους για συνεργατική επίλυση προβλημάτων.

Πίνακας 7.17 Τάση για συνεργατική επίλυση προβλημάτων

Περιβάλλον	VAR (1=Μόνος – 7= Συνεργατικά)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	14. Όταν πρέπει να λύσεις ένα πρόβλημα προτιμάς να το λύσεις μόνος σου ή σε συνεργασία με άλλον/άλλους;	72	1	7	4,94	1,735
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	14. Όταν πρέπει να λύσεις ένα πρόβλημα προτιμάς να το λύσεις μόνος σου ή σε συνεργασία με άλλον/άλλους;	78	1	7	4,67	1,778

Σχήμα 7.10 Τάση για συνεργατική επίλυση προβλημάτων

Πίνακας 7.18 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την τάση για συνεργατική επίλυση προβλημάτων

	14. Όταν πρέπει να λύσεις ένα πρόβλημα προτιμάς να το λύσεις μόνος σου ή σε συνεργασία με άλλον/άλλους;
Z	-1,013
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,311

Και στις δύο ομάδες οι συμμετέχοντες θα προτιμούσαν να λύσουν ένα πρόβλημα συνεργατικά παρά μόνοι τους. Η προτίμηση αυτή δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά στις δύο ομάδες σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-1,013$, $p=0,311$).

Ο Πίνακας 7.19 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την τάση τους για ατομική διεξαγωγή της δραστηριότητας.

Πίνακας 7.19 Τάση για ατομική διεξαγωγή της δραστηριότητας

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	71. Θα προτιμούσες να κάνεις μόνος/η σου τη δραστηριότητα αντί συνεργατικά;	72	1	6	1,92	1,381
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	71. Θα προτιμούσες να κάνεις μόνος/η σου τη δραστηριότητα αντί συνεργατικά;	78	1	7	1,91	1,416

Σχήμα 7.11 Τάση για ατομική διεξαγωγή της δραστηριότητας

Πίνακας 7.20 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την τάση για ατομική διεξαγωγή της δραστηριότητας

	71. Θα προτιμούσες να κάνεις μόνος/η σου τη δραστηριότητα αντί συνεργατικά;
Z	-0,233
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,815

Και στις δύο ομάδες οι συμμετέχοντες δεν θα προτιμούσαν να κάνουν τη δραστηριότητα μόνοι τους. Η προτίμηση αυτή δεν διαφέρει σημαντικά στις δύο ομάδες σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-0,233$, $p=0,815$).

7.4.3. Εξωστρέφεια (BFI)

Ο Πίνακας 7.21 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του BFI σχετικά με την εξωστρέφεια (extraversion). Η εξωστρέφεια υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των μεταβλητών 15-22, αφού πρώτα αντιστραφούν οι τιμές των μεταβλητών 16,19,21 (John, et al., 2008).

Πίνακας 7.21 Εξωστρέφεια (BFI)

Περιβάλλον	VAR (1= Διαφωνώ απόλυτα – 5= Συμφωνώ απόλυτα)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	15. Είμαι ομιλητικός/ή.	72	1	5	3,79	1,061
	16. Είμαι συγκρατημένος/η, επιφυλακτικός/η.	72	1	5	3,25	1,084
	17. Είμαι γεμάτος/η ενέργεια.	72	2	5	3,65	,825
	18. Δημιουργώ πολύ ενθουσιασμό.	72	1	5	3,28	,982
	19. Τείνω να είμαι ήσυχος/η.	72	1	5	3,07	1,226
	20. Έχω δυναμική προσωπικότητα.	72	1	5	3,54	,903
	21. Μερικές φορές είμαι ντροπαλός/ή, συνεσταλμένος/η.	72	1	5	3,28	1,116

	22. Είμαι εξωστρεφής, κοινωνικός/ή.	72	1	5	3,72	,953
	Εξωστρέφεια (BFI)	72	1,63	4,75	3,2986	,63411
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	15. Είμαι ομιλητικός/ή.	78	1	5	3,69	1,061
	16. Είμαι συγκρατημένος/η, επιφυλακτικός/η.	78	1	5	3,19	,913
	17. Είμαι γεμάτος/η ενέργεια.	78	2	5	3,72	,820
	18. Δημιουργώ πολύ ενθουσιασμό.	78	1	5	3,15	,869
	19. Τείνω να είμαι ήσυχος/η.	78	1	5	2,79	1,109
	20. Έχω δυναμική προσωπικότητα.	78	2	5	3,50	,849
	21. Μερικές φορές είμαι ντροπαλός/ή, συνεσταλμένος/η.	78	1	5	3,23	1,044
	22. Είμαι εξωστρεφής, κοινωνικός/ή.	78	1	5	3,74	,859
	Εξωστρέφεια (BFI)	78	1,88	4,88	3,3237	,59265

Σχήμα 7.12 Εξωστρέφεια (BFI)

Πίνακας 7.22 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την Εξωστρέφεια (BFI)

	Εξωστρέφεια (BFI)
Z	-0,107
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,914

Οι συμμετέχοντες και στις δύο ομάδες ήταν εξωστρεφείς πάνω από το μέσο όρο της κλίμακας (3,29 στην ομάδα Π και 3,32 στην ομάδα Ε). Η εξωστρέφεια δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά στις δύο ομάδες σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-0,107$, $p=0,914$).

7.4.4. Συνεργατικότητα (BFI)

Ο Πίνακας 7.23 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του BFI σχετικά με τη συνεργατικότητα (agreeableness). Η συνεργατικότητα υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των μεταβλητών 87-95, αφού πρώτα αντιστραφούν οι τιμές των μεταβλητών 87,89,92,94 (John, et al., 2008).

Πίνακας 7.23 Συνεργατικότητα (BFI)

Περιβάλλον	VAR (1= Διαφωνώ απόλυτα – 5= Συμφωνώ απόλυτα)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	87. Έχω την τάση να βρίσκω ελαττώματα στους άλλους.	72	1	5	2,47	1,100
	88. Βοηθάω τους άλλους και δεν φέρομαι εγωιστικά.	72	1	5	4,14	,861
	89. Αρχίζω τσακωμούς με τους άλλους.	72	1	5	1,38	,759
	90. Έχω τη διάθεση να συγχωρώ τους άλλους.	72	1	5	3,88	,948
	91. Γενικά εμπιστεύομαι τους άλλους.	72	1	5	3,26	,949
	92. Είμαι συχνά ψυχρός και απόμακρος.	72	1	5	1,97	,964
	93. Νοιάζομαι για τους άλλους και είμαι ευγενικός σχεδόν με όλους.	72	1	5	4,07	,861
	94. Μερικές φορές φέρομαι με αγένεια στους άλλους.	72	1	4	1,60	,744
	95. Μου αρέσει να συνεργάζομαι με άλλους.	72	2	5	4,04	,911
	Συνεργατικότητα (BFI)	72	2,00	4,89	3,9969	,47908
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	87. Έχω την τάση να βρίσκω ελαττώματα στους άλλους.	78	1	5	2,46	1,077
	88. Βοηθάω τους άλλους και δεν φέρομαι εγωιστικά.	78	2	5	4,18	,716
	89. Αρχίζω τσακωμούς με τους άλλους.	78	1	4	1,59	,874
	90. Έχω τη διάθεση να συγχωρώ τους άλλους.	78	2	5	4,29	,740
	91. Γενικά εμπιστεύομαι τους άλλους.	78	1	5	3,42	,987
	92. Είμαι συχνά ψυχρός και απόμακρος.	78	1	5	1,92	,964
	93. Νοιάζομαι για τους άλλους και είμαι ευγενικός σχεδόν με όλους.	78	3	5	4,26	,633
	94. Μερικές φορές φέρομαι με αγένεια στους άλλους.	78	1	3	1,59	,673
	95. Μου αρέσει να συνεργάζομαι με άλλους.	78	1	5	3,97	1,006
	Συνεργατικότητα (BFI)	78	3,00	5,00	4,0627	,46060

Σχήμα 7.13 Συνεργατικότητα (BFI)

Πίνακας 7.24 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την Συνεργατικότητα (BFI)

	Συνεργατικότητα (BFI)
Z	-0,708
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,479

Οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων ήταν συνεργατικοί αρκετά πάνω από το μέσο όρο της κλίμακας (3,99 στην Π και 4,06 στην Ε). Η συνεργατικότητα δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά στις δύο ομάδες σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-0,708$, $p=0,479$).

7.5. Γνωστικό υπόβαθρο

7.5.1. Κατεύθυνση στο Λύκειο

Οι φοιτητές του ΠΤΔΕ προέρχονται από 3 κατευθύνσεις στο Λύκειο: Θεωρητική, Θετική και Τεχνολογική. Ο Πίνακας 7.25 παρουσιάζει τη συχνότητα των κατευθύνσεων από τις οποίες προέρχονται οι συμμετέχοντες στην κύρια έρευνα.

Πίνακας 7.25 Κατεύθυνση στο Λύκειο

Περιβάλλον	Value	Frequency	Percent
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Θεωρητική	60	83,3%
	Θετική	9	12,5%
	Τεχνολογική	3	4,2%
	Total	72	100,0%
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Θεωρητική	34	43,6%
	Θετική	18	23,1%
	Τεχνολογική	26	33,3%
	Total	78	100,0%

Σχήμα 7.14 Κατεύθυνση στο Λύκειο

Πίνακας 7.26 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την κατεύθυνση στο Λύκειο

	5. Κατεύθυνση στο Λύκειο
Z	-5,271
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000

Στην ομάδα Π η πλειοψηφία (83,3%) προερχόταν από τη Θεωρητική κατεύθυνση. Στην ομάδα Ε η πλειοψηφία προερχόταν από τη θετική και Τεχνολογική κατεύθυνση (56,4%). Δεν κατέστη δυνατή η ίδια κατανομή κατευθύνσεων στις δύο ομάδες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η κατανομή των φοιτητών στις ομάδες Π, Ε δεν έγινε με τυχαίο τρόπο: οι συμμετέχοντες της ομάδας Ε προέρχονταν κυρίως από φοιτητές που είχαν παρακολουθήσει τουλάχιστον ένα μάθημα σχετικό με το SL και είχαν εμπειρία στη χρήση του. Όμως, οι φοιτητές που επιλέγουν μαθήματα σχετικά με το SL, συνήθως προέρχονται από την Θετική και την Τεχνολογική κατεύθυνση. Αυτό, όπως θα φανεί και παρακάτω, είχε σαν συνέπεια οι συμμετέχοντες της ομάδας Ε να έχουν καλύτερο υπόβαθρο στο αντικείμενο της δραστηριότητας, δηλαδή στη Φυσική και τα Μαθηματικά. Για το λόγο αυτό η κύρια έρευνα χαρακτηρίστηκε **ημι-πειραματικού (quasi-experimental)** τύπου.

7.5.2. Μαθήματα Μαθηματικών

Ο Πίνακας 7.27 παρουσιάζει τον μέσο αριθμό πανεπιστημιακών μαθημάτων Μαθηματικών που είχαν παρακολουθήσει οι συμμετέχοντες στην κύρια έρευνα.

Πίνακας 7.27 Μαθήματα Μαθηματικών

Περιβάλλον	VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	7. Συνολικά πόσα μαθήματα Μαθηματικών έχεις παρακολουθήσει ή παρακολουθείς στο ΠΤΔΕ;	72	1	5	2,24	,864
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	7. Συνολικά πόσα μαθήματα Μαθηματικών έχεις παρακολουθήσει ή παρακολουθείς στο ΠΤΔΕ;	78	1	6	3,29	1,141

Σχήμα 7.15 Μαθήματα Μαθηματικών

Πίνακας 7.28 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για το μέσο αριθμό μαθημάτων Μαθηματικών

	7. Συνολικά πόσα μαθήματα Μαθηματικών έχεις παρακολουθήσει ή παρακολουθείς στο ΠΤΔΕ;
Z	-6,155
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000

Οι συμμετέχοντες στην ομάδα Ε είχαν παρακολουθήσει κατά μέσο όρο ένα πανεπιστημιακό μάθημα Μαθηματικών περισσότερο από τους συμμετέχοντες στην ομάδα Π. Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-6,155$, $p=0,000$).

7.5.3. Μαθήματα Φυσικής

Ο Πίνακας 7.29 παρουσιάζει τον μέσο αριθμό πανεπιστημιακών μαθημάτων Φυσικής που είχαν παρακολουθήσει οι συμμετέχοντες στην κύρια έρευνα.

Πίνακας 7.29 Μαθήματα Φυσικής

Περιβάλλον	VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	8. Συνολικά πόσα μαθήματα Φυσικής έχεις παρακολουθήσει ή παρακολουθείς στο ΠΤΔΕ;	72	0	3	1,32	,552
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	8. Συνολικά πόσα μαθήματα Φυσικής έχεις παρακολουθήσει ή παρακολουθείς στο ΠΤΔΕ;	78	1	3	2,03	,509

Σχήμα 7.16 Μαθήματα Φυσικής

Πίνακας 7.30 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για το μεσο αριθμό μαθημάτων Φυσικής

	8. Συνολικά πόσα μαθήματα Φυσικής έχει παρακολουθήσει ή παρακολουθείς στο ΠΤΔΕ;
Z	-6,990
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000

Οι συμμετέχοντες στην ομάδα Ε είχαν παρακολουθήσει περισσότερα πανεπιστημιακά μαθήματα Φυσικής από αυτούς της ομάδας Π και η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-6,990$, $p=0,000$).

7.5.4. Pre-test

Το γνωστικό υπόβαθρο των φοιτητών στο αντικείμενο της δραστηριότητας (τριγωνομετρία και οπτική), αξιολογούνταν με ένα pre-test 4 ερωτήσεων (Πίνακας 7.31), το οποίο δινόταν πριν την διενέργεια της συνεργατικής δραστηριότητας. Το pre-test της κύριας έρευνας ήταν διαφοροποιημένο από αυτό της πιλοτικής και περιείχε περισσότερες ερωτήσεις «κρίσεως».

Πίνακας 7.31 Pre-test

Βασικές γνώσεις Μαθηματικών	
23. Οι τριγωνομετρικές συναρτήσεις συνδέουν:	
Τις τρεις πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου μεταξύ τους	<input type="text"/>
Τις τρεις γωνίες ενός ορθογωνίου τριγώνου μεταξύ τους	<input type="text"/>
Τις δύο πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου με μία από τις γωνίες του	<input type="text"/>
24. Αν γνωρίζω δύο πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου και θέλω να βρω μια από τις οξείες γωνίες του ποιο μαθηματικό εργαλείο θα πρέπει να χρησιμοποιήσω;	
Το Πυθαγόρειο θεώρημα	<input type="text"/>
Τις τριγωνομετρικές συναρτήσεις	<input type="text"/>

Βασικές γνώσεις Φυσικής

25. Πώς ορίζεται η γωνία πρόσπτωσης φωτεινής ακτίνας σε ανακλαστική επιφάνεια;
 γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της καθέτου στην ανακλαστική επιφάνεια
 γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της ανακλαστικής επιφάνειας

26. Σύμφωνα με το νόμο της ανάκλασης του φωτός:

Η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη από τη γωνία ανάκλασης

Η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης

Η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ανάκλασης

Κάθε ερώτηση έχει το ίδιο βάρος (1 μονάδα). Η τελική βαθμολογία στο pre-test προκύπτει από το άθροισμα των σωστών απαντήσεων στις 4 ερωτήσεις (0-4). Ο Πίνακας 7.32 παρουσιάζει τη μέση βαθμολογία στο pre-test και ο Πίνακας 7.33 τις συχνότητες των βαθμολογιών στο pre-test.

Πίνακας 7.32 Βαθμολογία στο pre-test

Περιβάλλον	VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Pre-test	72	0	4	2,21	1,233
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Pre-test	78	0	4	2,82	1,125

Σχήμα 7.17 Βαθμολογία στο pre-test

Πίνακας 7.33 Συχνότητες βαθμολογιών στο pre-test

Περιβάλλον	Value	Frequency	Percent
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	0	8	11,1%
	1	13	18,1%
	2	18	25,0%
	3	22	30,6%
	4	11	15,3%
	Total	72	100,0%

ΕΙΚΟΝΙΚΟ	0	2	2,6%
	1	10	12,8%
	2	15	19,2%
	3	24	30,8%
	4	27	34,6%
	Total	78	100,0%

Πίνακας 7.34 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για το pre-test

	Pre-test
Z	-3,066
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,002

Η επίδοση στο pre-test ήταν υψηλότερη στην ομάδα Ε (2,82) σε σχέση με την ομάδα Π (2,21). Το 34,6% της ομάδας Ε απάντησε άριστα στο pre-test, σε σχέση με το 15,3% της ομάδας Π. Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-3,066$, $p=0,002$). Η καλύτερη επίδοση της ομάδας Ε αποδίδεται στη σύνθεση της, η οποία αποτελείται κατά μεγαλύτερο μέρος από φοιτητές που προέρχονται από Θετική και Τεχνολογική κατεύθυνση, οι οποίοι μάλιστα είχαν παρακολουθήσει και περισσότερα μαθήματα Μαθηματικών και Φυσικής στο Πανεπιστήμιο.

7.6. Μαθησιακό αποτέλεσμα

Το μαθησιακό αποτέλεσμα της δραστηριότητας αξιολογήθηκε με βάση τα παρακάτω:

- ποσοστό επιτυχούς επίλυσης της δραστηριότητας
- βαθμολογία post-test
- βαθμολογία σχήματος κατανόησης
- βαθμολογία ερωτήσεων κατανόησης

Το post-test μετρά κυρίως **δηλωτικές (declarative)** και **διαδικαστικές (procedural)** γνώσεις (τι, πως) ενώ το σχήμα και οι ερωτήσεις κατανόησης κυρίως **υποθετικές (conditional)** γνώσεις (πότε, γιατί) (Schraw & Moshman, 1995).

7.6.1. Επιτυχής επίλυση της δραστηριότητας

Ο Πίνακας 7.35 παρουσιάζει το ποσοστό επιτυχούς επίλυσης της δραστηριότητας (πτώση στόχου) στα δύο περιβάλλοντα.

Πίνακας 7.35 Συχνότητα επιτυχούς επίλυσης της δραστηριότητας

Περιβάλλον	Value	Frequency	Percent
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Αποτυχία	6	8,3%
	Επιτυχία	66	91,7%
	Total	72	100,0%
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Αποτυχία	0	0%
	Επιτυχία	78	100,0%
	Total	78	100,0%

Σχήμα 7.18 Επιτυχής επίλυση της δραστηριότητας

Πίνακας 7.36 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την επιτυχή επίλυση της δραστηριότητας

	Επιτυχής Λύση (πτώση στόχου)
Z	-2,593
Asymp. Sig. (2-tailed)	,010

Το 91,7% της ομάδας Π και το 100% ομάδας Ε έλυσαν την δραστηριότητα. Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-2,593$, $p=0,01$).

7.6.2. Post-test

Μετά το πέρας της δραστηριότητας ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να απαντήσουν σε ένα τεστ 4 ερωτήσεων (post test), πανομοιότυπο με αυτό που τους είχε δοθεί πριν τη δραστηριότητα (pre-test). Ο

Πίνακας 7.37 παρουσιάζει τη μέση βαθμολογία στο post-test και ο

Πίνακας 7.38 τη συχνότητα των βαθμολογιών στο post-test.

Πίνακας 7.37 Βαθμολογία στο post-test

Περιβάλλον	VAR(0-4)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Post-test	72	2	4	3,68	,577
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Post-test	78	1	4	3,58	,748

Πίνακας 7.38 Συχνότητες βαθμολογιών στο post-test

Περιβάλλον	Value	Frequency	Percent
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	1	0	0%
	2	4	5,6%
	3	15	20,8%
	4	53	73,6%
	Total	72	100,0%
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	1	2	2,6%
	2	6	7,7%
	3	15	19,2%
	4	55	70,5%
	Total	78	100,0%

Σχήμα 7.19 Βαθμολογία στο post-test

Πίνακας 7.39 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την βαθμολογία στο post-test

	Post-test
Z	-0,579
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,563

Πίνακας 7.40 ANCOVA μεταξύ περιβαλλόντων για την βαθμολογία στο post-test με συμμεταβλητή τη βαθμολογία στο pre-test

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: POST_TEST						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	14,013 ^a	2	7,006	19,403	,000	,209
Intercept	237,268	1	237,268	657,081	,000	,817
PRE_TEST	13,611	1	13,611	37,693	,000	,204
Perivallon_2	2,392	1	2,392	6,623	,011	,043
Error	53,081	147	,361			
Total	2040,000	150				
Corrected Total	67,093	149				
a. R Squared = ,209 (Adjusted R Squared = ,198)						

Από τον πίνακα συχνοτήτων φαίνεται ότι περίπου το 70% των συμμετεχόντων απάντησε άριστα και στις δύο ομάδες (στο pre-test τα αποτελέσματα ήταν μόλις Π=15,3% και Ε=34,6%). Η μέση βαθμολογία στο post-test ήταν υψηλή και στις δύο ομάδες (3,68 στην ομάδα Π και 3,58 στην ομάδα Ε). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-0,579$, $p=0,563$), είναι όμως στατιστικά σημαντική σύμφωνα με την ANCOVA με συμμεταβλητή την βαθμολογία στο pre-test [$F(1,147)=6,623$, $p=,011$, partial eta squared=,043].

Το αποτέλεσμα αυτό ίσως υποδεικνύει (με επιφύλαξη γιατί δεν επιβεβαιώνεται από το Mann-Whitney U Test), ότι η μάθηση δηλωτικών και διαδικαστικών γνώσεων, τις οποίες μετρά το post-test, ενδεχομένως να γίνεται καλύτερα στο πραγματικό περιβάλλον. Ίσως πάλι οι συμμετέχοντες στην ομάδα Π, που προέρχονται κυρίως από τη θεωρητική κατεύθυνση, να είναι πιο ικανοί στη μάθηση δηλωτικών και διαδικαστικών γνώσεων.

Πάντως και στις δύο ομάδες η επίδοση στο post-test είναι εμφανώς υψηλότερη από αυτή του pre-test (Σχήμα 7.20, Σχήμα 7.21). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Related samples Wilcoxon Signed Rank Test (Πίνακας 7.41) τόσο στην ομάδα Π ($Z=-6,437$, $p=0,000$), όσο και στην ομάδα Ε ($Z=-5,696$, $p=0,000$). **Αυτό υποδεικνύει ότι υπήρξε μαθησιακό αποτέλεσμα και στα δύο περιβάλλοντα.**

Σχήμα 7.20 Μέση βαθμολογία στα pre-post test

Σχήμα 7.21 Συχνότητα άριστων απαντήσεων στα pre-post test

Πίνακας 7.41 Wilcoxon Signed Rank Test μεταξύ pre-test και post test

2. Περιβάλλον δραστηριότητας		pre-test, post test
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Z	-6,437
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Z	-5,696
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000

7.6.3. Σχήμα κατανόησης

Μετά το πέρας της δραστηριότητας ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να σχεδιάσουν ένα σχήμα που να περιγράφει το πρόβλημα που είχαν να λύσουν. Ουσιαστικά, αφορούσε το σχήμα που είχαν σχεδιάσει συνεργατικά στον κοινόχρηστο πίνακα κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας. Το σχήμα αυτό έπρεπε να περιλαμβάνει:

- το λείζερ
- τον καθρέφτη
- το στόχο
- την προσπίπτουσα ακτίνα
- την ανακλώμενη ακτίνα
- τη γωνία περιστροφής του καθρέφτη (χ)
- τη γωνία πρόσπτωσης (θ)
- τη γωνία ανάκλασης (θ')

Η βαθμολογία του σχήματος προέκυπτε από τα 8 σημεία που αναφέρονται παραπάνω και κυμαίνονταν από 0 έως 8.

Ο Πίνακας 7.42 παρουσιάζει τη μέση βαθμολογία στο σχήμα κατανόησης.

Πίνακας 7.42 Βαθμολογία σχήματος κατανόησης

Περιβάλλον	VAR(0-8)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	27. Σχεδίασε ένα σχήμα που περιγράφει το πρόβλημα που είχες να λύσεις.	72	2	8	7,17	1,404
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	27. Σχεδίασε ένα σχήμα που περιγράφει το πρόβλημα που είχες να λύσεις.	78	4	8	7,45	1,089

Σχήμα 7.22 Βαθμολογία σχήματος κατανόησης

Πίνακας 7.43 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για τη βαθμολογία του σχήματος κατανόησης

	27. Σχεδίασε ένα σχήμα που περιγράφει το πρόβλημα που είχες να λύσεις.
Z	-1,371
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,171

Πίνακας 7.44 ANCOVA μεταξύ περιβαλλόντων για την βαθμολογία του σχήματος κατανόησης με συμμεταβλητή τη βαθμολογία στο pre-test

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Sxima_27						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	11,891 ^a	2	5,946	3,930	,022	,051
Intercept	1228,419	1	1228,419	812,014	,000	,847
PRE_TEST	8,913	1	8,913	5,891	,016	,039
Perivallon_2	,837	1	,837	,553	,458	,458
Error	222,382	147	1,513			
Total	8257,000	150				
Corrected Total	234,273	149				
a. R Squared = ,051 (Adjusted R Squared = ,038)						

Η βαθμολογία στο σχήμα κατανόησης ήταν υψηλή και στις δύο ομάδες (7,17 στην ομάδα Π και 7,45 στην ομάδα Ε). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-1,371$, $p=0,171$), αλλά ούτε σύμφωνα με την ANCOVA με συμμεταβλητή την βαθμολογία στο pre-test [$(F(1,147)=,553$, $p=,458$, partial eta squared= $,458$].

7.6.4. Ερωτήσεις κατανόησης

Μετά το πέρας της δραστηριότητας ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να απαντήσουν σε 4 ερωτήσεις κατανόησης που αφορούσαν τα καίρια σημεία για την επίλυση της δραστηριότητας. (Πίνακας 7.45).

Πίνακας 7.45 Ερωτήσεις κατανόησης

28. Ποια τριγωνομετρική συνάρτηση χρησιμοποίησες για να λύσεις το πρόβλημα;	
Ημίτονο	<input type="text"/>
Συνημίτονο	<input type="text"/>
Εφαπτομένη	<input type="text"/>
29. Η ζητούμενη γωνία περιστροφής του καθρέφτη ήταν:	
Μισή από τη γωνία που σχηματίζεται από την προσπίπτουσα και την ανακλώμενη ακτίνα	
Ίση με τη γωνία που σχηματίζεται από την προσπίπτουσα και την ανακλώμενη ακτίνα	
Διπλάσια από τη γωνία που σχηματίζεται από την προσπίπτουσα και την ανακλώμενη ακτίνα	
30. Η ζητούμενη γωνία περιστροφής του καθρέφτη ήταν:	
Μισή από τη γωνία πρόσπτωσης	<input type="text"/>
Ίση με τη γωνία πρόσπτωσης	<input type="text"/>
Διπλάσια από τη γωνία πρόσπτωσης	<input type="text"/>

31. Η ζητούμενη γωνία περιστροφής του καθρέφτη ήταν:

Μισή από τη γωνία ανάκλασης

Ίση με τη γωνία ανάκλασης

Διπλάσια από τη γωνία ανάκλασης

Η τελική βαθμολογία στις ερωτήσεις κατανόησης προκύπτει από το άθροισμα των σωστών απαντήσεων στις 4 ερωτήσεις (0-4). Ο Πίνακας 7.46 παρουσιάζει τη μέση βαθμολογία στις ερωτήσεις κατανόησης.

Πίνακας 7.46 Βαθμολογία ερωτήσεων κατανόησης

Περιβάλλον	VAR(0-4)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Ερωτήσεις κατανόησης	72	1	4	3,38	,971
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Ερωτήσεις κατανόησης	78	2	4	3,59	,692

Σχήμα 7.23 Βαθμολογία ερωτήσεων κατανόησης

Πίνακας 7.47 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για τη βαθμολογία των ερωτήσεων κατανόησης

	Ερωτήσεις κατανόησης
Z	-1,047
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,295

Πίνακας 7.48 ANCOVA μεταξύ περιβαλλόντων για την βαθμολογία των ερωτήσεων κατανόησης με συμμεταβλητή τη βαθμολογία στο pre-test

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: KATANOHS						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	6,295 ^a	2	3,148	4,666	,011	,060
Intercept	257,730	1	257,730	382,003	,000	,722
PRE_TEST	4,569	1	4,569	6,772	,010	,044
Perivallon_2	,534	1	,534	,791	,375	,005
Error	99,178	147	,675			
Total	1929,000	150				
Corrected Total	105,473	149				
a. R Squared = ,060 (Adjusted R Squared = ,047)						

Η βαθμολογία στο σχήμα κατανόησης ήταν υψηλή και στις δύο ομάδες (3,38 στην ομάδα Π και 3,59 στην ομάδα Ε). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-1,047$, $p=0,295$), αλλά ούτε σύμφωνα με την ANCOVA με συμμεταβλητή την βαθμολογία στο pre-test [$F(1,147)=,791$, $p=,375$, partial eta squared=,005].

7.6.5. Συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα (post-test, σχήμα κατανόησης, ερωτήσεις κατανόησης)

Ως συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα ορίστηκε το άθροισμα των επιμέρους βαθμολογιών στα:

- post-test (0-4)
- σχήμα κατανόησης (0-8)
- ερωτήσεις κατανόησης (0-4)

Ο Πίνακας 7.49 παρουσιάζει τη μέση βαθμολογία στο συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα, η κυμαινόταν μεταξύ 0-16.

Πίνακας 7.49 Βαθμολογία συνολικού μαθησιακού αποτελέσματος

Περιβάλλον	VAR(0-16)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα	72	7,0	16,0	14,222	2,20896
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα	78	8,0	16,0	14,615	2,01443

Σχήμα 7.24 Βαθμολογία συνολικού μαθησιακού αποτελέσματος

Πίνακας 7.50 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για το συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα

	Συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα
Z	-1,324
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,185

Πίνακας 7.51 ANCOVA μεταξύ περιβαλλόντων για την βαθμολογία του συνολικού μαθησιακού αποτελέσματος με συμμεταβλητή τη βαθμολογία στο pre-test

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: KATANOESH_KAI_SXIMA_KAI_POST_TEST						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	83,441 ^a	2	41,721	10,551	,000	,126
Intercept	4423,084	1	4423,084	1118,608	,000	,884
PRE_TEST	77,654	1	77,654	19,639	,000	,118
Perivallon_2	,010	1	,010	,002	,960	,000
Error	581,252	147	3,954			
Total	31884,000	150				
Corrected Total	664,693	149				

a. R Squared = ,126 (Adjusted R Squared = ,114)

Το συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα ήταν υψηλό και στις δύο ομάδες (14,22 στην ομάδα Π και 14,61 στην ομάδα Ε). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z = -1,324$, $p = 0,185$), αλλά ούτε σύμφωνα με την ANCOVA με συμμεταβλητή την βαθμολογία στο pre-test [$F(1,147) = ,002$, $p = ,960$, partial eta squared = ,000]. Αυτό υποδεικνύει ότι το συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα δεν διαφέρει στα δύο περιβάλλοντα.

7.7. Αίσθηση παρουσίας

7.7.1. Χωρική Παρουσία (TPI)

Ο Πίνακας 7.52 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του TPI για τη διάσταση της χωρικής παρουσίας (spatial presence) στην ομάδα Ε.

Πίνακας 7.52 Χωρική παρουσία (TPI)

Περιβάλλον	VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	36. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα αντικείμενα και οι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες ερχόταν στο μέρος που βρίσκόσουν εσύ; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	1	7	4,82	1,610
	37. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να ακουμπήσεις τα αντικείμενα ή τους ανθρώπους που έβλεπες ή άκουγες; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	1	7	5,17	1,607
	38. Πόσο συχνά, όταν ένα αντικείμενο φαινόταν να έρχεται προς το μέρος σου αισθανόσουν την ανάγκη να το αποφύγεις; (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	78	1	7	3,62	1,853
	39. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρίσκόσουν μέσα στο εικονικό περιβάλλον που είδες; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	1	7	4,95	1,545
	40. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι οι ήχοι ερχόταν από διαφορετικές κατευθύνσεις; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	1	7	3,56	1,664
	41. Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάτι που είδες ή άκουσες; (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	78	1	7	4,38	1,745
	42. Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον: σαν να έβλεπες μια ταινία ή σα να παρακολουθούσες τα γεγονότα από ένα παράθυρο; (1= Ταινία – 7= Παράθυρο)	78	1	7	5,00	1,546
	Χωρική παρουσία(TPI)	78	1,71	6,71	4,5000	1,08937

Σχήμα 7.25 Χωρική παρουσία (TPI)

Ο μέσος όρος της χωρικής παρουσίας ήταν 4,50. Η τιμή αυτή βρίσκεται λίγο πάνω από το μέσο όρο της κλίμακας και υποδεικνύει ότι οι συμμετέχοντες στη δραστηριότητα είχαν μέτρια αίσθηση χωρικής παρουσίας. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο επειδή το SL είναι ένα εικονικό περιβάλλον βασισμένο σε συμβατική τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας (desktop VR) και δεν εκμεταλλεύεται όλες τις διαθέσιμες τεχνολογίες εμπύθισης όπως Head mounted displays, CAVEs, motion capture, οι οποίες μεγιστοποιούν την αίσθηση χωρικής παρουσίας. Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι η χωρική παρουσία ήταν υψηλότερη στην κύρια έρευνα σε σχέση με την πιλοτική (4,25). Ίσως αυτό να οφείλεται στο γεγονός ότι η κύρια έρευνα έλαβε χώρα σε μικρό και κλειστό εικονικό χώρο (12τμ), για τον οποίο έγινε προσπάθεια να προσομοιάζει όσο το δυνατό περισσότερο στον αντίστοιχο πραγματικό.

7.7.2. Κοινωνική Παρουσία (TPI)

Ο Πίνακας 7.53 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του TPI για τη διάσταση της κοινωνικής παρουσίας (social presence – actor within medium (parasocial interaction)).

Πίνακας 7.53 Κοινωνική Παρουσία (TPI)

Περιβάλλον	VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	43. Πόσο συχνά αισθανόσουν ότι οι άνθρωποι που έβλεπες και άκουγες μπορούσαν επίσης να σε βλέπουν και να σε ακούνε; (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	78	2	7	5,74	1,156
	44. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι μπορούσες να αλληλεπιδράσεις με τους ανθρώπους που έβλεπες ή άκουγες; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	3	7	5,72	,952

45. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι εσύ και οι άλλοι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες, αφήσατε το πραγματικό μέρος που βρισκόσασταν και μεταφερθήκατε σε ένα άλλο (εικονικό περιβάλλον); (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	1	7	5,08	1,518
46. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι εσύ και οι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες βρισκόσαστε μαζί στο ίδιο μέρος; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	2	7	5,71	1,106
47. Πόσο συχνά αισθανόσουν ότι κάποιος που έβλεπες/άκουγες μιλούσε απευθείας σε σένα; (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	78	1	7	5,74	1,086
48. Πόσο συχνά ήθελες να έχεις ή είχες οπτική επαφή με κάποιον/α που είδες ή άκουσες; (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	78	1	7	4,44	1,672
49. Η οπτική/ακουστική επαφή με έναν άνθρωπο με τη βοήθεια ενός μέσου συνιστά μια αλληλεπίδραση με αυτόν. Πόσο έλεγχο αισθανόσουν ότι είχες στην αλληλεπίδραση σου με τους ανθρώπους που έβλεπες ή άκουγες στο εικονικό περιβάλλον; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	1	7	5,17	1,037
Κοινωνική παρουσία(TPI)	78	2,71	6,86	5,3700	,77238

2. Περιβάλλον δραστηριότητας

ΕΙΚΟΝΙΚΟ

Σχήμα 7.26 Κοινωνική Παρουσία (TPI)

Ο μέσος όρος της κοινωνικής παρουσίας ήταν 5,37, στα επίπεδα της πιλοτικής έρευνας. Η τιμή αυτή είναι αρκετά πάνω από το μέσο όρο της κλίμακας και αρκετά μεγαλύτερη από αυτή της χωρικής παρουσίας. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στην εγγενή κοινωνική φύση του SL, το οποίο είναι

ένα εικονικό περιβάλλον πολλών χρηστών το οποίο ευνοεί την κοινωνική αλληλεπίδραση. Επίσης η συνεργατική φύση της μαθησιακής δραστηριότητας συνεισφέρει στην αύξηση της κοινωνικής παρουσίας.

7.7.3. Εμπλοκή (TPI)

Ο Πίνακας 7.54 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του TPI για τη διάσταση της εμπλοκής – νοητικής εμβύθισης (engagement - mental immersion).

Πίνακας 7.54 Εμπλοκή (TPI)

Περιβάλλον	VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	50. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι είχες «εμβυθιστεί» στο εικονικό περιβάλλον; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	2	7	5,41	1,445
	51. Πόσο ένιωσες να εμπλέκεσαι στην εμπειρία; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	2	7	5,81	1,185
	52. Σε ποιο βαθμό ένιωθες τις αισθήσεις σου να εμπλέκονται στο εικονικό περιβάλλον; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	2	7	5,27	1,296
	53. Σε ποιο βαθμό βίωσες την εμπειρία στο εικονικό περιβάλλον ως πραγματική; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	1	7	5,00	1,477
	54. Πόσο χαλαρωτική ή διεγερτική θα χαρακτήριζες την εμπειρία; (1=πολύ χαλαρωτική – 7= Πολύ διεγερτική)	78	3	7	5,21	1,049
	55. Πόσο ενδιαφέρουσα ήταν η δραστηριότητα; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	2	7	6,14	1,102
	Εμπλοκή(TPI)	78	2,83	7,00	5,4722	1,06242

Σχήμα 7.27 Εμπλοκή (TPI)

Ο μέσος όρος της εμπλοκής των συμμετεχόντων στο εικονικό περιβάλλον ήταν υψηλός 5,47, σε συμφωνία με το αντίστοιχο αποτέλεσμα της πιλοτικής έρευνας. Οι συμμετέχοντες **θεώρησαν τη δραστηριότητα πολύ ενδιαφέρουσα** (ερ. 55=6,14). Το αποτέλεσμα αυτό υποδεικνύει ότι ο σχεδιασμός της εκπαιδευτικής δραστηριότητας με βάση τη ΜΒΠ εμπλέκει τους συμμετέχοντες στην εκπαιδευτική δραστηριότητα. Η εμπλοκή συσχετίζεται θετικά με την ικανοποίησή των συμμετεχόντων και το μαθησιακό αποτέλεσμα (Lee, et al., 2010).

7.7.4. Κοινή εμπλοκή (κοινή διάσταση και στα 2 περιβάλλοντα)

Η Κοινή εμπλοκή προκύπτει από ένα υποσύνολο ερωτήσεων (51,54,55) της διάστασης *Εμπλοκή* του ΤΡΙ, οι οποίες έχουν νόημα και στα δύο περιβάλλοντα. Ο Πίνακας 7.55 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων για τη κοινή εμπλοκή στα δύο περιβάλλοντα.

Πίνακας 7.55 Κοινή εμπλοκή (κοινή διάσταση και στα 2 περιβάλλοντα)

	VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	51. Πόσο ένιωσες να εμπλέκεσαι στην εμπειρία; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	72	2	7	5,67	1,565
	54. Πόσο χαλαρωτική ή διεγερτική θα χαρακτήριζες την εμπειρία; (1=πολύ χαλαρωτική – 7= Πολύ διεγερτική)	72	2	7	5,53	1,300
	55. Πόσο ενδιαφέρουσα ήταν η δραστηριότητα; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	72	2	7	6,18	1,142
	Κοινή εμπλοκή	72	2,33	7,00	5,7917	1,12510
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	51. Πόσο ένιωσες να εμπλέκεσαι στην εμπειρία; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	2	7	5,81	1,185
	54. Πόσο χαλαρωτική ή διεγερτική θα χαρακτήριζες την εμπειρία; (1=πολύ χαλαρωτική – 7= Πολύ διεγερτική)	78	3	7	5,21	1,049
	55. Πόσο ενδιαφέρουσα ήταν η δραστηριότητα; (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	78	2	7	6,14	1,102
	Κοινή εμπλοκή	78	2,67	7,00	5,7179	,95358

Σχήμα 7.28 Κοινή εμπλοκή (κοινή διάσταση και στα 2 περιβάλλοντα)

Πίνακας 7.56 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την κοινή εμπλοκή

	Κοινή εμπλοκή
Z	-1,008
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,313

Η κοινή εμπλοκή κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα και στις δύο ομάδες (5,79 στην Π και 5,71 στην Ε) και δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-1,008$, $p=0,313$). Αυτό υποδεικνύει ότι και τα δύο περιβάλλοντα είναι το ίδιο ικανά να εμπλέξουν τους συμμετέχοντες σε δραστηριότητες ΜΒΠ.

7.7.5. Κοινωνικός Πλούτος (TPI)

Ο Πίνακας 7.57 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του TPI για τη διάσταση του κοινωνικού πλούτου (Social richness). Ο κοινωνικός πλούτος αξιολογεί το κατά πόσο οι χρήστες ενός περιβάλλοντος ή μέσου επικοινωνίας, το εκλαμβάνουν ως κατάλληλο για διαπροσωπική επικοινωνία (Lombard, et al., 2009). Ο κοινωνικός πλούτος έχει νόημα και στα δύο περιβάλλοντα.

Πίνακας 7.57 Κοινωνικός Πλούτος (TPI)

Περιβάλλον	VAR	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	56. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Απόμακρη – 7=Άμεση)	72	2	7	6,21	1,100
	57. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Ουδέτερη - 7=Συναισθηματικά φορτισμένη)	72	1	7	4,88	1,373
	58. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Παθητική – 7=Αλληλεπιδραστική)	72	2	7	6,18	,954
	59. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Στατική - 7=Ζωντανή)	72	2	7	6,26	1,175

	60. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Απρόσωπη - 7=Προσωπική)	72	2	7	5,94	1,197
	61. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Χωρίς ευαισθησία - 7=Με ευαισθησία)	72	1	7	4,65	1,549
	62. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Μη κοινωνική - 7=Κοινωνική)	72	3	7	5,96	1,168
	Κοινωνικός πλούτος (TPI)	72	2,29	7,00	5,7262	,89480
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	56. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Απόμακρη - 7=Άμεση)	78	1	7	5,83	1,283
	57. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Ουδέτερη - 7=Συναισθηματικά φορτισμένη)	78	1	7	4,95	1,404
	58. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Παθητική - 7=Αλληλεπιδραστική)	78	2	7	6,23	,966
	59. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Στατική - 7=Ζωντανή)	78	2	7	5,82	1,181
	60. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Απρόσωπη - 7=Προσωπική)	78	1	7	5,29	1,433
	61. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Χωρίς ευαισθησία - 7=Με ευαισθησία)	78	1	7	4,47	1,430
	62. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία: (1=Μη κοινωνική - 7=Κοινωνική)	78	1	7	5,24	1,653
	Κοινωνικός πλούτος (TPI)	78	2,00	7,00	5,4066	1,02631

Σχήμα 7.29 Κοινωνικός Πλούτος (TPI)

Πίνακας 7.58 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την

	Κοινωνικός πλούτος
Z	-2,055
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,040

Ο κοινωνικός πλούτος βρέθηκε υψηλός και στα δύο περιβάλλοντα (5,72 στην ομάδα Π και 5,40 στην ομάδα Ε), αλλά υψηλότερος στο πραγματικό. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-2,055$, $p=0,040$). Το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο: το πραγματικό υπερτερεί σε κοινωνικό πλούτο αφού είναι πιο άμεσο, ζωντανό και αλληλεπιδραστικό ενώ το εικονικό αποτελεί μια περιορισμένη προσομοίωση του.

7.7.6. Κοινωνικός Ρεαλισμός (TPI)

Ο Πίνακας 7.59 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτήσεων του TPI για τη διάσταση του κοινωνικού ρεαλισμού (Social Realism).

Πίνακας 7.59 Κοινωνικός Ρεαλισμός (TPI)

Περιβάλλον	VAR (1= Διαφωνώ απόλυτα – 7= Συμφωνώ απόλυτα)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	63. Οι δραστηριότητες που συνέβησαν στο εικονικό περιβάλλον συμβαίνουν και στον πραγματικό κόσμο.	78	1	7	5,38	1,605
	64. Οι δραστηριότητες που συνέβησαν στο εικονικό περιβάλλον θα μπορούσαν να συμβούν και στον πραγματικό κόσμο.	78	2	7	6,00	1,269
	65. Ο τρόπος που συνέβησαν οι δραστηριότητες στο εικονικό περιβάλλον μοιάζει πολύ με τον τρόπο που συμβαίνουν και στον πραγματικό κόσμο.	78	2	7	5,45	1,411
	Κοινωνικός Ρεαλισμός(TPI)	78	1,67	7,00	5,6111	1,24886

Σχήμα 7.30 Κοινωνικός Ρεαλισμός (TPI)

Ο κοινωνικός ρεαλισμός είναι υψηλός στο εικονικό περιβάλλον (5,61). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι είναι ο κοινωνικός ρεαλισμός είναι υψηλότερος στην κύρια έρευνα σε σχέση με την πιλοτική (5,47). Αυτό, ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι το εικονικό περιβάλλον της κύριας έρευνας ήταν ακριβές αντίγραφο ενός πραγματικού χώρου, σε αντίθεση με το εικονικό περιβάλλον της πιλοτικής έρευνας που ήταν συνθετικό (σχεδιάστηκε από τον ερευνητή).

7.8. Ευχρηστία

Για να αξιολογηθεί η ευχρηστία του περιβάλλοντος και των αντικειμένων της δραστηριότητας, τέθηκαν στους συμμετέχοντες ερωτήσεις σχετικά με:

- την καταλληλότητα του περιβάλλοντος
- την αντίληψη τους στο περιβάλλον
- το χειρισμό των αντικειμένων
- τον χειρισμό των χαράκων
- τη χρησιμότητα και το χειρισμό του κοινόχρηστου πίνακα
- τη δυνατότητα εστίασης της προσοχής
- την ποιότητα της κίνησης και του ήχου

7.8.1. Καταλληλότητα περιβάλλοντος

Ο Πίνακας 7.60 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την καταλληλότητα του περιβάλλοντος της δραστηριότητας.

Πίνακας 7.60 Καταλληλότητα περιβάλλοντος

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	66. Το περιβάλλον διεξαγωγής της δραστηριότητας σου φάνηκε κατάλληλο;	72	2	7	6,06	1,060
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	66. Το εικονικό περιβάλλον διεξαγωγής της δραστηριότητας σου φάνηκε κατάλληλο;	78	2	7	5,87	1,121

Σχήμα 7.31 Καταλληλότητα περιβάλλοντος

Πίνακας 7.61 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την καταλληλότητα του περιβάλλοντος

	66. Το (εικονικό) περιβάλλον διεξαγωγής της δραστηριότητας σου φάνηκε κατάλληλο;
Z	-1,124
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,261

Το περιβάλλον της δραστηριότητας θεωρήθηκε κατάλληλο και στις δύο ομάδες (6,06 στην ομάδα Π και 5,87 στην ομάδα Ε). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-1,124$, $p=0,261$).

7.8.2. Αντίληψη στο περιβάλλον

Ο Πίνακας 7.62 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την αντίληψή τους στο περιβάλλον της δραστηριότητας.

Πίνακας 7.62 Αντίληψη στο περιβάλλον

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	67. Είχες καλή αντίληψη των αντικειμένων, του ρόλου τους και του στόχου που έπρεπε να καταφέρεις;	72	1	7	5,44	1,299
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	67. Είχες καλή αντίληψη των αντικειμένων, του ρόλου τους και του στόχου που έπρεπε να καταφέρεις;	78	3	7	5,81	1,129

Σχήμα 7.32 Αντίληψη στο περιβάλλον

Πίνακας 7.63 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την αντίληψη στο περιβάλλον

	67. Είχες καλή αντίληψη των αντικειμένων, του ρόλου τους και του στόχου που έπρεπε να καταφέρεις;
Z	-1,740
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,082

Οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων είχαν καλή αντίληψη των αντικειμένων, του ρόλου τους και του στόχου που έπρεπε να καταφέρουν (5,44 στην ομάδα Π και 5,81 στην ομάδα Ε). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-1,740$, $p=0,082$).

7.8.3. Χειρισμός αντικειμένων

Ο Πίνακας 7.64 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την ευκολία χρήσης των αντικειμένων της δραστηριότητας.

Πίνακας 7.64 Χειρισμός αντικειμένων

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	68. Ο χειρισμός των αντικειμένων της δραστηριότητας ήταν εύκολος;	72	2	7	5,72	1,224
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	68. Ο χειρισμός των αντικειμένων της δραστηριότητας ήταν εύκολος;	78	1	7	5,50	1,256

Σχήμα 7.33 Χειρισμός αντικειμένων

Πίνακας 7.65 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για το χειρισμό των αντικειμένων

	68. Ο χειρισμός των αντικειμένων της δραστηριότητας ήταν εύκολος;
Z	-1,336
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,182

Ο χειρισμός των αντικειμένων ήταν εύκολος και στα δύο περιβάλλοντα (5,72 στο πραγματικό και 5,50 στο εικονικό). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-1,336$, $p=0,182$).

7.8.4. Χειρισμός χαράκων

Ο Πίνακας 7.66 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την ευκολία μέτρησης αποστάσεων με τους χάρακες.

Πίνακας 7.66 Χειρισμός χαράκων

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	69. Η μέτρηση της απόστασης ήταν εύκολη με τους χάρακες;	72	1	7	5,50	1,245
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	69. Η μέτρηση της απόστασης ήταν εύκολη με τους χάρακες;	78	1	7	5,47	1,214

Σχήμα 7.34 Χειρισμός χαράκων

Πίνακας 7.67 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για το χειρισμό των χαράκων

	69. Η μέτρηση της απόστασης ήταν εύκολη με τους χάρακες;
Z	-0,186
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,853

Οι μετρήσεις αποστάσεων με τους χάρακες ήταν εύκολες και στα δύο περιβάλλοντα (5,50 στο πραγματικό και 5,47 στο εικονικό). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-0,186$, $p=0,853$).

7.8.5. Χρησιμότητα και χειρισμός κοινόχρηστου πίνακα

Ο Πίνακας 7.68 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη χρησιμότητα του κοινόχρηστου πίνακα.

Πίνακας 7.68 Χρησιμότητα πίνακα

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	72. Σου φάνηκε χρήσιμη η ύπαρξη του πίνακα (whiteboard) ως μέσου ανταλλαγής ιδεών;	72	2	7	6,57	1,019
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	72. Σου φάνηκε χρήσιμη η ύπαρξη του πίνακα (whiteboard) ως μέσου ανταλλαγής ιδεών;	78	2	7	6,35	1,091

Σχήμα 7.35 Χρησιμότητα πίνακα

Πίνακας 7.69 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για τη χρησιμότητα του πίνακα

	72. Σου φάνηκε χρήσιμη η ύπαρξη του πίνακα (whiteboard) ως μέσου ανταλλαγής ιδεών;
Z	-1,888
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,059

Οι συμμετέχοντες και στα δύο περιβάλλοντα βρήκαν πολύ χρήσιμη την ύπαρξη του πίνακα ως μέσου ανταλλαγής ιδεών (6,57 στο πραγματικό και 6,35 στο εικονικό). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-1,888$, $p=0,059$).

Μάλιστα είναι πολύ εμφανής η διαφορά με τη χρησιμότητα του πίνακα της πιλοτικής έρευνας (4,57). Αυτό δείχνει ότι η επιλογή του scribbler για την υλοποίηση του κοινόχρηστου πίνακα ήταν επιτυχής και βελτίωσε θεαματικά τη χρησιμότητά του σε σχέση με τον πίνακα της πιλοτικής έρευνας.

Ο Πίνακας 7.70 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την ευκολία χρήσης του κοινόχρηστου πίνακα βασισμένου στο scribbler (μόνο στο εικονικό περιβάλλον).

Πίνακας 7.70 Χειρισμός εικονικού πίνακα

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	98. Πόσο εύκολα μπορούσες να χειρίζεσαι τον πίνακα (whiteboard), δηλαδή να δημιουργείς σχήματα, να τα τροποποιείς ή να τα διαγράφεις;	78	2	7	5,40	1,188

Σχήμα 7.36 Χειρισμός εικονικού πίνακα

Η χρήση του κοινόχρηστου πίνακα με βάση το scribbler ήταν αρκετά εύκολη (5,40) για τους συμμετέχοντες στην ομάδα Ε.

7.8.6. Δυνατότητα εστίασης της προσοχής

Ο Πίνακας 7.71 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με το πόσο εύκολα μπορούσαν να εστιάσουν την προσοχή του συνεργάτη τους σε κάτι που ήθελαν.

Πίνακας 7.71 Εστίαση προσοχής

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	73. Πόσο εύκολα μπορούσες να εστιάσεις την προσοχή του συνεργάτη σου σε κάτι που ήθελες;	72	2	7	5,74	1,233
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	73. Πόσο εύκολα μπορούσες να εστιάσεις την προσοχή του συνεργάτη σου σε κάτι που ήθελες;	78	1	7	5,90	1,212

Σχήμα 7.37 Εστίαση προσοχής

Πίνακας 7.72 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβάλλοντων για την εστίαση της προσοχής

	73. Πόσο εύκολα μπορούσες να εστιάσεις την προσοχή του συνεργάτη σου σε κάτι που ήθελες;
Z	-0,913
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,361

Οι συμμετέχοντες και στα δύο περιβάλλοντα, μπορούσαν να εστιάσουν την προσοχή του συνεργάτη τους εκεί που ήθελαν, αρκετά εύκολα (5,74 στο πραγματικό και 5,90 στο εικονικό). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-0,913$, $p=0,361$).

Το αποτέλεσμα αυτό είναι μάλλον απρόσμενο, δεδομένου ότι οι δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας (π.χ. δεικτικές χειρονομίες) των avatars του SL είναι περιορισμένες. Ενδεχομένως οι δυνατότητες αυτές να αναπληρωνόταν με λεκτική επικοινωνία.

7.8.7. Ποιότητα κίνησης-ήχου

Ο Πίνακας 7.73 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ομάδα Ε σχετικά με την ποιότητα της κίνησης και του ήχου.

Πίνακας 7.73 Ποιότητα κίνησης-ήχου

Περιβάλλον	VAR (1= Πολύ κακή – 7= Πολύ καλή)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	82. Πως ήταν η ποιότητα της κίνησης;	78	1	7	4,73	1,053
	83. Πως ήταν η ποιότητα του ήχου;	78	2	7	5,72	1,115

Σχήμα 7.38 Ποιότητα κίνησης

Σχήμα 7.39 Ποιότητα ήχου

Η ποιότητα της κίνησης θεωρήθηκε μέτρια (4,73), ίσως λόγω της καταγραφής της οθόνης, η οποία καταναλώνει πολλούς υπολογιστικούς πόρους. Η ποιότητα του ήχου θεωρήθηκε υψηλή (5,72).

Συμπερασματικά, η ευχρηστία ήταν υψηλή και στα δύο περιβάλλοντα και δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Αυτό υποδεικνύει ότι το περιβάλλον του SL μπορεί να αποτελέσει ένα εύχρηστο εναλλακτικό εικονικό περιβάλλον για την υλοποίηση ΜΒΠ.

7.9. Συνεργασία

Ο Πίνακας 7.74 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την ικανοποίησή τους από τη συνεργασία τους στα πλαίσια της δραστηριότητας.

Πίνακας 7.74 Ικανοποίηση από συνεργασία

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	70. Πόσο ικανοποιητική βρήκες τη συνεργασία σου με τον/την άλλον/η;	72	1	7	5,93	1,476
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	70. Πόσο ικανοποιητική βρήκες τη συνεργασία σου με τον/την άλλον/η;	78	3	7	6,21	,985

Σχήμα 7.40 Ικανοποίηση από συνεργασία

Πίνακας 7.75 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την ικανοποίηση από τη συνεργασία

	70. Πόσο ικανοποιητική βρήκες τη συνεργασία σου με τον/την άλλον/η;
Z	-0,443
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,658

Οι συμμετέχοντες και στις δύο ομάδες βρήκαν τη συνεργασία τους πολύ ικανοποιητική (5,93 στην ομάδα Π και 6,21 στην ομάδα Ε). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-0,443$, $p=0,658$).

7.10. Βοήθεια

7.10.1. Χρησιμότητα επιβλέποντα

Ο Πίνακας 7.76 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη χρησιμότητα του επιβλέποντα.

Πίνακας 7.76 Χρησιμότητα επιβλέποντα

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	74. Σε ποιο βαθμό βρήκες χρήσιμη την παρουσία του επιβλέποντα;	72	2	7	6,29	1,067
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	74. Σε ποιο βαθμό βρήκες χρήσιμη την παρουσία του επιβλέποντα;	78	4	7	6,31	,795

Σχήμα 7.41 Χρησιμότητα επιβλέποντα

Πίνακας 7.77 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για τη χρησιμότητα του επιβλέποντα

	74. Σε ποιο βαθμό βρήκες χρήσιμη την παρουσία του επιβλέποντα;
Z	-0,700
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,484

Οι συμμετέχοντες και στα δύο περιβάλλοντα βρήκαν πολύ χρήσιμη την παρουσία του επιβλέποντα (6,29 στο πραγματικό και 6,31 στο εικονικό). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-0,700$, $p=0,484$).

7.10.2. Ανάγκη βοήθειας

Ο Πίνακας 7.78 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με το πόσο συχνά ένιωσαν την ανάγκη να ζητήσουν βοήθεια από τον επιβλέποντα.

Πίνακας 7.78 Ανάγκη βοήθειας

Περιβάλλον	VAR (1= Ποτέ – 7= Πάντα)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	75. Πόσο συχνά ένιωσες την ανάγκη να ζητήσεις βοήθεια από τον επιβλέποντα;	72	2	7	4,85	1,274
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	75. Πόσο συχνά ένιωσες την ανάγκη να ζητήσεις βοήθεια από τον επιβλέποντα;	78	2	7	4,62	1,470

Σχήμα 7.42 Ανάγκη βοήθειας

Πίνακας 7.79 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την ανάγκη βοήθειας

	75. Πόσο συχνά ένιωσες την ανάγκη να ζητήσεις βοήθεια από τον επιβλέποντα;
Z	-0,910
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,363

Οι συμμετέχοντες και στα δύο περιβάλλοντα ένιωθαν μέτρια την ανάγκη να ζητήσουν βοήθεια από τον επιβλέποντα (4,85 στο πραγματικό και 4,62 στο εικονικό). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-0,910$, $p=0,363$).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι αν και οι συμμετέχοντες δεν αισθανόταν συχνά την ανάγκη να ζητήσουν βοήθεια από τον επιβλέποντα, θεώρησαν πολύ χρήσιμη την παρουσία του.

7.11. Αληθοφάνεια – Δυνατότητες ΜΛΕ

Ο Πίνακας 7.80 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ομάδα Ε, σχετικά με την ικανοποίηση από την αληθοφάνεια του περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.80 Αληθοφάνεια περιβάλλοντος

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	76. Σε ικανοποίησε ο βαθμός αληθοφάνειας του περιβάλλοντος;	78	3	7	5,95	,979

Σχήμα 7.43 Αληθοφάνεια περιβάλλοντος

Ο βαθμός αληθοφάνειας του περιβάλλοντος ικανοποίησε τους συμμετέχοντες (5,95). Το αποτέλεσμα αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με το αντίστοιχο της πιλοτικής έρευνας και υποδεικνύει ότι η αληθοφάνεια που προσφέρουν οι γραφικές δυνατότητες του SL, επαρκεί για την υλοποίηση δραστηριοτήτων ΜΒΠ.

Ο Πίνακας 7.81 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ομάδα Ε, σχετικά με τις δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας που προσφέρει το SL.

Πίνακας 7.81 Δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	77. Σε ποιο βαθμό θεωρείς ότι η εμφάνιση των ανθρώπων που έβλεπες στο εικονικό περιβάλλον αντιστοιχούσε σε αυτή των πραγματικών τους χειριστών;	78	1	7	4,40	1,790
	78. Σε ποιο βαθμό θεωρείς ότι οι κινήσεις των ανθρώπων που έβλεπες στο εικονικό περιβάλλον αντιστοιχούσαν σε αυτές των πραγματικών τους χειριστών;	78	1	7	4,47	1,617

	79. Σε ποιο βαθμό σε ικανοποίησαν οι δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας (γλώσσα του σώματος, εκφράσεις προσώπου) που διαθέτουν οι εικονικοί άνθρωποι στο <i>Second Life</i> ;	78	1	6	3,49	1,601
	80. Σε ποιο βαθμό θα επιθυμούσες ο εικονικός άνθρωπος που σε αντιπροσωπεύει (<i>avatar</i>) να αναπαράγει τις πραγματικές κινήσεις του σώματός σου (π.χ. στρίψιμο του κεφαλιού ή κίνηση των χεριών);	78	1	7	5,69	1,426
	81. Σε ποιο βαθμό θα επιθυμούσες ο εικονικός άνθρωπος που σε αντιπροσωπεύει (<i>avatar</i>) να αναπαράγει τις πραγματικές κινήσεις του προσώπου σου (π.χ. χαμόγελο, κίνηση φρυδιών);	78	1	7	5,46	1,726

Η αληθοφάνεια και οι δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας των *avatars*, ικανοποίησαν μέτρια τους συμμετέχοντες, οι οποίοι θα επιθυμούσαν περισσότερες τέτοιες δυνατότητες. **Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αντίστοιχα της πιλοτικής έρευνας και υποδεικνύουν την ανάγκη για υποστήριξη περισσότερων δυνατοτήτων μη λεκτικής επικοινωνίας στο SL.** Αυτό θα μπορούσε να επιτευχτεί με τη βοήθεια τεχνολογιών αναγνώρισης προσώπου και σώματος (*head & body tracking*) που βασίζονται στη χρήση απλών ή εξειδικευμένων καμερών (*webcameras, 3d cameras*).

7.12. Συνολική εμπειρία

Ο Πίνακας 7.82 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την ευχαρίστησή τους από τη δραστηριότητα.

Πίνακας 7.82 Ευχαρίστηση από την δραστηριότητα

Περιβάλλον	VAR (1= Καθόλου – 7= Πάρα Πολύ)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	85. Συνολικά πόσο ευχάριστη θα χαρακτήριζες τη δραστηριότητα;	72	2	7	5,86	1,271
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	85. Συνολικά πόσο ευχάριστη θα χαρακτήριζες τη δραστηριότητα;	78	3	7	6,09	,969

Σχήμα 7.44 Ευχαρίστηση από την δραστηριότητα

Πίνακας 7.83 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα

	85. Συνολικά πόσο ευχάριστη θα χαρακτήριζες τη δραστηριότητα;
Z	-0,733
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,464

Οι συμμετέχοντες και στα δύο περιβάλλοντα βρήκαν τη δραστηριότητα πολύ ευχάριστη (5,86 στο πραγματικό και 6,09 στο εικονικό). Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-0,733$, $p=0,464$)

Ο Πίνακας 7.84 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την προτίμησή τους στον τύπο του περιβάλλοντος (πραγματικό-εικονικό), ενώ ο Πίνακας 7.85 παρουσιάζει τις αντίστοιχες συχνότητες.

Πίνακας 7.84 Προτίμηση περιβάλλοντος

Περιβάλλον	VAR (1= Πραγματικό – 7= Εικονικό)	N	Min	Max	Mean	Std. Dev.
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	84. Αν μπορούσες να επιλέξεις μεταξύ των παρακάτω περιβαλλόντων διεξαγωγής της δραστηριότητας: Πραγματικό - Εικονικό, τι θα επέλεγες;	72	1	7	1,86	1,456
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	84. Αν μπορούσες να επιλέξεις μεταξύ των παρακάτω περιβαλλόντων διεξαγωγής της δραστηριότητας: Πραγματικό - Εικονικό, τι θα επέλεγες;	78	1	7	4,40	1,950

Πίνακας 7.85 Συχνότητες προτίμησης περιβάλλοντος

84. Αν μπορούσες να επιλέξεις μεταξύ των παρακάτω περιβαλλόντων διεξαγωγής της δραστηριότητας: Πραγματικό - Εικονικό, τι θα επέλεγες; (1= Πραγματικό – 7= Εικονικό)				
Περιβάλλον	Value	Frequency	Percent	Cumulative Percent
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	1	45	62,5%	62,5%
	2	11	15,3%	77,8%
	3	7	9,7%	87,5%
	4	4	5,6%	93,1%
	5	2	2,8%	95,8%
	6	1	1,4%	97,2%
	7	2	2,8%	100,0%
	Total	72	100,0%	
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	1	10	12,8%	12,8%
	2	5	6,4%	19,2%
	3	8	10,3%	29,5%
	4	16	20,5%	50,0%
	5	13	16,7%	66,7%
	6	12	15,4%	82,1%
	7	14	17,9%	100,0%
	Total	78	100,0%

Σχήμα 7.45 Προτίμηση περιβάλλοντος

Πίνακας 7.86 Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων για την προτίμηση περιβάλλοντος

	84. Αν μπορούσες να επιλέξεις μεταξύ των παρακάτω περιβαλλόντων διεξαγωγής της δραστηριότητας: Πραγματικό - Εικονικό, τι θα επέλεγες;
Z	-7,349
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Οι συμμετέχοντες κάθε ομάδας προτίμησαν τον τύπο περιβάλλοντος στον οποίο είχαν ήδη συμμετάσχει. Η διαφορά μεταξύ των ομάδων είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U test ($Z=-7,349$, $p=0,000$).

Ωστόσο, η προτίμηση των συμμετεχόντων κάθε ομάδας, προς τον αντίστοιχο τύπο περιβάλλοντος, δεν ήταν το ίδιο έντονη:

- Το 62,5% (45 άτομα) της ομάδας Π, επέλεξε με απόλυτη σιγουριά το πραγματικό περιβάλλον (1). Αυτό δείχνει ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες στην ομάδα Π, θεωρούν κατηγορηματικά το πραγματικό περιβάλλον πιο κατάλληλο από το εικονικό. Αυτό είναι λογικό, αφού το εικονικό περιβάλλον αποτελεί μια περιορισμένη προσομοίωση του πραγματικού. Ενδεχομένως όμως, η έντονη αυτή προτίμηση προς στο πραγματικό περιβάλλον, να οφείλεται και στην τεchnοφοβία που χαρακτηρίζει τους ανθρώπους με πιο θεωρητικό υπόβαθρο (η πλειοψηφία της ομάδας Π).
- Οι συμμετέχοντες στην ομάδα Ε ήταν λιγότερο «κατηγορηματικοί» στην επιλογή τους. Αν και κλείνουν στο εικονικό περιβάλλον, μόνο το 17,9% (14 άτομα) το επέλεξε με απόλυτη σιγουριά (7). Αυτό δείχνει ότι οι συμμετέχοντες στην ομάδα Ε, προτιμούν την εικονική εκδοχή του περιβάλλοντος, χωρίς όμως να απορρίπτουν την πραγματική, στην οποία αποκτούν πιο απτές εμπειρίες και έχουν πιο άμεση επικοινωνία.

7.13. Σχόλια συμμετεχόντων

7.13.1. Σχόλια ομάδας Π

Ο Πίνακας 7.87 παρουσιάζει τα σχόλια των συμμετεχόντων στην ομάδα Π.

Πίνακας 7.87 Σχόλια των συμμετεχόντων στην ομάδα Π

1	Το περιβάλλον εργασίας ήταν αρκετά ικανοποιητικό, είχαμε μπροστά μας τα απαραίτητα μέσα για την διεξαγωγή αυτού του πειράματος(πίνακας, όλα τα στοιχεία για τις εφαιπτόμενες, τα ημίτονα και συνημίτονα καθώς και τις πληροφορίες για τις γωνίες πρόσπτωσης και ανάκλασης, χάρακες).
2	ΘΑ ΠΡΟΤΙΜΟΥΣΑ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩ ΚΑΙ ΤΟ ΛΕΙΖΕΡ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΛΥΣΗΣ!
3	
4	ΓΕΝΙΚΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΗΤΑΝ ΠΟΛΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΚΑΙ ΜΟΥ ΑΡΕΣΕ. ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΗΤΑΝ ΑΡΚΕΤΑ ΚΑΛΟ, ΤΑ ΜΕΣΑ ΠΟΥ ΕΙΧΑΜΕ ΣΤΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΜΑΣ ΤΕΛΕΙΑ...ΚΑΙ Η ΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟΧΟΥ ΘΕΑΜΑΤΙΚΗ! ΔΕΝ ΝΟΜΙΖΩ ΠΩΣ ΥΠΑΡΧΕΙ ΚΑΤΙ ΠΟΥ ΘΑ ΕΠΡΕΠΕ ΝΑ ΒΕΛΤΙΩΘΕΙ.
5	
6	
7	Μου έκανε εντύπωση το γεγονός ότι ο επιβλέπων δεν ήταν απόμακρος και μας έκανε να νιώθουμε άνετα βοηθώντας έμενα και τη συνεργάτη μου όπου χρειαζόμασταν βοήθεια. Συνήθως δεν συμβαίνει το ίδιο σε παρόμοιες διαδικασίες.
8	Το θετικό ήταν η ύπαρξη αντικειμένων όπως ο πίνακας και οι θεωρίες στον τοίχο που είχαν βοηθητικό ρόλο στην δραστηριότητα.
9	Πολύ ωραία δραστηριότητα! Πολύ χρήσιμη η βοήθεια σας!
10	Ήταν μία πολύ ενδιαφέρουσα δραστηριότητα! Ένοιωσα πολύ ευχάριστα που καταφέραμε να τη λύσουμε! Το περιβάλλον ήταν αρκετά καλό και φιλικό, όπως και η συνδρομή του επιβλέποντα.
11	Αμηχανία λόγω παρακολούθησης μέσω κάμερας.
12	Θεωρώ ότι η όλη δραστηριότητα ήταν πολύ καλά σχεδιασμένη από την αρχή ως το τέλος. Είχαμε στη διάθεση μας όλα τα μέσα που μας ήταν απαραίτητα για την επίλυση της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Αυτό που μου έκανε θετική εντύπωση ήταν το γεγονός ότι είχε προβλεφθεί αν βρεθεί το σωστό αποτέλεσμα και το λέιζερ πετύχει το στόχο τότε με ειδικό μηχανισμό ο στόχος έπεφτε.
13	Μου έκανε εντύπωση πως ενώ ήμουν σε θετική κατεύθυνση και είχα καλή γνώση του αντικειμένου στο λύκειο, ένιωθα να τα είχα ξεχάσει και δε μπορούσα να ανταπεξέρθω εύκολα και γρήγορα.
14	Η δραστηριότητα ήταν άκρως ενδιαφέρουσα... Πιο πολύ μου έκανε εντύπωση η πρακτική εφαρμογή του προβλήματος... γι' αυτό και επέλεξα να κάνω την δραστηριότητα στον πραγματικό κόσμο.
15	Αυτό που μου έκανε εντύπωση είναι το γεγονός πως όλα όσα μαθαίναμε στη φυσική και τα μαθηματικά, μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο πολύ στη πραγματικότητα ώστε να κατανοήσουμε και την αιτία που χρειαζόταν να τα διδαχτούμε. Είναι η πρώτη φορά που αντιμετώπισα ένα πρόβλημα πρακτικά και συνειδητοποίησα την χρησιμότητα του.
16	Παρόλο που η διαδικασία μου φαινόταν πολύπλοκη και δύσκολη στην αρχή, ειδικά αν την έκανα μόνη μου, στο τέλος συνειδητοποίησα ότι δεν ήταν και τόσο.
17	Ήταν "απολαυστικός" ο έλεγχος του αποτελέσματος με την άμεση εφαρμογή του.
18	Η αίθουσα σου θύμιζε ότι πρόκειται να συμμετάσχεις σε πείραμα. Μη οικείος χώρος. Άγχος

	,επίσης, προκαλούσε σε μικρό βαθμό και το γεγονός ότι βιντεοσκοπούταν η διαδικασία.
19	ΗΤΑΝ ΠΟΛΥ ΕΥΧΑΡΙΣΤΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ.ΜΕ ΒΟΗΘΗΣΕ ΣΤΟ ΝΑ ΘΥΜΗΘΩ ΚΑΠΟΙΑ ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΣΤΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ.
20	
21	ΑΡΚΕΤΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΑΝ ΚΑΙ ΗΤΑΝ ΦΑΝΤΑΖΕ ΚΑΠΩΣ ΠΕΡΙΠΛΟΚΟ ΜΕΧΡΙ ΝΑ ΒΡΟΥΜΕ ΤΗΝ ΑΡΧΗ!!!
22	Μέσα από ένα απλό πείραμα αντιληφθήκαμε βασικές έννοιες των μαθηματικών και της φυσικής. Δεν νομίζω ότι υπάρχει κάτι να βελτιωθεί.
23	
24	
25	Μου άρεσε πολύ που βοηθήσαμε σ' ένα πείραμα, με ελκυστικό και ενδιαφέροντα τρόπο.
26	
27	Αυτό που μου έκανε ιδιαίτερη εντύπωση ήταν το γεγονός ότι, μετά και το τέλος των υπολογισμών που κάναμε στον πίνακα, δυσκολεύτηκα να πιστέψω ότι το αριθμητικό αποτέλεσμα θα αντιστοιχούσε στην πραγματικότητα, ότι θα ήταν η ζητούμενη γωνία αυτή που τελικά είχαμε βρει.
28	Εντύπωση μου έκανε το γεγονός ότι μέσω μαθηματικών, λογικών υπολογισμών, φτάνεις στην πραγματική λύση.
29	Ευτυχώς κατάφερα να μάθω κάτι σχετικό με τα μαθηματικά και την φυσική χωρίς διάβασμα αλλά εφαρμόζοντάς το στην πράξη.
30	Υπήρχαν αναλυτικοί πίνακες τριγωνομετρίας και φυσικής, κάτι που ήταν πολύ θετικό.
31	Ήταν μια ιδιαίτερη εμπειρία και πραγματικά μου προσέφερε επιπλέον γνώσεις στη γεωμετρία και στα μαθηματικά. Κατανόησα κάποιες έννοιες που μέχρι τώρα με μπέρδευαν.
32	Η ύπαρξη κάμερας μου δημιούργησε περισσότερο άγχος. Μου άρεσε πολύ η όλη δραστηριότητα και το γεγονός ότι δεν ήμουν μόνη. Ο βοηθός ήταν ιδιαίτερα χρήσιμος ειδικά για να μας θυμίσει βασικές γεωμετρικές έννοιες. Χάρηκα ιδιαίτερα όταν έπεσε ο στόχος!
33	
34	
35	Ήταν άμεση εμπειρία που βοήθησε πολύ στην κατανόηση των μαθηματικών και φυσικών εννοιών που εμπλέκονται περισσότερο από την απλή ,στατική λύση μιας άσκησης ενός βιβλίου.
36	Ήταν πραγματικά ενδιαφέρουσα εμπειρία και μου θύμισε πράγματα που είχα ξεχάσει γιατί ήταν ύλη που είχα να κοιτάξω 4-5 χρόνια! Γι αυτό ακριβώς θεώρησα χρησιμότερη την παρουσία του επιβλέποντα που μας βοηθούσε σε στιγμές που "κολλάγαμε"!
37	
38	
39	
40	
41	
42	ευχάριστη εμπειρία με δυνατότητα επικοινωνητικής συνεργασίας με τον συνάδελφο. ιδιαίτερα σημαντική η παρουσία του επιβλέποντος. περιττή και λίγο αγχωτική η μαγνητοσκόπηση.
43	η δραστηριότητα ήταν ενδιαφέρουσα και άμεση.Δεν έχω να αναφέρω κάτι αρνητικό.
44	Η ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ
45	Η δραστηριότητα ήταν πολύ ενδιαφέρουσα..... το κλίμα επίσης θετικό και σου δίνει κίνητρα να συνεχίσεις να ψάχνεις την λύση του προβλήματος. Πρόκειται για μια πολύ ωραία εμπειρία.....
46	Πιστεύω ότι το περιβάλλον διεξαγωγής του πειράματος ήταν το καταλληλότερο από όλες τις

	απόψεις. Επίσης, το πείραμα ήταν πολύ ενδιαφέρον και αναπάντεχο. Η συνεργασία μας με τον επιβλέποντα ήταν άριστη. Ελπίζω να γίνουν και άλλα τέτοια ευχάριστα και εποικοδομητικά πειράματα και στο μέλλον! Ευχαριστώ για την εμπειρία!
47	Ήταν μια εμπειρία πάρα πολύ ενδιαφέρουσα, συνεργάστηκα με μία άγνωστη σε μένα κοπέλα επιτυχώς μπορώ να πω και η παρουσία του ερευνητή ήταν πολύτιμη τόσο σε επίπεδο επίλυσης του προβλήματος όσο και στο να νιώθω λιγότερο αγχωμένη με την όλη διαδικασία.
48	Τελικά χρειαζόταν βοήθεια αλλιώς δεν θα τα καταφέρναμε
49	Η εμπειρία ήταν πολύ ενδιαφέρουσα γιατί δεν ασχολούμαστε συχνά με τόσο πρακτικά ζητήματα και ιδιαίτερα Φυσικής.
50	
51	Μου έκανε εντύπωση το πόσο απλή φαινόταν η διαδικασία και πόσο περίπλοκη ήταν να βρούμε τη λύση με πράξεις. Επίσης θεωρώ πολύ θετικό ότι πλέον δεν θα ξεχάσω εύκολα τους νόμους της φυσικής και των μαθηματικών που χρησιμοποιήσαμε για να λύσουμε το πρόβλημα!
52	Ωραία εμπειρία, αρκετά ξεχωριστή που εάν δεν είχαμε το πειραματικό μέρος με την αναπαράσταση και τα εργαλεία (λέιζερ, στόχος και φακός) δεν θα ήταν το ίδιο ωραίο και διασκεδαστικό.
53	Ήταν μία αξιόλογη δραστηριότητα και ενώ αρχικά το άγχος ήταν αρκετό η παρουσία του επιβλέποντα ήταν πολύ σημαντική ώστε να ξεπεραστεί κατά το δυνατόν η αμηχανία και να οδηγηθούμε στη λύση του προβλήματος. Δεν νομίζω ότι θα υπήρχε κάτι που θα έπρεπε να αλλάξει στη διαδικασία.
54	
55	
56	
57	Η ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΟ ΣΥΜΦΟΙΤΗΤΗ ΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΘΑ ΚΡΑΤΗΣΩ.
58	ΜΟΥ ΕΚΑΝΕ ΕΝΤΥΠΩΣΗ Η ΒΟΗΘΕΙΑ ΠΟΥ ΜΟΥ ΠΡΟΣΕΦΕΡΕ Η ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΟ ΣΥΝΑΔΕΛΦΟ ΜΟΥ. ΕΙΜΑΙ ΣΙΓΟΥΡΟΣ ΟΤΙ ΔΥΣΚΟΛΑ ΘΑ ΜΠΟΡΟΥΣΑ ΝΑ ΤΑ ΚΑΤΑΦΕΡΩ ΜΟΝΟΣ
59	Ιδιαίτερη αίσθηση μου προκάλεσε ο μηχανισμός εκείνο που όταν έπεσε πάνω του η δέσμη του laser, ο στόχος έπεσε.
60	-Μου έκανε εντύπωση η ουσιαστική εμπλοκή μου στο πείραμα. -Μου άρεσε η μεταφορά του πειράματος από θεωρητικό σε πρακτικό επίπεδο. -Χάρη στο πείραμα κατανόησα τις έννοιες της φυσικής (ανακλώμενη ακτίνα, πρόσπτωση κ.τ.λ.) τα οποία τα είχα κάπως μπερδεμένα
61	Γενικότερα ήταν θετική ως εμπειρία. Ήταν κάτι διαφορετικό και πολύ ενδιαφέρον, ιδιαίτερα εξαιτίας του κινήτρου (να ρίξουμε τελικά τον στόχο).
62	Γενικά, το πείραμα ήταν μία πάρα πολύ ευχάριστη εμπειρία και θα μου άρεσε να συμμετέχω συχνότερα σε τέτοιου είδους δραστηριότητες. Το μόνο που θα ήθελα να βελτιωθεί είναι ο χώρος διεξαγωγής του πειράματος. Θα ήταν αρκετά καλύτερα αν είχαμε περισσότερο χώρο.
63	
64	Η δραστηριότητα με βοήθησε να εμπεδώσω καλύτερα τον νόμο της αντανάκλασης και τις τριγωνομετρικές εξισώσεις, παρά στο λύκειο που είχα το συγκεκριμένο αντικείμενο σε μαθήματα κατεύθυνσης. Εκτός από το λίγο άγχος που είχα λόγο της κάμερας και μιας πιθανής αποτυχία (το οποίο γρήγορα μου έφυγε) ήταν μια πολύ ευχάριστη η εμπειρία, το διασκέδασα.
65	Μου έκανε θετική εντύπωση η παροχή βοήθειας από πλευράς του επιβλέποντα σε βαθμό που δεν επηρέαζε τη λήψη αποφάσεων από εμένα και τη συνεργατιά μου όσον αφορά στη διεξαγωγή της δραστηριότητας. Δεν έχω να επισημάνω κάτι αρνητικό. Θα ήθελα παρόμοιες δραστηριότητες να αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της διδασκαλίας στο πανεπιστήμιο, καθώς

	οδηγούν στην καλύτερη κατανόηση και εμπέδωση του προβλήματος από πλευράς συμμετεχόντων.
66	Μου έκανε εντύπωση το περιβάλλον, οι συνθήκες και ο τρόπος που λύσαμε την άσκηση. Ήταν ο πιο κατάλληλος για το περιεχόμενο της καθώς με μια μικρή επανάληψη και με λίγη παραπάνω εξάσκηση θα μπορούσαμε να βοηθηθούμε και γενικότερα στην επίλυση τέτοιου είδους ασκήσεων. Επίσης πρώτη φορά μπήκαμε σε τέτοια διαδικασία να λύσουμε ομαδοσυνεργατικά μια τέτοιου είδους άσκηση και αυτό βοήθησε αρκετά.
67	Μου άρεσε που υπολογίσαμε πρώτα στον πίνακα την γωνία περιστροφής του καθρέφτη και ύστερα κληθήκαμε να το εξετάσουμε στην πράξη και να δούμε εάν όντως είχαμε καταλήξει στο σωστό αποτέλεσμα. Ήταν αρκετά ενδιαφέρον για μένα να επιβεβαιώσω και στην πραγματικότητα το αποτέλεσμα.
68	Μου φάνηκε ιδιαίτερα ενδιαφέρον το γεγονός ότι εφαρμόσαμε σε πραγματικό περιβάλλον μια δραστηριότητα που επιλύσαμε στον πίνακα. Στην ελληνική πραγματικότητα η διεξαγωγή πειραμάτων δεν παρατηρείται συχνά στην πρωτοβάθμια κ δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Επομένως, αποτέλεσε για μένα μια πρωτόγνωρη εμπειρία.
69	
70	Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ LASER ΜΟΥ ΕΚΑΝΕ ΕΝΤΥΠΩΣΗ
71	Θεωρώ ότι η βιωματική μάθηση συμβάλλει σε σημαντικό βαθμό στην κατανόηση εννοιών των θετικών επιστημών.
72	

7.13.2. Σχόλια ομάδας Ε

Ο Πίνακας 7.88 παρουσιάζει τα σχόλια των συμμετεχόντων στην ομάδα Ε

Πίνακας 7.88 Σχόλια των συμμετεχόντων στην ομάδα Ε

1	
2	
3	Ήταν πάρα πολύ ωραία εμπειρία!! Ένιωθα ότι εμπλεκόμουν στο εικονικό περιβάλλον και ότι αλληλεπιδρούσα με τα υπόλοιπα άτομα που βρίσκονταν εκεί. Δυσκολεύτηκα λίγο στην χρήση του πίνακα, γιατί δεν μπορούσα εύκολα να δημιουργώ και να διαγράψω αντικείμενα.
4	Μου άρεσε που υπήρχαν οι χάρακες και ο πίνακας γιατί ήταν πολύ χρήσιμα για την διεξαγωγή της δραστηριότητας. Το πείραμα ήταν πολύ έξυπνο και πρακτικό αλλά ο χώρος θα μπορούσε να ήταν λίγο πιο μεγάλος.
5	Μου έκαναν εντύπωση τα εργαλεία και ο τρόπος που χρησιμοποιήθηκαν για να γίνει το πείραμα, ώστε να γίνουν γνωστές οι έννοιες που αντιπροσώπευαν.
6	
7	Ήταν μια πολύ ενδιαφέρουσα δραστηριότητα που θα μπορούσε να γίνει ακόμα καλύτερη αν τα avatar είχαν μεγαλύτερη πλαστικότητα στις κινήσεις τους. Αν και θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε την γραπτή συνομιλία, η προφορική έκανε πολύ πιο εύκολη τη δραστηριότητα. Ο πίνακας διευκόλυνε στην καλύτερη επικοινωνία μιας και μπορούσαμε να σχεδιάσουμε αυτά που σκεφτόμασταν.
8	Ήταν μια αρκετά καλή εμπειρία η οποία μου προκάλεσε πολλές εντυπώσεις. Αρχικά, το εικονικό περιβάλλον και ο χώρος στον οποίο πραγματοποιήθηκε η δραστηριότητα αντιστοιχούσε σε πολύ μεγάλο βαθμό στην πραγματικότητα. Τα αντικείμενα που υπήρχαν μέσα στο χώρο όπως για παράδειγμα η αριθμομηχανή και το λέιζερ ήταν σε μεγάλο βαθμό ρεαλιστικά. Τέλος, η

	εστίαση των αντικειμένων κατά τη γνώμη μου αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο στον χειρισμό του second life και θα ήταν προτιμότερο να βελτιωθεί.
9	Μου έκανε ιδιαίτερη εντύπωση ο μηχανισμός με τον οποίο λειτουργούσε το laser και γενικότερα οι δυνατότητες που προσφέρει το SL για να πραγματοποιηθούν τέτοιου είδους πειράματα, με ακρίβεια στα αποτελέσματα.
10	Ίσως θα μπορούσε η αίθουσα όπου διεξάχθηκε το πείραμα να ήταν πιο ευρύχωρη επειδή αρχικά όταν μπήκα ένιωσα να ασφυκτιώ, στη συνέχεια όμως συνήθισα. Αυτό που μου έκανε εντύπωση ήταν το πως ο στόχος έπεσε όταν στοχεύσαμε με το λέιζερ. Γενικά ήταν μια πολύ ενδιαφέρουσα και πρωτόγνωρη εμπειρία και θα ήθελα να συμμετάσχω σε παρόμοιες δραστηριότητες.
11	
12	Μου άρεσε αρκετά όλη η διαδικασία και ήταν θετικό που χρειαστήκαμε γνώσεις μαθηματικών και φυσικής.
13	
14	Η διαδικασία ήταν πιο ενδιαφέρουσα από ότι περίμενα και αν είχα να επιλέξω, θα προτιμούσα να την κάνω στον εικονικό κόσμο, παρά στον πραγματικό. Αυτό μου έκανε εντύπωση! Χρήσιμη ήταν και η βοήθεια σας, γιατί χρειαζόμασταν λίγη καθοδήγηση τελικά...! Θα ήθελα απλά να ήταν καλύτερη η χρήση του χάρακα, γιατί αργούσε να μετακινηθεί. Ίσως και να ήταν λίγο μεγαλύτερο το δωμάτιο, γιατί ήμασταν τρία άτομα...
15	Να είχαμε τη δυνατότητα περισσότερων κινήσεων! Κατά τ' άλλα το πείραμα ήταν εντυπωσιακό!
16	Γενικά η έρευνα και ο τρόπος διεξαγωγής της ήταν σε πολύ καλό επίπεδο αφού πραγματοποιήθηκε στο εικονικό περιβάλλον.
17	ΩΡΑΙΑ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΑΛΛΑ ΔΕΝ ΗΜΟΥΝ ΑΠΟ ΕΝΑ ΣΗΜΕΙΟ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΗΣΩ ΟΠΩΣ ΗΘΕΛΑ ΕΓΩ ΕΙΧΑ ΠΟΝΟΚΕΦΑΛΟ.ΘΑ ΠΡΟΤΙΜΟΥΣΑ ΝΑ ΤΟ ΚΑΝΩ ΣΤΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΚΟΣΜΟ ΜΕ ΧΑΡΤΙ ΚΑΙ ΣΤΥΛΟ.
18	Το μόνο πράγμα που θα ήθελα ήταν να μπορούσε να κάνει το avatar μου τις κινήσεις και τις εκφράσεις που έκανα κι εγώ (χαμόγελο, κινήσεις σώματος και χεριών)
19	Μου έκανε εντύπωση ο εξοπλισμός και γενικά το δωμάτιο που είχε ακριβώς ο,τι χρειαζόμασταν για να πετύχουμε το σκοπό μας! Πολύ ευχάριστη εμπειρία. Μακάρι να γίνονται και στο μέλλον παρόμοιες δραστηριότητες σε εικονικό περιβάλλον. Έχει ενδιαφέρον. Ευχαριστούμε.
20	Θα ήθελα να αναφέρω ότι η εμπειρία της συνεργασίας μέσα σε ένα εικονικό περιβάλλον ήταν πολύ ενδιαφέρουσα καθώς ο εικονικός κόσμος δίνει την δυνατότητα πραγματοποίησης πειραμάτων που μερικά από αυτά δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν στη πραγματικότητα.
21	ΓΕΝΙΚΑ ΗΤΑΝ ΜΙΑ ΠΟΛΥ ΕΥΧΑΡΙΣΤΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΤΟ ΜΟΝΟ ΠΟΥ ΜΠΟΡΩ ΝΑ ΠΩ ΟΤΙ ΜΕ ΔΥΣΚΟΛΕΨΕ ΗΤΑΝ ΟΤΙ ΔΕΝ ΜΠΟΡΟΥΣΑ ΠΟΛΥ ΕΥΚΟΛΑ ΝΑ ΕΚΦΡΑΣΩ ΑΥΤΟ ΠΟΥ ΣΚΕΦΤΟΜΟΥΝΑ ΜΕ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΧΕΡΙΩΝ ΜΟΥ Κ.Τ.Λ. ΑΛΛΑ ΟΥΤΕ ΝΑ ΤΟ ΚΑΤΑΓΡΑΨΩ ΠΟΛΥ ΕΥΚΟΛΑ ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ!!!!!!!!!!!!!!
22	Ωραία ιδέα, ενδιαφέρουσα, εύκολος χειρισμός του χάρακα, του πίνακα και του λέιζερ.
23	
24	
25	Ήταν μία πολύ ευχάριστη εμπειρία. Αρκετά αγχωτική αρχικά, αλλά με την εύρεση του αποτελέσματος η αίσθηση ικανοποίησης τα επισκίασε όλα.
26	Ήταν αρκετά δύσκολη η χρήση της κάμερας με αποτέλεσμα να χρειάζομαι περισσότερη ώρα για τη ρύθμισή της παρά για τον υπολογισμό στοιχείων.
27	Είναι κάπως δύσκολες οι κινήσεις zoom, αλλά η δραστηριότητα πραγματοποιείται εξ ίσου εύκολα-δύσκολα με την πραγματικότητα. Με λίγη παραπάνω εξοικείωση θα βελτιώνονταν

	πιθανόν και οι καθυστερήσεις όσων αφορά τις κινήσεις.
28	
29	Η όλη εμπειρία ήταν πάρα πολύ ενδιαφέρουσα και ευχάριστη. Η μόνη δυσκολία της δραστηριότητας ήταν ο χειρισμός της κάμερας και το γεγονός ότι ήταν δύσκολη η ακριβής τοποθέτηση των χαράκων στην αρχή του προβλήματος. Βέβαια το πρόβλημα αυτό λύνεται με λίγη εξάσκηση στο second life.
30	
31	
32	Αρκετά ενδιαφέρουσα εμπειρία και πολύ όμορφα στημένο το περιβάλλον. Δεν ήταν καθόλου πληκτική διαδικασία και είδα το second life από μια άλλη οπτική γωνία.
33	Ο ήχος είχε συχνά κάποιες διακοπές, με αποτέλεσμα να δυσκολεύομαι να ακούσω το συνεργάτη μου.
34	Πιστεύω πως αν και η λύση βρέθηκε με ακρίβεια θα μπορούσε η κίνηση των χαράκων να είναι με πιο φυσικό τρόπο (όπως των υπόλοιπων αντικειμένων στο sl). Εμένα προσωπικά δεν μου έδινε σιγουριά η θέση που έπαιρνε ο χάρακας και θα προτιμούσα να μπορώ να επιλέξω και ενδιάμεσες θέσεις... Κατά τα άλλα ήταν μια ευχάριστη και πάρα πολύ ενδιαφέρουσα εμπειρία...
35	
36	
37	Αρκετά ενδιαφέρον το πρόβλημα
38	Αν και βρισκόμασταν σε εικονικό περιβάλλον, ένιωθα να ήταν δίπλα μου ο συνεργάτης μου. Βέβαια, θεωρώ ότι από κοντά η συνεργασία είναι πιο παραγωγική.
39	Δεν υπάρχει κάτι συγκεκριμένο που έπρεπε οπωσδήποτε να ήταν διαφορετικό. Το μόνο "μειονέκτημα" είναι ότι πρέπει διαρκώς να χειριζόμαστε τις κάμερες ταυτόχρονα με ποντίκι και πληκτρολόγιο. Και συχνά, ειδικά όταν υπάρχει το θέμα του χρόνου, είναι ενοχλητικό όταν μπαίνουν άλλα αντικείμενα μπροστά, και πρέπει να ασχοληθούμε με την κάμερα μέχρι να ξεμπλοκάρει. Η άμεση συνομιλία και τα αληθοφανή γραφικά ήταν πολύ ικανοποιητικά και βοηθητικά. Συγχαρητήρια, πολύ καλή δουλειά.
40	Οι εργασίες σε εικονικό κόσμο δίνουν ένα διαφορετικό ενδιαφέρον στην εργασία και την καθιστούν πολύ πιο ευχάριστη.
41	Ήταν ενδιαφέρουσα σαν εμπειρία ωστόσο ίσως όταν υπάρχει επικοινωνία με τον άλλον από κοντά μπορούν να γίνουν πιο εύκολα κατανοητά αυτά που θέλεις να πεις. Γενικά το περιβάλλον βοηθούσε την επικοινωνία και την συνεργασία μεταξύ δύο ατόμων μέσω υπολογιστή, ωστόσο μερικές φορές γίνονται πιο εύκολα κατανοητά σε ένα πραγματικό περιβάλλον.
42	Ο πίνακας που γράφαμε θα ήθελα να είναι από τη μεριά του τραπεζιού ώστε η αποτύπωση στον πίνακα αυτών που βλέπαμε να ήταν πιο εύκολη. Κατά τα άλλα ήταν μια πολύ ευχάριστη εμπειρία και θα ήθελα πολύ να υπάρχουν τέτοιες δραστηριότητες και στις πραγματικές τάξεις. Περισσότερο από όλα μου άρεσε ο πίνακας που είχε τόσες δυνατότητες για να εξηγήσεις το φαινόμενο και δεν ήταν ο κλασσικός με τη κιμωλία.
43	Με εντυπωσίασε ο βαθμός αληθοφάνειας του περιβάλλοντος.
44	
45	Μου έκανε εντύπωση το γεγονός ότι μπόρεσα να συνεργαστώ με ένα άλλο άτομο σε ένα εικονικό περιβάλλον χωρίς δυσκολία, μπορώντας να δείξω αυτό που θέλω αλλά και να εκφράσω την γνώμη μου ή τις απορίες μου στον συνεργάτη μου. Αυτό που πιστεύω θα ήταν προς βελτίωση είναι ο χώρος όπου πιστεύω ότι αν ήταν μεγαλύτερος θα κινούμουν πιο άνετα και η δραστηριότητα θα ήταν πιο εύκολη να πραγματοποιηθεί.
46	Η συνεργασία είτε στο εικονικό, είτε στο πραγματικό περιβάλλον για το συγκεκριμένο

	πρόβλημα, θεωρώ ότι θα είχε τον ίδιο βαθμό δυσκολίας. Σε γενικές γραμμές ένοιωθα σαν να ήμουν μέσα σε αυτό τον χώρο, με την μόνη διαφορά ότι το Avatar δεν είχε την δυνατότητα κινήσεων έκφρασης, όπως να φαίνεται ότι σκέπτεται για παράδειγμα κτλ
47	Η όλη διαδικασία με εντυπωσίασε καθώς ήταν μια πρωτόγνωρη εμπειρία για μένα. Δεν είχα συμμετάσχει ξανά σε πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας και η δυνατότητα αυτή με εξέπληξε θετικά. Επίσης θεώρησα αρκετά σημαντική την συνεργασία που αναπτύχθηκε ανάμεσα στους εμπλεκόμενους της διαδικασίας καθώς μέσω της αλληλεπίδρασης αυτής οδηγηθήκαμε στην επίλυση ενός προβλήματος αναπτύσσοντας παράλληλα τις απόψεις μας.
48	Θεωρώ ότι το εικονικό περιβάλλον ήταν μια πολύ ωραία και πρωτόγνωρη εμπειρία.
49	Ο ήχος θα μπορούσε να ήταν λίγο καλύτερος. Κατά τα άλλα οι συνθήκες (αν εξασκηθείς λιγάκι) είναι εύκολες. Ήταν μια πολύ ωραία εμπειρία, που θα επέλεγα και πάλι αν είχα την ευκαιρία.
50	
51	
52	
53	
54	Ο πίνακας μου έκανε εντύπωση, η αλήθεια είναι πως δεν περίμενα να υπάρχει κάτι τέτοιο και μου άρεσε σαν εργαλείο.
55	
56	ΝΑ ΚΑΝΑΜΕ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ-ΟΧΙ ΜΟΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ.
57	
58	Δεν περίμενα ότι θα καταφέρναμε να καταλάβουμε τι πρέπει να κάνουμε, αλλά και ούτε ότι θα μου άρεσε. Τελικά είναι πολύ όμορφη διαδικασία και πιστεύω ότι θα ήταν ακόμα καλύτερα αν φορούσαμε κάποια γυαλιά και νιώθαμε ότι είμαστε εμείς μέσα στο χώρο.
59	Η δραστηριότητα ήταν πολύ ενδιαφέρουσα και κάτι τελείως διαφορετικό, μου άρεσε γιατί έτσι αναπτύσσεται μια σχέση συνεργασίας μεταξύ μας προκειμένου να φτάσουμε στη λύση του προβλήματος.
60	
61	Πάρα πολύ ενδιαφέρουσα εμπειρία... Πραγματικά κάτι πρωτόγνωρο... Νιώθεις ικανοποίηση όχι απλώς επειδή λύνεις ένα πρόβλημα αλλά και γιατί καταφέρνεις να ανταπεξέλθεις σ' ένα εικονικό περιβάλλον... Συναρπαστικό.. Δεν βαριέσαι ούτε λεπτό... Αν μου δοθεί η ευκαιρία σίγουρα θα το επαναλάβω.
62	Γενικά οτιδήποτε έχει να κάνει με τον υπολογιστή, είτε αυτό είναι κάποιο παιχνίδι είτε κάποια εργασία, το αντιμετωπίζω με αρνητική διάθεση. Ήταν ότι πιο ενδιαφέρον έχω κάνει σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η εμπειρία ήταν συναρπαστική. Μάλιστα, ένιωσα ότι η διαφορά με ότι κι αν κάνεις στην πραγματική σου ζωή είναι πολύ μικρή. Η επικοινωνία ήταν άψογη και ένιωθες να ήσαν οι άνθρωποι με τους οποίους συνεργαζόσουν, δίπλα σου.
63	
64	
65	Ήταν μια πολύ ευχάριστη και διασκεδαστική εμπειρία. Ήρθαμε σε επαφή με το second life, το οποίο δεν γνωρίζαμε, και αδιαμφισβήτητη ήταν μια πολύ ενδιαφέρουσα διαδικασία.
66	Νομίζω ότι μετά από την εργασία αυτή θα αρχίσω να ασχολούμαι με τον εικονικό κόσμο, μου φάνηκε αρκετά ενδιαφέρον και μια εναλλακτική πηγή για την διεξαγωγή του μαθήματος.
67	
68	Η ποιότητα του ήχου θα μπορούσε να ήταν καλύτερη. Δε μου άρεσε που δεν μπορούσα με σιγουριά να καταλάβω αν ο χάρακας είχε μπει στον τοίχο. Ήταν πάντως μια διασκεδαστική

	εμπειρία.
69	
70	Η όλη διαδικασία ήταν πολύ ενδιαφέρουσα και το πιο σημαντικό ήταν ότι θυμήθηκα έννοιες των Μαθηματικών παίζοντας ένα "παιχνίδι"! Το μόνο αρνητικό είναι ότι θα προτιμούσα οι κινήσεις του avatar να είναι πιο άμεσες και ζωντανές.
71	Ήταν μοναδική εμπειρία και ενδιαφέρουσα. Θα την ξαναέκανα ευχαρίστως.
72	Η εμπειρία ήταν μοναδική, σας ευχαριστούμε πολύ!! Προσπάθειες παρακαλώ να γίνουν για να ενσωματωθούν και οι κινήσεις στο second life!
73	
74	
75	
76	
77	Ήταν μια πολύ ευχάριστη δραστηριότητα σε πνεύμα ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας, μου έκανε εντύπωση που μπορέσαμε να λύσουμε ένα τέτοιου είδους μαθηματικό πρόβλημα χρησιμοποιώντας γεωμετρικά όργανα και τύπους φυσικής μέσα από τον εικονικό κόσμο του second life.
78	Ήταν πολύ ωραία εμπειρία! Συνεργαστήκαμε πολύ καλά. Το μόνο αρνητικό με το τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον είναι ότι δε μπορεί να ανταποκριθεί πλήρως στις κινήσεις του σώματος-του συμμετέχοντα.

7.13.3. Ετικέτες σχολίων

Μετά από προσεκτική ανάγνωση των σχολίων, προέκυψε ένα σύνολο θετικών και αρνητικών ετικετών (codes) που τα χαρακτηρίζουν. Σε κάθε σχόλιο, ανάλογα με το περιεχόμενό του, ανατέθηκαν από 0 έως 5 ετικέτες, με στόχο την διερεύνηση των συχνοτήτων τους.

Ο Πίνακας 7.89 παρουσιάζει τις θετικές ετικέτες και ο Πίνακας 7.90 τις αρνητικές ετικέτες. Με κόκκινο χρώμα επισημαίνονται οι ετικέτες που αναφέρονται αποκλειστικά στο εικονικό περιβάλλον.

Πίνακας 7.89 Θετικές ετικέτες σχολίων

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ & ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Πρακτική εφαρμογή. Συμφωνία θεωρίας με πράξη
	Συνολική ευχαρίστηση-ικανοποίηση
	Ενδιαφέρουσα δραστηριότητα
	Θετική παρουσία επιβλέποντα
	Θετικό περιβάλλον-σχεδιασμός-εκπ. υλικό
	Μάθηση
	Πτώση στόχου
	Ικανοποιητική συνεργασία - αναγνώριση σημασίας της
	Επιθυμία για περισσότερες αντίστοιχες δραστηριότητες
	Αμεσότητα
	Προτίμηση πραγματικού περιβάλλοντος - πιο άμεσο
	Εμπλοκή
	Πρωτόγνωρο
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Αλληλεπίδραση
	Αληθοφάνεια
	Χρησιμότητα πίνακα
	Ικανοποιητικό voice chat
	Προτίμηση εικονικού περιβάλλοντος - πιο ενδιαφέρον
	Ευχρηστία αντικειμένων
	Δυνατότητες SL για υλοποίηση πειραμάτων
	Κοινωνική παρουσία
	Χωρική παρουσία

Πίνακας 7.90 Αρνητικές ετικέτες σχολίων

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ & ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Άγχος-αμηχανία λόγω καταγραφής με κάμερα
	Δυσκολία δραστηριότητας
	Άγχος
	Μικρός χώρος
	Μη ικανοποιητικό περιβάλλον
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Μη ικανοποιητικό voice chat
	Δυσκολία χρήσης χάρακα
	Δυσκολία χρήσης κάμερας
	Δυσκολία χρήσης πίνακα
	Ανάγκη περισσότερης ΜΛΕ
	Δυσφορία-Πονοκέφαλος

7.13.4. Κατανομή όλων των ετικετών (θετικών και αρνητικών)

Ο Πίνακας 7.91 παρουσιάζει συνοπτικά:

- τα ποσοστά των θετικών και αρνητικών ετικετών στο σύνολο των ετικετών
- τα ποσοστά των σχολίων με τουλάχιστον μία θετική ή αρνητική ετικέτα στο σύνολο των σχολίων

Πίνακας 7.91 Θετικές και αρνητικές ετικέτες στα σχόλια των συμμετεχόντων

Περιβάλλον	Τύπος ετικέτας	Ετικέτες		Σχόλια	
		Valid		Valid	
		N	Percent	N	Percent
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Θετικές	88	88,0%	46	92,0%
	Αρνητικές	12	12,0%	10	20,0%
	Όλες	100	100,0%	50	100,0%
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Θετικές	88	75,2%	45	91,8%
	Αρνητικές	29	24,8%	25	51,0%
	Όλες	117	100,0%	49	100,0%

Σχήμα 7.46 Ποσοστά θετικών και αρνητικών **ΕΤΙΚΕΤΩΝ**, στο σύνολο των ετικετών

Σχήμα 7.47 Ποσοστά **σχολίων** με τουλάχιστον μία θετική ή αρνητική ετικέτα, στο σύνολο των σχολίων

Όσον αφορά το **σύνολο των σχολίων**, το 92% του πραγματικού και το 91,8% του εικονικού, περιλαμβάνουν μια τουλάχιστον μια θετική ετικέτα. Αυτό υποδεικνύει, ότι σχεδόν όλοι όσοι έγραψαν ένα σχόλιο και στα δύο περιβάλλοντα, έκαναν τουλάχιστον μια θετική επισήμανση σε αυτό. Ωστόσο το 51% των σχολίων του εικονικού περιβάλλοντος περιλαμβάνουν μια τουλάχιστον αρνητική ετικέτα, σε αντίθεση με μόνο το 20% του πραγματικού. Αυτό υποδεικνύει ότι υπήρχαν υπερδιπλάσια σχόλια με μία τουλάχιστον αρνητική επισήμανση στο εικονικό περιβάλλον. Αυτό βέβαια είναι αναμενόμενο, αφού το εικονικό περιβάλλον του SL είναι ένα διαμεσολαβούμενο περιβάλλον (mediated environment), με αρκετούς περιορισμούς (αληθοφάνεια, μη λεκτική επικοινωνία, ποιότητα ήχου-κίνησης) και απαιτήσεις χειρισμού (avatar, κάμερας, πίνακα).

Όσον αφορά το **σύνολο των ετικετών**, το 88% στο πραγματικό και το 75,2% στο εικονικό ήταν θετικές, ενώ το 12% στο πραγματικό και το 24,8% στο εικονικό ήταν αρνητικές. Φαίνεται ότι η πλειοψηφία των ετικετών ήταν θετικές και στα δύο περιβάλλοντα, αλλά οι αρνητικές ετικέτες στο εικονικό ήταν διπλάσιες σε σχέση με το πραγματικό.

Ο Πίνακας 7.92 παρουσιάζει αναλυτικά, με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το πραγματικό περιβάλλον:

- τα ποσοστά των **θετικών και αρνητικών ετικετών** στο **σύνολο των ετικετών**
- τα ποσοστά των **θετικών και αρνητικών ετικετών** στο **σύνολο των σχολίων**

Πίνακας 7.92 Όλες οι ετικέτες με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το πραγματικό περιβάλλον

Ετικέτα	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ			ΕΙΚΟΝΙΚΟ		
	Ετικέτες*		Σχόλια	Ετικέτες		Σχόλια
	N	% (N/100)	% (N/50)	N	% (N/117)	% (N/49)
Πρακτική εφαρμογή. Συμφωνία θεωρίας με πράξη	15	15,0%	30,0%	0	0%	0%
Συνολική ευχαρίστηση-ικανοποίηση	12	12,0%	24,0%	20	17,1%	40,8%
Ενδιαφέρουσα δραστηριότητα	12	12,0%	24,0%	17	14,5%	34,7%
Θετική παρουσία επιβλέποντα	11	11,0%	22,0%	1	0,9%	2,0%
Θετικό περιβάλλον-σχεδιασμός-εκπ. υλικό	10	10,0%	20,0%	6	5,1%	12,2%
Μάθηση	8	8,0%	16,0%	1	0,9%	2,0%
Πτώση στόχου	6	6,0%	12,0%	1	0,9%	2,0%
Ικανοποιητική συνεργασία - αναγνώριση σημασίας της	5	5,0%	10,0%	7	6,0%	14,3%
Άγχος-αμηχανία λόγω καταγραφής με κάμερα	5	5,0%	10,0%	0	0%	0%
Επιθυμία για περισσότερες αντίστοιχες δραστηριότητες	3	3,0%	6,0%	6	5,1%	12,2%
Δυσκολία δραστηριότητας	3	3,0%	6,0%	1	0,9%	2,0%
Αμεσότητα	2	2,0%	4,0%	0	0%	0%
Προτίμηση πραγματικού περιβάλλοντος - πιο άμεσο	2	2,0%	4,0%	3	2,6%	6,1%
Άγχος	2	2,0%	4,0%	1	0,9%	2,0%
Εμπλοκή	1	1,0%	2,0%	1	0,9%	2,0%
Πρωτόγνωρο	1	1,0%	2,0%	5	4,3%	10,2%
Μικρός χώρος	1	1,0%	2,0%	4	3,4%	8,2%
Μη ικανοποιητικό περιβάλλον	1	1,0%	2,0%	0	0%	0%
Αλληλεπίδραση	0	0%	0%	1	0,9%	2,0%
Αληθοφάνεια	0	0%	0%	3	2,6%	6,1%
Χρησιμότητα πίνακα	0	0%	0%	3	2,6%	6,1%
Ικανοποιητικό voice chat	0	0%	0%	2	1,7%	4,1%
Προτίμηση εικονικού περιβάλλοντος - πιο ενδιαφέρον	0	0%	0%	3	2,6%	6,1%

Ευχρηστία αντικειμένων	0	0%	0%	1	0,9%	2,0%
Δυνατότητες SL για υλοποίηση πειραμάτων	0	0%	0%	3	2,6%	6,1%
Κοινωνική παρουσία	0	0%	0%	2	1,7%	4,1%
Χωρική παρουσία	0	0%	0%	2	1,7%	4,1%
Μη ικανοποιητικό voice chat	0	0%	0%	3	2,6%	6,1%
Δυσκολία χρήσης χάρακα	0	0%	0%	4	3,4%	8,2%
Δυσκολία χρήσης κάμερας	0	0%	0%	5	4,3%	10,2%
Δυσκολία χρήσης πίνακα	0	0%	0%	2	1,7%	4,1%
Ανάγκη περισσότερης ΜΛΕ	0	0%	0%	8	6,8%	16,3%
Δυσφορία-Πονοκέφαλος	0	0%	0%	1	0,9%	2,0%
ΣΥΝΟΛΟ	100	100,0%	200,0%	117	100,0%	238,8%

*φθίνουσα ταξινόμηση πίνακα κατά αυτό το πεδίο

Σχήμα 7.48 Ποσοστά όλων των ετικετών στο σύνολο των ετικετών με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το πραγματικό περιβάλλον

Ο Πίνακας 7.93 παρουσιάζει αναλυτικά με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το εικονικό περιβάλλον:

- τα ποσοστά των **θετικών και αρνητικών ετικετών** στο **σύνολο των ετικετών**
- τα ποσοστά των **θετικών και αρνητικών ετικετών** στο **σύνολο των σχολίων**

Πίνακας 7.93 Όλες οι ετικέτες με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το εικονικό περιβάλλον

Ετικέτα	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ			ΕΙΚΟΝΙΚΟ		
	Ετικέτες		Σχόλια	Ετικέτες*		Σχόλια
	N	% (N/100)	% (N/50)	N	% (N/117)	% (N/49)
Συνολική ευχαρίστηση-ικανοποίηση	12	12,0%	24,0%	20	17,1%	40,8%
Ενδιαφέρουσα δραστηριότητα	12	12,0%	24,0%	17	14,5%	34,7%
Ανάγκη περισσότερης ΜΛΕ	0	0%	0%	8	6,8%	16,3%
Ικανοποιητική συνεργασία - αναγνώριση σημασίας της	5	5,0%	10,0%	7	6,0%	14,3%
Θετικό περιβάλλον-σχεδιασμός-εκπ. υλικό	10	10,0%	20,0%	6	5,1%	12,2%
Επιθυμία για περισσότερες αντίστοιχες δραστηριότητες	3	3,0%	6,0%	6	5,1%	12,2%
Πρωτόγνωρο	1	1,0%	2,0%	5	4,3%	10,2%
Δυσκολία χρήσης κάμερας	0	0%	0%	5	4,3%	10,2%
Μικρός χώρος	1	1,0%	2,0%	4	3,4%	8,2%
Δυσκολία χρήσης χάρακα	0	0%	0%	4	3,4%	8,2%
Προτίμηση πραγματικού περιβάλλοντος - πιο άμεσο	2	2,0%	4,0%	3	2,6%	6,1%
Αληθοφάνεια	0	0%	0%	3	2,6%	6,1%
Χρησιμότητα πίνακα	0	0%	0%	3	2,6%	6,1%
Προτίμηση εικονικού περιβάλλοντος - πιο ενδιαφέρον	0	0%	0%	3	2,6%	6,1%
Δυνατότητες SL για υλοποίηση πειραμάτων	0	0%	0%	3	2,6%	6,1%
Μη ικανοποιητικό voice chat	0	0%	0%	3	2,6%	6,1%
Ικανοποιητικό voice chat	0	0%	0%	2	1,7%	4,1%
Κοινωνική παρουσία	0	0%	0%	2	1,7%	4,1%
Χωρική παρουσία	0	0%	0%	2	1,7%	4,1%
Δυσκολία χρήσης πίνακα	0	0%	0%	2	1,7%	4,1%
Μάθηση	8	8,0%	16,0%	1	0,9%	2,0%
Θετική παρουσία επιβλέποντα	11	11,0%	22,0%	1	0,9%	2,0%
Πτώση στόχου	6	6,0%	12,0%	1	0,9%	2,0%
Εμπλοκή	1	1,0%	2,0%	1	0,9%	2,0%
Αλληλεπίδραση	0	0%	0%	1	0,9%	2,0%
Ευχρηστία αντικειμένων	0	0%	0%	1	0,9%	2,0%
Άγχος	2	2,0%	4,0%	1	0,9%	2,0%

Δυσκολία δραστηριότητας	3	3,0%	6,0%	1	0,9%	2,0%
Δυσφορία-Πονοκέφαλος	0	0%	0%	1	0,9%	2,0%
Πρακτική εφαρμογή. Συμφωνία θεωρίας με πράξη	15	15,0%	30,0%	0	0%	0%
Αμεσότητα	2	2,0%	4,0%	0	0%	0%
Άγχος-αμηχανία λόγω καταγραφής με κάμερα	5	5,0%	10,0%	0	0%	0%
Μη ικανοποιητικό περιβάλλον	1	1,0%	2,0%	0	0%	0%
ΣΥΝΟΛΟ	100	100,0%	200,0%	117	100,0%	238,8%

*φθίνουσα ταξινόμηση πίνακα κατά αυτό το πεδίο

Σχήμα 7.49 Ποσοστά όλων των ετικετών στο σύνολο των ετικετών με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το εικονικό περιβάλλον

7.13.5. Θετικές ετικέτες

Ο Πίνακας 7.94 παρουσιάζει αναλυτικά με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το πραγματικό περιβάλλον:

- τα ποσοστά των **θετικών ετικετών** στο **σύνολο των θετικών ετικετών**
- τα ποσοστά των **θετικών ετικετών** στο **σύνολο των σχολίων με τουλάχιστον μία θετική ετικέτα**

Πίνακας 7.94 Οι θετικές ετικέτες με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το πραγματικό περιβάλλον

Ετικέτα	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ			ΕΙΚΟΝΙΚΟ		
	Ετικέτες*		Σχόλια	Ετικέτες		Σχόλια
	N	% (N/88)	% (N/46)	N	% (N/88)	% (N/45)
Πρακτική εφαρμογή. Συμφωνία θεωρίας με πράξη	15	17,0%	32,6%	0	0%	0%
Συνολική ευχαρίστηση-ικανοποίηση	12	13,6%	26,1%	20	22,7%	44,4%
Ενδιαφέρουσα δραστηριότητα	12	13,6%	26,1%	17	19,3%	37,8%
Θετική παρουσία επιβλέποντα	11	12,5%	23,9%	1	1,1%	2,2%
Θετικό περιβάλλον-σχεδιασμός-εκπ. υλικό	10	11,4%	21,7%	6	6,8%	13,3%
Μάθηση	8	9,1%	17,4%	1	1,1%	2,2%
Πτώση στόχου	6	6,8%	13,0%	1	1,1%	2,2%
Ικανοποιητική συνεργασία - αναγνώριση σημασίας της	5	5,7%	10,9%	7	8,0%	15,6%
Επιθυμία για περισσότερες αντίστοιχες δραστηριότητες	3	3,4%	6,5%	6	6,8%	13,3%
Αμεσότητα	2	2,3%	4,3%	0	0%	0%
Προτίμηση πραγματικού περιβάλλοντος - πιο άμεσο	2	2,3%	4,3%	3	3,4%	6,7%
Εμπλοκή	1	1,1%	2,2%	1	1,1%	2,2%
Πρωτόγνωρο	1	1,1%	2,2%	5	5,7%	11,1%
Αλληλεπίδραση	0	0%	0%	1	1,1%	2,2%
Αληθοφάνεια	0	0%	0%	3	3,4%	6,7%
Χρησιμότητα πίνακα	0	0%	0%	3	3,4%	6,7%
Ικανοποιητικό voice chat	0	0%	0%	2	2,3%	4,4%
Προτίμηση εικονικού περιβάλλοντος - πιο ενδιαφέρον	0	0%	0%	3	3,4%	6,7%
Ευχρηστία αντικειμένων	0	0%	0%	1	1,1%	2,2%
Δυνατότητες SL για υλοποίηση πειραμάτων	0	0%	0%	3	3,4%	6,7%
Κοινωνική παρουσία	0	0%	0%	2	2,3%	4,4%
Χωρική παρουσία	0	0%	0%	2	2,3%	4,4%
ΣΥΝΟΛΟ	88	100,0%	191,3%	88	100,0 %	195,6 %

*φθίνουσα ταξινόμηση πίνακα κατά αυτό το πεδίο

Σχήμα 7.50 Ποσοστά θετικών ετικετών στο σύνολο των ετικετών με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το πραγματικό περιβάλλον

Ο Πίνακας 7.95 παρουσιάζει αναλυτικά με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το εικονικό περιβάλλον:

- τα ποσοστά των **θετικών ετικετών** στο **σύνολο των θετικών ετικετών**
- τα ποσοστά των **θετικών ετικετών** στο **σύνολο των σχολίων με τουλάχιστον μία θετική ετικέτα**

Πίνακας 7.95 Οι θετικές ετικέτες με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το εικονικό περιβάλλον

Ετικέτα	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ			ΕΙΚΟΝΙΚΟ		
	Ετικέτες		Σχόλια	Ετικέτες*		Σχόλια
	N	% (N/88)	% (N/46)	N	% (N/88)	% (N/45)
Συνολική ευχαρίστηση-ικανοποίηση	12	13,6%	26,1%	20	22,7%	44,4%
Ενδιαφέρουσα δραστηριότητα	12	13,6%	26,1%	17	19,3%	37,8%
Ικανοποιητική συνεργασία - αναγνώριση σημασίας της	5	5,7%	10,9%	7	8,0%	15,6%
Θετικό περιβάλλον-σχεδιασμός-εκπ. υλικό	10	11,4%	21,7%	6	6,8%	13,3%
Επιθυμία για περισσότερες αντίστοιχες δραστηριότητες	3	3,4%	6,5%	6	6,8%	13,3%
Πρωτόγνωρο	1	1,1%	2,2%	5	5,7%	11,1%
Προτίμηση πραγματικού περιβάλλοντος - πιο άμεσο	2	2,3%	4,3%	3	3,4%	6,7%
Αληθοφάνεια	0	0%	0%	3	3,4%	6,7%
Χρησιμότητα πίνακα	0	0%	0%	3	3,4%	6,7%
Προτίμηση εικονικού περιβάλλοντος - πιο ενδιαφέρον	0	0%	0%	3	3,4%	6,7%
Δυνατότητες SL για υλοποίηση πειραμάτων	0	0%	0%	3	3,4%	6,7%
Ικανοποιητικό voice chat	0	0%	0%	2	2,3%	4,4%
Κοινωνική παρουσία	0	0%	0%	2	2,3%	4,4%
Χωρική παρουσία	0	0%	0%	2	2,3%	4,4%
Μάθηση	8	9,1%	17,4%	1	1,1%	2,2%
Θετική παρουσία επιβλέποντα	11	12,5%	23,9%	1	1,1%	2,2%
Πτώση στόχου	6	6,8%	13,0%	1	1,1%	2,2%
Εμπλοκή	1	1,1%	2,2%	1	1,1%	2,2%
Αλληλεπίδραση	0	0%	0%	1	1,1%	2,2%
Ευχρηστία αντικειμένων	0	0%	0%	1	1,1%	2,2%
Πρακτική εφαρμογή. Συμφωνία θεωρίας με πράξη	15	17,0%	32,6%	0	0%	0%
Αμεσότητα	2	2,3%	4,3%	0	0%	0%
ΣΥΝΟΛΟ	88	100,0%	191,3%	88	100,0 %	195,6 %

*φθίνουσα ταξινόμηση πίνακα κατά αυτό το πεδίο

Σχήμα 7.51 Ποσοστά θετικών ετικετών στο σύνολο των ετικετών με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το εικονικό περιβάλλον

7.13.6. Αρνητικές ετικέτες

Ο Πίνακας 7.96 παρουσιάζει αναλυτικά με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το πραγματικό περιβάλλον:

- τα ποσοστά των **αρνητικών ετικετών** στο **σύνολο των αρνητικών ετικετών**
- τα ποσοστά των **αρνητικών ετικετών** στο **σύνολο των σχολίων με τουλάχιστον μία αρνητική ετικέτα**

Πίνακας 7.96 Οι αρνητικές ετικέτες με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το πραγματικό περιβάλλον

Ετικέτα	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ			ΕΙΚΟΝΙΚΟ		
	Ετικέτες*		Σχόλια	Ετικέτες		Σχόλια
	N	% (N/12)	% (N/10)	N	% (N/29)	% (N/25)
Άγχος-αμηχανία λόγω καταγραφής με κάμερα	5	41,7%	50,0%	0	0,0%	0,0%
Δυσκολία δραστηριότητας	3	25,0%	30,0%	1	3,4%	4,0%
Άγχος	2	16,7%	20,0%	1	3,4%	4,0%
Μικρός χώρος	1	8,3%	10,0%	4	13,8%	16,0%
Μη ικανοποιητικό περιβάλλον	1	8,3%	10,0%	0	0,0%	0,0%
Μη ικανοποιητικό voice chat	0	0,0%	0,0%	3	10,3%	12,0%
Δυσκολία χρήσης χάρακα	0	0,0%	0,0%	4	13,8%	16,0%
Δυσκολία χρήσης κάμερας	0	0,0%	0,0%	5	17,2%	20,0%
Δυσκολία χρήσης πίνακα	0	0,0%	0,0%	2	6,9%	8,0%
Ανάγκη περισσότερης ΜΛΕ	0	0,0%	0,0%	8	27,6%	32,0%
Δυσφορία-Πονοκέφαλος	0	0,0%	0,0%	1	3,4%	4,0%
ΣΥΝΟΛΟ	12	100,0%	120,0%	29	100,0%	116,0%

*φθίνουσα ταξινόμηση πίνακα κατά αυτό το πεδίο

Σχήμα 7.52 Ποσοστά αρνητικών ετικετών στο σύνολο των ετικετών με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το πραγματικό περιβάλλον

Ο Πίνακας 7.97 παρουσιάζει αναλυτικά με **φθίνουσα ταξινόμηση κατά το εικονικό περιβάλλον**:

- τα ποσοστά των **αρνητικών ετικετών** στο **σύνολο των αρνητικών ετικετών**
- τα ποσοστά των **αρνητικών ετικετών** στο **σύνολο των σχολίων με τουλάχιστον μία αρνητική ετικέτα**

Πίνακας 7.97 Οι αρνητικές ετικέτες με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το εικονικό περιβάλλον

Ετικέτα	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ			ΕΙΚΟΝΙΚΟ		
	Ετικέτες		Σχόλια	Ετικέτες*		Σχόλια
	N	% (N/12)	% (N/10)	N	% (N/29)	% (N/25)
Ανάγκη περισσότερης ΜΛΕ	0	0,0%	0,0%	8	27,6%	32,0%
Δυσκολία χρήσης κάμερας	0	0,0%	0,0%	5	17,2%	20,0%
Μικρός χώρος	1	8,3%	10,0%	4	13,8%	16,0%
Δυσκολία χρήσης χάρακα	0	0,0%	0,0%	4	13,8%	16,0%
Μη ικανοποιητικό voice chat	0	0,0%	0,0%	3	10,3%	12,0%
Δυσκολία χρήσης πίνακα	0	0,0%	0,0%	2	6,9%	8,0%
Άγχος	2	16,7%	20,0%	1	3,4%	4,0%
Δυσκολία δραστηριότητας	3	25,0%	30,0%	1	3,4%	4,0%
Δυσφορία-Πονοκέφαλος	0	0,0%	0,0%	1	3,4%	4,0%
Άγχος-αμηχανία λόγω καταγραφής με κάμερα	5	41,7%	50,0%	0	0,0%	0,0%
Μη ικανοποιητικό περιβάλλον	1	8,3%	10,0%	0	0,0%	0,0%
ΣΥΝΟΛΟ	12	100,0 %	120,0 %	29	100,0%	116,0%

*φθίνουσα ταξινόμηση πίνακα κατά αυτό το πεδίο

Σχήμα 7.53 Ποσοστά αρνητικών ετικετών στο σύνολο των ετικετών με φθίνουσα ταξινόμηση κατά το εικονικό περιβάλλον

7.13.7. Συμπεράσματα από την ποσοτική ανάλυση σχολίων

Θετικές ετικέτες

Η θετική ετικέτα με τη μεγαλύτερη συχνότητα στο πραγματικό περιβάλλον (15%), είναι η «*Πρακτική εφαρμογή. Συμφωνία θεωρίας με πράξη*». Οι συμμετέχοντες στο πραγματικό περιβάλλον θεώρησαν τη δραστηριότητα ως πρακτική εφαρμογή των θεωρητικών γνώσεων που ήδη κατείχαν. Αντίθετα η ετικέτα αυτή δεν εμφανίστηκε καθόλου στα σχόλια των συμμετεχόντων στο εικονικό περιβάλλον. **Ίσως οι τελευταίοι δεν θεώρησαν την εξομοιωμένη εμπειρία τους ως πρακτική εφαρμογή θεωρητικής γνώσης.** Επίσης, ενώ η ετικέτα «*Μάθηση*» εμφανίζεται με συχνότητα 8% στο πραγματικό περιβάλλον, στο εικονικό εμφανίζεται με μόλις 0,9%. **Αυτό ίσως δείχνει ότι οι συμμετέχοντες στο εικονικό περιβάλλον βίωσαν την εμπειρία τους λιγότερο «μαθησιακή» σε σχέση με αυτούς του πραγματικού.** Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τα χαμηλότερα ποσοστά του εικονικού στις ετικέτες «*Θετικό περιβάλλον-σχεδιασμός-εκπ. υλικό*» και «*Πτώση στόχου*», «*Θετική παρουσία επιβλέποντα*». Ειδικά η τελευταία ετικέτα είχε συχνότητα μόλις 0,9% στο εικονικό ενώ είχε 11% στο πραγματικό. Το αποτέλεσμα αυτό ωστόσο δεν επιβεβαιώνεται από τη σχετική ερώτηση του ερωτηματολογίου (Πίνακας 7.76, Πίνακας 7.77), αλλά και την ίδια εμπειρία του επιβλέποντα.

Τα παραπάνω φαίνεται να υποδεικνύουν, ότι το εικονικό περιβάλλον δεν εκλαμβάνεται τόσο μαθησιακό όσο το πραγματικό. Αυτό αρχικά φαίνεται να υποβαθμίζει την εκπαιδευτική αξία του εικονικού περιβάλλοντος. Όμως, αν συνυπολογιστεί το γεγονός ότι το μετρούμενο μαθησιακό αποτέλεσμα είναι το ίδιο στα δύο περιβάλλοντα, ίσως να υποδεικνύει ότι το εικονικό περιβάλλον εκλαμβάνεται από τους συμμετέχοντες ως ένα περιβάλλον **άτυπης μάθησης (informal learning)**, ένα περιβάλλον δηλαδή, στο οποίο η μάθηση συμβαίνει ασυναίσθητα. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με το γεγονός ότι **ο επιβλέπων είναι λιγότερο «αντιληπτός» στο εικονικό περιβάλλον**, αλλά και από το γεγονός ότι η πρώτη σε συχνότητα θετική ετικέτα στο εικονικό περιβάλλον (17,1%) είναι η «*Συνολική ευχαρίστηση-ικανοποίηση*», η οποία όμως έρχεται δεύτερη σε συχνότητα στο πραγματικό περιβάλλον (12%). **Ενδεχομένως, οι συμμετέχοντες στο εικονικό περιβάλλον να ικανοποιήθηκαν περισσότερο από την εμπειρία τους**, αν και κάτι τέτοιο δεν προκύπτει από την αντίστοιχη ερώτηση του ερωτηματολογίου (Πίνακας 7.82, Πίνακας 7.83)

Υψηλά ποσοστά και στα δύο περιβάλλοντα είχε η ετικέτα «*Ενδιαφέρουσα δραστηριότητα*» (12% στο πραγματικό και 14,5% στο εικονικό), επιβεβαιώνοντας την αντίστοιχη ερώτηση του ερωτηματολογίου (Πίνακας 7.54, ερώτηση 55). Παρόμοια συχνότητα και στα δύο περιβάλλοντα είχε η ετικέτα «*Ικανοποιητική συνεργασία - αναγνώριση σημασίας της*» (5% στο πραγματικό και 6% στο εικονικό), επιβεβαιώνοντας την αντίστοιχη ερώτηση του ερωτηματολογίου (Πίνακας 7.74, Πίνακας 7.75).

Αρνητικές ετικέτες

Η αρνητική ετικέτα με τη μεγαλύτερη συχνότητα στο πραγματικό περιβάλλον (5%) ήταν η «*Άγχος-αμηχανία λόγω καταγραφής με κάμερα*». Αντίθετα η αντίστοιχη ετικέτα δεν εμφανίζεται καθόλου στα σχόλια του εικονικού περιβάλλοντος, παρόλο που κι εκεί γινόταν καταγραφή, υποδεικνύοντας ότι **η καταγραφή στο πραγματικό περιβάλλον προκαλεί περισσότερο άγχος**. Επίσης η ετικέτα «*Άγχος*» ήταν αυξημένη στο πραγματικό περιβάλλον (Π=2%, Ε=0,9%) υποδεικνύοντας ότι **η πραγματική διεξαγωγή της δραστηριότητας ίσως να είναι πιο στρεσογόνα**, αφού προϋποθέτει φυσική παρουσία και δράση από τους συμμετέχοντες, σε αντίθεση με την εικονική, όπου ο κάθε συμμετέχων είναι απομονωμένος στο χώρο του. Ενδεχομένως βέβαια, η μεγαλύτερη συχνότητα του «*Άγχους*» να οφείλεται στο πιο θεωρητικό γνωστικό υπόβαθρο της ομάδας Π, πράγμα που υποδεικνύεται και από την αυξημένη συχνότητα της ετικέτας «*Δυσκολία δραστηριότητας*» (Π=3%, Ε=0,9%).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η συχνότητα της αρνητικής ετικέτας «*Μικρός χώρος*», η οποία εμφανίζεται συχνότερα στο εικονικό περιβάλλον (3,4%), απ' ότι στο πραγματικό (1%). Το γεγονός αυτό υποδεικνύει **τη βίωση χωρικής παρουσίας** από τους συμμετέχοντες στο εικονικό περιβάλλον, αλλά ενδεχομένως και την ανάγκη αναπαράστασης των εικονικών χώρων σε μεγαλύτερες διαστάσεις από τις κανονικές, λόγω του χονδροειδούς ελέγχου που έχει ο χρήστης ενός MUVE στο avatar του, σε σχέση με τον έλεγχο που έχει στο σώμα του στον πραγματικό κόσμο.

Η αρνητική ετικέτα με την πιο μεγάλη συχνότητα στο εικονικό περιβάλλον (6,8%) είναι η «*Ανάγκη περισσότερης ΜΛΕ*», γεγονός που υποδεικνύει τη σημασία της για τους συμμετέχοντες. Έπονται σε συχνότητα οι ετικέτες που αφορούν χειρισμό και τεχνικές δυσκολίες του περιβάλλοντος (χρήση κάμερας, χάρακα, ποιότητα voice chat, χρήση πίνακα).

7.14. Ανάλυση καταγραφής ήχου

7.14.1. Εισαγωγή

Κατά τη διάρκεια της κύριας έρευνας, παρατηρήθηκε ότι κατά μέσο όρο, οι συνεδρίες του εικονικού περιβάλλοντος διαρκούσαν περισσότερο από αυτές του πραγματικού (Π=36':56'' Ε=47':59'').

Για να εξηγηθεί η μεγαλύτερη διάρκεια των συνεδριών του εικονικού περιβάλλοντος, έγιναν οι παρακάτω υποθέσεις:

- (Υ1) στο εικονικό περιβάλλον υπάρχει **περισσότερη ομιλία**
 - ο για την επίλυση προβλημάτων ήχου (π.χ. «τι είπες», «δεν σε άκουσα καλά»)
 - ο για την επίλυση προβλημάτων χειρισμού (π.χ. «δεν μπορώ να μετακινήσω το χάρακα», «πως κάνω ζουμ;»)
 - ο για την υποκατάσταση της μειωμένης μη λεκτικής επικοινωνίας (π.χ. «ναι το βλέπω» αντί για ένα θετικό νεύμα, ή «το μαύρο κουτί πάνω στο τραπέζι» αντί για μια δεικτική χειρονομία)(Kirk, Rodden, & Fraser, 2007)
- (Υ2) στο εικονικό περιβάλλον υπάρχει **περισσότερη σιγή**, για την εκτέλεση διαδικασιών χειρισμού (χειρισμός avatar, κάμερας, χάρακα, πίνακα)

Για να διαπιστωθεί αν ισχύουν οι παραπάνω υποθέσεις, έγινε ποσοτική ανάλυση των περιόδων ομιλίας και σιγής κάθε συνεδρίας. Πιο συγκεκριμένα έγιναν τα παρακάτω βήματα:

- από την καταγραφή βίντεο κάθε συνεδρίας, έγινε εξαγωγή δύο αποσπασμάτων ήχου:
 - ο του εισαγωγικού μαθήματος και
 - ο της κυρίως συνεργατικής δραστηριότητας
- από τα αποσπάσματα αυτά αφαιρέθηκε ο θόρυβος (στο εικονικό περιβάλλον μόνο)
- ομογενοποιήθηκαν τα επίπεδα της έντασης του ήχου
- οριοθετήθηκαν οι περιοχές ομιλίας – σιγής
- εξήχθησαν τα περιγραφικά στατιστικά των κατανομών ομιλίας – σιγής
- έγινε σύγκριση των περιγραφικών στατιστικών μεταξύ των περιβαλλόντων

Στις επόμενες υποενότητες περιγράφονται αναλυτικά τα παραπάνω βήματα.

7.14.2. Εξαγωγή ήχου από καταγραφές βίντεο

Από τις δύο καταγραφές που έγιναν στο **πραγματικό περιβάλλον** (αυτόνομη κάμερα και κάμερα-μικρόφωνο συνδεδεμένα σε PC), χρησιμοποιήθηκε η δεύτερη, γιατί κρίθηκε ότι το επιτραπέζιο μικρόφωνο που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή, είχε λιγότερο θόρυβο σε σχέση με αυτό της αυτόνομης κάμερας.

Από τις τρεις καταγραφές που έγιναν στο **εικονικό περιβάλλον** (στα τρία PC που βρισκόταν σε διαφορετικά δωμάτια), χρησιμοποιήθηκε αυτό του δωματίου 1 (συμμετέχοντες με μονό α/α).

Από κάθε συνεδρία επιλέχθηκαν δύο αποσπάσματα ήχου:

- ένα για το εισαγωγικό μάθημα που γινόταν από τον επιβλέποντα (introduction) (Σχήμα 7.54)
- ένα για την κυρίως συνεργατική δραστηριότητα (collaboration)

Ο διαχωρισμός αυτός κρίθηκε απαραίτητος, αφού η προέλευση και η φύση της ομιλίας στα δύο αυτά αποσπάσματα ήταν αρκετά διαφορετική: στο εισαγωγικό μάθημα μιλούσε κυρίως ο επιβλέπων και δεχόταν διευκρινιστικές ερωτήσεις από τους συμμετέχοντες, ενώ κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μιλούσαν κυρίως οι δύο συμμετέχοντες και ο επιβλέπων έκανε μικρές βοηθητικές παρεμβάσεις.

Κατά την επιλογή των αποσπασμάτων μαθήματος και συνεργασίας, απορρίφθηκαν περιττά χωρία, όπως ο αδρανής χρόνος στην αρχή και το τέλος της καταγραφής και τυχόν διακοπές σύνδεσης στο SL (οι οποίες συνέβησαν μόνο σε 2 συνεδρίες).

Σχήμα 7.54 Επιλογή αποσπάσματος εισαγωγικού μαθήματος

Η διαδικασία της εξαγωγής του ήχου από τα αρχεία βίντεο, έγινε με το λογισμικό Adobe Audition CS6 και τα αρχεία που προέκυψαν ήταν τύπου wav (f=44100Hz, 16bit/sample, mono).

7.14.3. Αφαίρεση θορύβου

Ο θόρυβος στο **πραγματικό** περιβάλλον οφειλόταν κυρίως σε χτυπήματα των χαράκων στο τραπέζι ή στο περπάτημα των συμμετεχουσών (επειδή αρκετές από αυτές φορούσαν παπούτσια με τακούνι). Ο θόρυβος αυτός δεν ήταν δυνατόν να αφαιρεθεί με αυτόματο τρόπο, γιατί προσομοίαζε σε συχνότητα και ένταση με την ομιλία. Ωστόσο, επειδή δεν προέκυπτε συχνά και η χειροκίνητη αφαίρεσή του θα ήταν υπερβολικά χρονοβόρα, αποφασίστηκε να μην αφαιρεθεί.

Ο θόρυβος στο **εικονικό** περιβάλλον οφείλονταν κυρίως σε κλικς του ποντικού και του πληκτρολογίου και σε τηλεπικοινωνιακό θόρυβο από το voice chat. Λόγω της φύσης του, ήταν δυνατή η αφαίρεσή του με αυτόματο τρόπο: επιλέχθηκε ένα αντιπροσωπευτικό απόσπασμα θορύβου (Noise Print) και χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία Noise Reduction του Audition CS6 (Σχήμα 7.55)

Σχήμα 7.55 Φίλτρο μείωσης θορύβου στην καταγραφή ήχου του εικονικού περιβάλλοντος

7.14.4. Ομογενοποίηση ήχου

Επειδή οι καταγραφές έγιναν με διαφορετικό εξοπλισμό σε κάθε περιβάλλον, τα επίπεδα της έντασης του ήχου που καταγράφηκαν ήταν διαφορετικά. Πιο συγκεκριμένα, στο πραγματικό περιβάλλον τα επίπεδα ήταν πιο χαμηλά αφού το μικρόφωνο ήταν στο τραπέζι, αρκετά μακριά από τους συμμετέχοντες, ενώ στο εικονικό τα επίπεδα ήταν πολύ υψηλά, αφού το μικρόφωνο βρισκόταν στο headset, κοντά στο στόμα του εκάστοτε συμμετέχοντα. Για το λόγο αυτό κρίθηκε απαραίτητη η ομογενοποίηση των επιπέδων του ήχου στα δυο περιβάλλοντα. Αυτό έγινε με τη βοήθεια της λειτουργίας Speech Volume Leveler (Soft preset) του Audition CS6 (Σχήμα 7.56). Στη συνέχεια τα αποσπάσματα ήχου αποθηκεύτηκαν σε συμπιεσμένη μορφή τύπου ogg.

Σχήμα 7.56 Ομογενοποίηση επιπέδου ήχου

Παρακάτω φαίνονται ενδεικτικά αποσπάσματα συνεργασίας **πριν** και **μετά** τη μείωση θορύβου και την ομογενοποίηση.

Σχήμα 7.57 Πραγματικό πριν

Σχήμα 7.58 Εικονικό πριν

Σχήμα 7.59 Πραγματικό μετά

Σχήμα 7.60 Εικονικό μετά

7.14.5. Οριοθέτηση περιοχών ομιλίας - σιγής

Για την οριοθέτηση των περιοχών ομιλίας-σιγής χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία mark audio του Audition CS6. Ύστερα από αρκετές δοκιμές, διαπιστώθηκε ότι τα πιο ακριβή αποτελέσματα αυτόματης οριοθέτησης επιτυγχάνονταν με τις παρακάτω παραμέτρους (Σχήμα 7.61):

- ελάχιστη περίοδος ομιλίας-σιγής = 200 msec.
(Η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε σύντομες φράσεις όπως: «ναι», «τι;»)
- κατώφλι ομιλίας-σιγής = -40dB

Σχήμα 7.61 Τιμές παραμέτρων λειτουργίας Mark Audio

Στο Σχήμα 7.62 φαίνεται η αυτόματη οριοθέτηση ενός αποσπάσματος ήχου με λευκές διακεκομμένες κάθετες γραμμές.

Σχήμα 7.62 Αποσπάσμα ήχου μετά την αυτόματη οριοθέτηση

Για να διαπιστωθεί η αξιοπιστία της αυτόματης οριοθέτησης, έγινε δειγματοληπτικός έλεγχος σε τρία χωρία διάρκειας 4-5 λεπτών, από κάθε περιβάλλον. Αυτά τα χωρία ακροάστηκαν με προσοχή από τον ερευνητή και οριοθετήθηκε «χειροκίνητα» η ομιλία. Στη συνέχεια συγκρίθηκε η συνολική ομιλία που προέκυψε από τη χειροκίνητη οριοθέτηση, με την συνολική ομιλία που προέκυψε από την αυτόματη οριοθέτηση. Ο Πίνακας 7.98 παρουσιάζει το ποσοστιαίο λάθος που προέκυψε λόγω της αυτόματης οριοθέτησης.

Πίνακας 7.98. Δειγματοληπτικός έλεγχος λάθους αυτόματης οριοθέτησης ομιλίας

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ		ΕΙΚΟΝΙΚΟ	
Χωρίο 1	+6,2%	Χωρίο 1	+5,3%
Χωρίο 2	+9,9%	Χωρίο 2	+1,5%
Χωρίο 3	+4,8%	Χωρίο 3	+1,5%
Μ.Ο. λάθους	+7,0%	Μ.Ο. λάθους	+2,8 %

Και στα δύο περιβάλλοντα η ομιλία που προέκυψε από την αυτόματη οριοθέτηση ήταν μεγαλύτερη σε διάρκεια από την πραγματική. Ο μέσος όρος του λάθους στην οριοθέτηση της ομιλίας, δηλαδή ο θόρυβος που εκλήφθηκε ως ομιλία στο σύνολο του χρόνου, ήταν 7% για το πραγματικό περιβάλλον και 2,8% για το εικονικό περιβάλλον. Είναι εμφανής η θετική επίδραση του φίλτρου μείωσης θορύβου στο εικονικό περιβάλλον. Δυστυχώς αυτό δεν ήταν εφικτό να εφαρμοστεί και στο πραγματικό περιβάλλον, λόγω της φύσης του θορύβου (η χρήση αντίστοιχου φίλτρου θα εξασθενούσε ριζικά και την ομιλία). Ωστόσο τα επίπεδα του λάθους της αυτόματης οριοθέτησης κρίθηκαν ανεκτά για την ποσοτική ανάλυση της ομιλίας-σιγής.

Αφού η ακρίβεια της αυτόματης οριοθέτησης ομιλίας κρίθηκε επαρκής, οι οριοθετήσεις (markers) όλων των αποσπασμάτων, εξήχθησαν σε αρχεία τύπου Adobe XMP (Extensible Metadata Platform). Τα αρχεία αυτά περιέχουν μεταδεδομένα σχετικά με την οριοθέτηση της ομιλίας κάθε αποσπάσματος ήχου σε μορφή XML. Στη συνέχεια τα αρχεία XMP μετατράπηκαν σε πίνακες (λογιστικά φύλλα excel) με 4 πεδία:

- Έναρξη περιόδου ομιλίας (**speech_startTime_sec**)
- Διάρκεια περιόδου ομιλίας (**speech_duration_sec**)
- Έναρξη περιόδου σιγής (**silence_startTime_sec**)
- Διάρκεια περιόδου σιγής (**silence_duration_sec**)

Οι τιμές για τις περιόδους σιγής εξήχθησαν υπολογιστικά στο excel από τις αντίστοιχες της ομιλίας. Όλες οι τιμές μετατράπηκαν από δείγματα, σε δευτερόλεπτα (Πίνακας 7.99).

Πίνακας 7.99. Ενδεικτικός πίνακας περιόδων ομιλίας - σιγής

speech_startTime_sec	speech_duration_sec	silence_startTime_sec	silence_duration_sec
		0	0,287845805
0,287845805	3,346281179	3,634126984	0,347664399
3,981791383	6,42861678	10,41040816	0,588276644
10,99868481	16,04430839	27,0429932	1,414535147
28,45752834	5,175238095	33,63276644	1,708049887
35,34081633	29,95455782	65,29537415	0,235260771
65,53063492	7,015918367	72,54655329	0,67031746

Οι πίνακες των περιόδων ομιλίας - σιγής για κάθε συνεδρία και για κάθε απόσπασμα (μαθήματος-συνεργασίας), εισήχθησαν για στατιστική επεξεργασία στο πρόγραμμα IBM SPSS και εξήχθησαν τα παρακάτω περιγραφικά στατιστικά:

- συνολική διάρκεια μαθήματος-συνεργασίας (duration)
- συνολική διάρκεια ομιλίας/σιγής μαθήματος/συνεργασίας (sum)
- ποσοστό ομιλίας/σιγής μαθήματος/συνεργασίας (perc)
- μέση διάρκεια περιόδων ομιλίας/σιγής μαθήματος/συνεργασίας (mean)
- αριθμός περιόδων ομιλίας/σιγής μαθήματος/συνεργασίας (N)
- τυπική απόκλιση περιόδων ομιλίας/σιγής μαθήματος/συνεργασίας (StdDev)
- ασυμμετρία περιόδων ομιλίας/σιγής μαθήματος/συνεργασίας (Skewness)
- κύρτωση περιόδων ομιλίας/σιγής μαθήματος/συνεργασίας (Kurtosis)

Επειδή ο αριθμός των μεταβλητών που προέκυψαν ήταν μεγάλος (30), για την ονομασία τους ακολουθήθηκε ονοματολογία τριών συνθετικών (π.χ. *i_speech_Sum*):

- το πρώτο συνθετικό υποδεικνύει το απόσπασμα της συνεδρίας (i=μάθημα, c=συνεργασία)
- το δεύτερο συνθετικό υποδεικνύει το είδος της περιόδου (speech=ομιλία, silence=σιγή)
- το τρίτο συνθετικό υποδεικνύει το στατιστικό δείκτη (sum, perc, mean, N, StdDev, Skewness, Kurtosis)

Στη συνέχεια, όλες οι μεταβλητές συγκεντρώθηκαν σε ένα πίνακα 75 (36Π + 39Ε) γραμμών (audio_75.sav). Κάθε γραμμή αυτού του πίνακα περιείχε τις 30 μεταβλητές (15 ομιλίας, 15 σιγής) κάθε συνεδρίας. Οι κατανομές αυτών των 30 μεταβλητών φαίνονται αναλυτικά στις επόμενες υποενότητες.

7.14.6. Κατανομή συνολικής διάρκειας μαθήματος (i_duration_sec)

Σχήμα 7.63 Κατανομή συνολικής διάρκειας μαθήματος (i_duration_sec)

Πίνακας 7.100. Δείκτες κατανομής συνολικής διάρκειας μαθήματος (i_duration_sec)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Min	Max	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	i_duration_sec	36	237,24	502,01	312,56	47,40	2,13	6,82
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	i_duration_sec	39	327,06	1003,53	582,30	155,13	1,18	1,08

Πίνακας 7.101. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής συνολικής διάρκειας μαθήματος (i_duration_sec)

	i_duration_sec
Z	-7,232
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση συνολική διάρκεια του μαθήματος ήταν 312,56 sec (5':13'') στο πραγματικό περιβάλλον και 582,30 sec (9':42'') στο εικονικό (86,30% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,232$, $p<0,01$). Επιπλέον, η κατανομή της συνολικής διάρκειας μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον είναι πολύ πιο διεσπαρμένη. Συμπερασματικά, η διάρκεια του μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το πραγματικό και είναι πιο δύσκολο να προβλεφτεί.

7.14.7. Κατανομή συνολικής διάρκειας ομιλίας μαθήματος (i_speech_Sum)

Σχήμα 7.64 Κατανομή συνολικής διάρκειας ομιλίας μαθήματος (i_speech_Sum)

Πίνακας 7.102. Δείκτες κατανομής συνολικής διάρκειας ομιλίας μαθήματος (i_speech_Sum)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	i_speech_Sum	36	225,44	475,00	295,61	45,65	2,11	6,40
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	i_speech_Sum	39	248,56	744,67	403,67	113,46	1,48	2,44

Πίνακας 7.103. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής συνολικής διάρκειας ομιλίας μαθήματος (i_speech_Sum)

	i_speech_Sum
Z	-5,249
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση συνολική διάρκεια ομιλίας του μαθήματος ήταν 295,61 sec (4':56'') στο πραγματικό περιβάλλον και 403,67 sec (6':44'') στο εικονικό (36,55% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-5,249$, $p<0,01$). Συμπερασματικά, η συνολική διάρκεια ομιλίας του μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον είναι μεγαλύτερη και πιο διεσπαρμένη. Αυτό μάλλον οφείλεται στην προσπάθεια επίλυσης προβλημάτων ήχου, χειρισμού και μειωμένης ΜΛΕ.

7.14.8. Κατανομή ποσοστού ομιλίας μαθήματος (i_speech_Perc)

Σχήμα 7.65 Κατανομή ποσοστού ομιλίας μαθήματος (i_speech_Perc)

Πίνακας 7.104. Δείκτες κατανομής ποσοστού ομιλίας μαθήματος (i_speech_Perc)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	i_speech_Perc	36	0,91	0,98	0,95	0,02	-0,14	0,38
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	i_speech_Perc	39	0,59	0,81	0,69	0,05	-0,33	-0,10

Πίνακας 7.105. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής ποσοστού ομιλίας μαθήματος (i_speech_Perc)

	i_speech_Perc
Z	-7,445
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Το μέσο ποσοστό ομιλίας του μαθήματος ήταν 95% στο πραγματικό περιβάλλον και 69% στο εικονικό (26,65% μικρότερο). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,445$, $p<0,01$). Αν και η μέση συνολική διάρκεια ομιλίας του μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον ήταν μεγαλύτερη από το πραγματικό, ως ποσοστό προς τη συνολική διάρκεια του μαθήματος, ήταν μικρότερη. Αυτό σημαίνει ότι στο εικονικό περιβάλλον υπήρχε περισσότερη ομιλία αλλά, ακόμη περισσότερη σιγή.

7.14.9. Κατανομή μέσης διάρκειας περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_Mean)

Σχήμα 7.66 Κατανομή μέσης διάρκειας περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_Mean)

Πίνακας 7.106. Δείκτες κατανομής μέσης διάρκειας περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_Mean)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	i_speech_Mean	36	5,84	19,55	9,85	3,08	1,62	2,54
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	i_speech_Mean	39	1,72	2,86	2,32	0,27	-0,17	-0,62

Πίνακας 7.107. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής μέσης διάρκειας περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_Mean)

	i_speech_Mean
Z	-7,445
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση διάρκεια των περιόδων ομιλίας του μαθήματος ήταν 9,85 sec στο πραγματικό περιβάλλον και 2,32 sec στο εικονικό (76,47% μικρότερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,445$, $p<0,01$). Εκτιμάται ότι η λόγω έλλειψης μη λεκτικής επικοινωνίας, η ομιλία στο εικονικό περιβάλλον είναι πιο κατατετηγμένη. Για παράδειγμα, τα καταφατικά νεύματα ή τα βλέμματα που διευκολύνουν την αλλαγή ομιλητή, τα οποία στο πραγματικό περιβάλλον μεταφέρονται ταυτόχρονα με την ομιλία και επιτρέπουν να είναι πιο ρέουσα και ομαλή, στο εικονικό περιβάλλον έπρεπε να γίνονται λεκτικά (π.χ. «ναι», «εσύ τι νομίζεις;», «συμφωνείς;»)

7.14.10. Κατανομή αριθμού περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_N)

Σχήμα 7.67 Κατανομή αριθμού περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_N)

Πίνακας 7.108. Δείκτες κατανομής αριθμού περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_N)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	i_speech_N	36	14,00	52,00	32,06	8,53	0,25	0,14
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	i_speech_N	39	107,00	297,00	174,31	43,60	1,16	1,31

Πίνακας 7.109. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής αριθμού περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_N)

	i_speech_N
Z	-7,446
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Ο μέσος αριθμός περιόδων ομιλίας του μαθήματος ήταν 32,06 στο πραγματικό περιβάλλον και 174,31 στο εικονικό (443,77% μεγαλύτερος). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,446$, $p<0,01$). Ο πολύ μεγαλύτερος αριθμός περιόδων ομιλίας σε συνδυασμό με τη μικρότερη διάρκειά τους, υποδεικνύει ότι η ομιλία στο εικονικό περιβάλλον είναι περισσότερο κατατετμημένη και όχι τόσο ρέουσα όσο στο πραγματικό.

7.14.11. Κατανομή τυπικής απόκλισης περιόδων ομιλίας μαθήματος (*i_speech_StdDev*)

Σχήμα 7.68 Κατανομή τυπικής απόκλισης περιόδων ομιλίας μαθήματος (*i_speech_StdDev*)

Πίνακας 7.110. Δείκτες κατανομής τυπικής απόκλισης περιόδων ομιλίας μαθήματος (*i_speech_StdDev*)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	<i>i_speech_StdDev</i>	36	4,54	24,50	9,25	4,63	1,96	3,38
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	<i>i_speech_StdDev</i>	39	1,51	3,46	2,02	0,38	1,57	4,32

Πίνακας 7.111. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής τυπικής απόκλισης περιόδων ομιλίας μαθήματος (*i_speech_StdDev*)

	<i>i_speech_StdDev</i>
Z	-7,445
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση τυπική απόκλιση των περιόδων ομιλίας του μαθήματος ήταν 9,25 στο πραγματικό περιβάλλον και 2,02 στο εικονικό. (78,20% μικρότερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,445$, $p<0,01$). Η κατανομή των τυπικών αποκλίσεων των περιόδων ομιλίας του μαθήματος είναι λιγότερο διεσπαρμένη στο εικονικό περιβάλλον, γεγονός που υποδεικνύει ότι εκεί υπήρχε μεγαλύτερη ομοιογένεια στη διασπορά των κατανομών περιόδων ομιλίας. Αυτό σημαίνει ότι στο εικονικό περιβάλλον, οι περισσότερες περιόδους ομιλίας είχαν συγκεκριμένη διάρκεια, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με το εύρημα ότι η ομιλία ήταν κατακερματισμένη σε μικρές περιόδους.

7.14.12. Κατανομή ασυμμετρίας περιόδων ομιλίας μαθήματος (*i_speech_Skewness*)

Σχήμα 7.69 Κατανομή ασυμμετρίας περιόδων ομιλίας μαθήματος (*i_speech_Skewness*)

Πίνακας 7.112. Δείκτες κατανομής ασυμμετρίας περιόδων ομιλίας μαθήματος (*i_speech_Skewness*)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	<i>i_speech_Skewness</i>	36	0,32	3,42	1,67	0,70	0,43	0,36
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	<i>i_speech_Skewness</i>	39	0,76	5,49	1,71	0,72	3,87	19,92

Πίνακας 7.113. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής ασυμμετρίας περιόδων ομιλίας μαθήματος (*i_speech_Skewness*)

	<i>i_speech_Skewness</i>
Z	-,021
Asymp. Sig. (2-tailed)	,983

Η μέση ασυμμετρία των περιόδων ομιλίας του μαθήματος ήταν 1,67 στο πραγματικό περιβάλλον και 1,71 στο εικονικό (2,53% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-,021$, $p>0,05$). Αυτό υποδεικνύει ότι οι κατανομές των περιόδων ομιλίας μαθήματος και στα δύο περιβάλλοντα ήταν παρόμοια θετικά ασύμμετρες, δηλαδή οι μικρότερες περίοδοι ομιλίας ήταν περισσότερες από τις μεγαλύτερες.

7.14.13. Κατανομή κύρτωσης περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_Kurtosis)

Σχήμα 7.70 Κατανομή κύρτωσης περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_Kurtosis)

Πίνακας 7.114. Δείκτες κατανομής κύρτωσης περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_Kurtosis)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	i_speech_Kurtosis	36	-0,83	13,65	3,43	3,42	1,19	1,42
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	i_speech_Kurtosis	39	-0,32	43,41	4,55	6,80	5,16	29,77

Πίνακας 7.115. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής κύρτωσης περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_Kurtosis)

	i_speech_Kurtosis
Z	-,944
Asymp. Sig. (2-tailed)	,345

Η μέση κύρτωση των περιόδων ομιλίας του μαθήματος ήταν 3,43 στο πραγματικό περιβάλλον και 4,55 στο εικονικό (32,51% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-0,944$, $p>0,05$). Αυτό υποδεικνύει ότι οι κατανομές των περιόδων ομιλίας μαθήματος και στα δύο περιβάλλοντα είναι παρόμοια λεπτόκυρτες.

7.14.14. Κατανομή συνολικής διάρκειας σιγής μαθήματος (i_silence_Sum)

Σχήμα 7.71 Κατανομή συνολικής διάρκειας σιγής μαθήματος (i_silence_Sum)

Πίνακας 7.116. Δείκτες κατανομής συνολικής διάρκειας σιγής μαθήματος (i_silence_Sum)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	i_silence_Sum	36	5,35	29,12	16,95	5,66	0,33	-0,19
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	i_silence_Sum	39	78,50	347,86	178,62	56,82	1,18	1,81

Πίνακας 7.117. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής συνολικής διάρκειας σιγής μαθήματος (i_silence_Sum)

	i_silence_Sum
Z	-7,445
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση συνολική διάρκεια σιγής του μαθήματος ήταν 16,95 sec στο πραγματικό περιβάλλον και 178,62 sec (2':59'') στο εικονικό (953,85% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,445$, $p<0,01$). Η συνολική διάρκεια σιγής του μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον είναι πολύ μεγαλύτερη και πολύ πιο διεσπαρμένη. Οφείλεται κυρίως στα διαστήματα σιγής που απαιτούνται για το χειρισμό (avatar, κάμερας, αντικειμένων), αλλά και στην έλλειψη μη λεκτικής επικοινωνίας που εμποδίζει την εναλλαγή των ομιλητών με αλληλοεπικάλυψη της ομιλίας (Argyle, Lalljee, & Cook, 1968; Sellen, 1992).

7.14.15. Κατανομή ποσοστού σιγής μαθήματος (i_silence_Perc)

Σχήμα 7.72 Κατανομή ποσοστού σιγής μαθήματος (i_silence_Perc)

Πίνακας 7.118. Δείκτες κατανομής ποσοστού σιγής μαθήματος (i_silence_Perc)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	i_silence_Perc	36	0,02	0,09	0,05	0,02	0,14	0,38
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	i_silence_Perc	39	0,19	0,41	0,31	0,05	0,33	-0,10

Πίνακας 7.119. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής ποσοστού σιγής μαθήματος (i_silence_Perc)

	i_silence_Perc
Z	-7,445
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Το μέσο ποσοστό σιγής του μαθήματος ήταν 5% στο πραγματικό περιβάλλον και 31% στο εικονικό (463,22% μεγαλύτερο). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,445$, $p<0,01$). Το ποσοστό σιγής του μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον είναι πολύ μεγαλύτερο και πιο διεσπαρμένο. Οφείλεται κυρίως στα διαστήματα σιγής που απαιτούνται για το χειρισμό (avatar, κάμερας, αντικειμένων), αλλά και στην έλλειψη μη λεκτικής επικοινωνίας που τείνει να κατατέμνει την ομιλία εισάγοντας περιόδους σιγής.

7.14.16. Κατανομή μέσης διάρκειας περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_Mean*)

Σχήμα 7.73 Κατανομή μέσης διάρκειας περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_Mean*)

Πίνακας 7.120. Δείκτες κατανομής μέσης διάρκειας περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_Mean*)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	<i>i_silence_Mean</i>	36	0,38	0,68	0,53	0,08	0,09	-0,91
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	<i>i_silence_Mean</i>	39	0,66	1,43	1,02	0,18	0,32	-0,25

Πίνακας 7.121. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής μέσης διάρκειας περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_Mean*)

	<i>i_silence_Mean</i>
Z	-7,434
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση διάρκεια των περιόδων σιγής του μαθήματος ήταν 0,53 sec στο πραγματικό περιβάλλον και 1,02 sec στο εικονικό (93,39% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,434$, $p<0,01$). Η μέση διάρκεια των περιόδων σιγής του μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον είναι πολύ μεγαλύτερη και πιο διεσπαρμένη. Οφείλεται κυρίως στα διαστήματα σιγής που απαιτούνται για το χειρισμό (avatar, κάμερας, αντικειμένων) αλλά και στην έλλειψη μη λεκτικής επικοινωνίας που εμποδίζει την εναλλαγή των ομιλητών με αλληλοεπικάλυψη της ομιλίας.

7.14.17. Κατανομή αριθμού περιόδων σιγής μαθήματος (i_silence_N)

Σχήμα 7.74 Κατανομή αριθμού περιόδων σιγής μαθήματος (i_silence_N)

Πίνακας 7.122. Δείκτες κατανομής αριθμού περιόδων σιγής μαθήματος (i_silence_N)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	i_silence_N	36	14,00	51,00	31,81	8,40	0,24	0,04
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	i_silence_N	39	108,00	298,00	175,13	43,55	1,16	1,32

Πίνακας 7.123. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής αριθμού περιόδων σιγής μαθήματος (i_silence_N)

	i_silence_N
Z	-7,446
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Ο μέσος αριθμός περιόδων σιγής του μαθήματος ήταν 31,81 στο πραγματικό περιβάλλον και 175,13 στο εικονικό (450,62% μεγαλύτερος). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,446$, $p<0,01$). Ο πολύ μεγαλύτερος και πιο διεσπαρμένος αριθμός περιόδων σιγής σε συνδυασμό με τη μεγαλύτερη διάρκειά τους, υποδεικνύουν ότι η ομιλία στο εικονικό περιβάλλον είναι περισσότερο κατακερματισμένη και όχι τόσο ρέουσα όσο στο πραγματικό.

7.14.18. Κατανομή τυπικής απόκλισης περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_StdDev*)

Σχήμα 7.75 Κατανομή τυπικής απόκλισης περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_StdDev*)

Πίνακας 7.124. Δείκτες κατανομής τυπικής απόκλισης περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_StdDev*)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	<i>i_silence_StdDev</i>	36	0,22	0,70	0,35	0,10	1,60	3,74
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	<i>i_silence_StdDev</i>	39	0,50	2,34	1,24	0,48	0,71	-0,11

Πίνακας 7.125. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής τυπικής απόκλισης περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_StdDev*)

	<i>i_silence_StdDev</i>
Z	-7,360
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση τυπική απόκλιση των περιόδων σιγής του μαθήματος ήταν 0,35 στο πραγματικό περιβάλλον και 1,24 στο εικονικό. (252,40% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,360$, $p<0,01$). Η κατανομή των τυπικών αποκλίσεων των περιόδων σιγής του μαθήματος είναι περισσότερο διεσπαρμένη στο εικονικό περιβάλλον, γεγονός που υποδεικνύει ότι εκεί υπήρχε μικρότερη ομοιογένεια στη διασπορά των κατανομών περιόδων σιγής. Αυτό σημαίνει ότι η σιγή στο εικονικό περιβάλλον κυμαίνεται περισσότερο, ανάλογα με τις δυσκολίες χειρισμού κάθε ζευγαριού συμμετεχόντων.

7.14.19. Κατανομή ασυμμετρίας περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_Skewness*)

Σχήμα 7.76 Κατανομή ασυμμετρίας περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_Skewness*)

Πίνακας 7.126. Δείκτες κατανομής ασυμμετρίας περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_Skewness*)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	<i>i_silence_Skewness</i>	36	0,70	3,30	1,54	0,70	1,01	0,21
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	<i>i_silence_Skewness</i>	39	1,53	9,55	4,30	1,72	0,91	1,57

Πίνακας 7.127. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής ασυμμετρίας περιόδων σιγής μαθήματος (*i_silence_Skewness*)

	<i>i_silence_Skewness</i>
Z	-6,766
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση ασυμμετρία των περιόδων σιγής του μαθήματος ήταν 1,54 στο πραγματικό περιβάλλον και 4,30 στο εικονικό (178,48% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-6,766$, $p<0,01$). Αυτό υποδεικνύει ότι οι κατανομές των περιόδων σιγής του μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον είναι πιο (θετικά) ασύμμετρες σε σχέση με το πραγματικό (οι μικρότερες περίοδοι σιγής είναι περισσότερες στο εικονικό).

7.14.20. Κατανομή κύρτωσης περιόδων σιγής μαθήματος (i_silence_Kurtosis)

Σχήμα 7.77 Κατανομή κύρτωσης περιόδων σιγής μαθήματος (i_silence_Kurtosis)

Πίνακας 7.128. Δείκτες κατανομής κύρτωσης περιόδων σιγής μαθήματος (i_silence_Kurtosis)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	i_silence_Kurtosis	36	-0,70	14,52	2,88	3,68	1,64	2,21
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	i_silence_Kurtosis	39	2,10	108,14	28,21	22,48	1,79	4,10

Πίνακας 7.129. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής κύρτωσης περιόδων σιγής μαθήματος (i_silence_Kurtosis)

	i_silence_Kurtosis
Z	-6,819
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση κύρτωση των περιόδων σιγής του μαθήματος ήταν 2,88 στο πραγματικό περιβάλλον και 28,21 στο εικονικό (879,15% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-6,819$, $p<0,01$). Αυτό υποδεικνύει ότι οι κατανομές των περιόδων σιγής του μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον είναι πιο λεπτόκυρτες σε σχέση με το πραγματικό.

7.14.21. Κατανομή συνολικής διάρκειας συνεργασίας (c_duration_sec)

Σχήμα 7.78 Κατανομή συνολικής διάρκειας συνεργασίας (c_duration_sec)

Πίνακας 7.130. Δείκτες κατανομής συνολικής διάρκειας συνεργασίας (c_duration_sec)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_duration_sec	36	906,38	2845,78	1903,00	455,86	0,07	-0,27
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_duration_sec	39	999,43	3263,63	2296,61	482,63	-0,29	0,44

Πίνακας 7.131. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής συνολικής διάρκειας συνεργασίας (c_duration_sec)

	c_duration_sec
Z	-3,256
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

Η μέση συνολική διάρκεια της συνεργασίας ήταν 1903,00 sec (31':43'') στο πραγματικό περιβάλλον και 2296,61 sec (38':17'') στο εικονικό (20,68% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-3,256$, $p<0,01$). Η διάρκεια της συνεργασίας είναι λίγο μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον, όμως οι κατανομές έχουν παρόμοια διασπορά.

7.14.22. Κατανομή συνολικής διάρκειας ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Sum)

Σχήμα 7.79 Κατανομή συνολικής διάρκειας ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Sum)

Πίνακας 7.132. Δείκτες κατανομής συνολικής διάρκειας ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Sum)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_speech_Sum	36	674,16	2467,44	1425,16	345,30	0,62	1,51
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_speech_Sum	39	381,32	2388,44	1239,36	392,38	0,39	1,41

Πίνακας 7.133. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής συνολικής διάρκειας ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Sum)

	c_speech_Sum
Z	-2,206
Asymp. Sig. (2-tailed)	,027

Η μέση συνολική διάρκεια ομιλίας της συνεργασίας ήταν 1425,16 sec (23:45) στο πραγματικό περιβάλλον και 1239,36 sec (20:39) στο εικονικό (13,04% μικρότερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-2,206$, $p<0,05$). Παρόλο που η μέση συνολική διάρκεια της συνεργασίας είναι μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον, η μέση συνολική διάρκεια ομιλίας είναι λίγο μικρότερη. Αυτό ενδεχομένως να υποδεικνύει, ότι οι λόγοι που οδηγούν σε περισσότερη ομιλία (κυρίως τον επιβλέποντα), κατά τη διάρκεια του μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον (προβλήματα ήχου, χειρισμού, έλλειψη μη λεκτικής επικοινωνίας), ίσως να προκαλούν το αντίθετο αποτέλεσμα στους συμμετέχοντες κατά τη συνεργασία, όπου η ομιλία είναι προαιρετική.

7.14.23. Κατανομή ποσοστού ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Perc)

Σχήμα 7.80 Κατανομή ποσοστού ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Perc)

Πίνακας 7.134. Δείκτες κατανομής ποσοστού ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Perc)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_speech_Perc	36	0,59	0,94	0,75	0,09	0,21	-0,51
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_speech_Perc	39	0,27	0,73	0,53	0,10	-0,42	0,22

Πίνακας 7.135. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής ποσοστού ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Perc)

	c_speech_Perc
Z	-6,851
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Το μέσο ποσοστό ομιλίας της συνεργασίας ήταν 75% στο πραγματικό περιβάλλον και 53% στο εικονικό. (29,23% μικρότερο). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-6,851$, $p<0,01$). Το μέσο ποσοστό ομιλίας κατά τη συνεργασία είναι μειωμένο σε σχέση με αυτό του μαθήματος, λόγω των αυξημένων περιόδων σιγής για συλλογισμό.

7.14.24. Κατανομή μέσης διάρκειας περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Mean)

Σχήμα 7.81 Κατανομή μέσης διάρκειας περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Mean)

Πίνακας 7.136. Δείκτες κατανομής μέσης διάρκειας περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Mean)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_speech_Mean	36	2,44	11,18	4,02	1,72	2,53	7,94
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_speech_Mean	39	1,29	3,43	1,96	0,40	1,49	3,94

Πίνακας 7.137. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής μέσης διάρκειας περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Mean)

	c_speech_Mean
Z	-7,179
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση διάρκεια των περιόδων ομιλίας της συνεργασίας ήταν 4,02 sec στο πραγματικό περιβάλλον και 1,96 sec στο εικονικό (51,26% μικρότερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z = -7,179$, $p < 0,01$). Αν και η μέση διάρκεια περιόδων ομιλίας της συνεργασίας στο πραγματικό περιβάλλον, είναι περίπου η μισή σε σχέση με αυτή του μαθήματος (ίσως λόγω των περιόδων συλλογισμού), η αντίστοιχη στο εικονικό είναι περίπου ίδια με του μαθήματος (~2sec). Αυτό ίσως υποδεικνύει, ότι το εικονικό περιβάλλον «επιβάλλει» ένα συγκεκριμένο, πιο κατακερματισμένο τρόπο ομιλίας, ανεξάρτητα από τη φύση της επικοινωνίας (μάθημα-συνεργασία).

7.14.25. Κατανομή αριθμού περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_N)

Σχήμα 7.82 Κατανομή αριθμού περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_N)

Πίνακας 7.138. Δείκτες κατανομής αριθμού περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_N)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_speech_N	36	112,00	638,00	389,89	128,97	0,20	-0,25
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_speech_N	39	226,00	884,00	629,59	143,80	-0,70	0,74

Πίνακας 7.139. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής αριθμού περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_N)

	c_speech_N
Z	-5,870
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Ο μέσος αριθμός περιόδων ομιλίας της συνεργασίας ήταν 389,89 στο πραγματικό περιβάλλον και 629,59 στο εικονικό (61,48% μεγαλύτερος). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z = -5,870$, $p < 0,01$). Ο μεγαλύτερος αριθμός περιόδων ομιλίας σε συνδυασμό με τη μικρότερη διάρκειά τους, υποδεικνύουν ότι η ομιλία στο εικονικό περιβάλλον είναι περισσότερο κατακερματισμένη και όχι τόσο ρέουσα όσο στο πραγματικό. Ωστόσο, το φαινόμενο αυτό είναι αμβλυμένο σε σχέση με το μάθημα, λόγω των περιόδων σιγής για συλλογισμό που υπάρχουν κατά τη συνεργασία.

7.14.26. Κατανομή τυπικής απόκλισης περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_StdDev)

Σχήμα 7.83 Κατανομή τυπικής απόκλισης περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_StdDev)

Πίνακας 7.140. Δείκτες κατανομής τυπ. απόκλισης περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_StdDev)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_speech_StdDev	36	2,81	13,37	4,78	2,09	2,48	7,58
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_speech_StdDev	39	1,07	4,68	1,92	0,59	2,88	12,49

Πίνακας 7.141. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής τυπικής απόκλισης περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_StdDev)

	c_speech_StdDev
Z	-7,148
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση τυπική απόκλιση των περιόδων ομιλίας της συνεργασίας ήταν 4,78 στο πραγματικό περιβάλλον και 1,92 στο εικονικό (59,80% μικρότερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-7,148$, $p<0,01$). Η κατανομή των τυπικών αποκλίσεων των περιόδων ομιλίας της συνεργασίας είναι λιγότερο διεσπαρμένη στο εικονικό περιβάλλον, γεγονός που υποδεικνύει ότι εκεί υπήρχε μεγαλύτερη ομοιογένεια στη διασπορά των κατανομών περιόδων ομιλίας. Αυτό σημαίνει ότι στο εικονικό περιβάλλον, οι περισσότερες περιόδους ομιλίας είχαν συγκεκριμένη διάρκεια, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με το εύρημα ότι η ομιλία ήταν κατακερματισμένη σε μικρές περιόδους.

7.14.27. Κατανομή ασυμμετρίας περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Skewness)

Σχήμα 7.84 Κατανομή ασυμμετρίας περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Skewness)

Πίνακας 7.142. Δείκτες κατανομής ασυμμετρίας περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Skewness)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_speech_Skewness	36	1,91	6,52	3,07	0,80	2,29	9,33
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_speech_Skewness	39	1,44	3,84	2,36	0,53	0,82	0,65

Πίνακας 7.143. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής ασυμμετρίας περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Skewness)

	c_speech_Skewness
Z	-4,549
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση ασυμμετρία των περιόδων ομιλίας της συνεργασίας ήταν 3,07 στο πραγματικό περιβάλλον και 2,36 στο εικονικό (23,35% μικρότερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-4,549$, $p<0,01$). Αυτό υποδεικνύει ότι οι κατανομές των περιόδων ομιλίας συνεργασίας στο εικονικό περιβάλλον ήταν λιγότερο θετικά ασύμμετρες σε σχέση με το πραγματικό.

7.14.28. Κατανομή κύρτωσης περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Kurtosis)

Σχήμα 7.85 Κατανομή κύρτωσης περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Kurtosis)

Πίνακας 7.144. Δείκτες κατανομής κύρτωσης περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Kurtosis)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_speech_Kurtosis	36	3,55	73,10	14,47	11,36	4,11	20,96
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_speech_Kurtosis	39	2,34	26,78	8,81	5,19	1,68	3,09

Πίνακας 7.145. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής κύρτωσης περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Kurtosis)

	c_speech_Kurtosis
Z	-3,743
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση κύρτωση των περιόδων ομιλίας της συνεργασίας ήταν 14,47 στο πραγματικό περιβάλλον και 8,81 στο εικονικό (39,14% μικρότερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-3,743$, $p<0,01$). Αυτό υποδεικνύει ότι οι κατανομές των περιόδων ομιλίας συνεργασίας στο εικονικό περιβάλλον είναι λιγότερο λεπτόκυρτες σε σχέση με το πραγματικό.

7.14.29. Κατανομή συνολικής διάρκειας σιγής συνεργασίας (c_silence_Sum)

Σχήμα 7.86 Κατανομή συνολικής διάρκειας σιγής συνεργασίας (c_silence_Sum)

Πίνακας 7.146. Δείκτες κατανομής συνολικής διάρκειας σιγής συνεργασίας (c_silence_Sum)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_silence_Sum	36	77,97	1034,85	477,84	230,70	0,48	-0,40
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_silence_Sum	39	512,69	2035,72	1057,25	298,26	1,10	1,97

Πίνακας 7.147. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής συνολικής διάρκειας σιγής συνεργασίας (c_silence_Sum)

	c_silence_Sum
Z	-6,755
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση συνολική διάρκεια σιγής της συνεργασίας ήταν 477,84 sec (7':58'') στο πραγματικό περιβάλλον και 1057,25 sec (17':37'') στο εικονικό (121,26% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z = -6,755$, $p < 0,01$). Η συνολική διάρκεια σιγής της συνεργασίας είναι περίπου διπλάσια στο εικονικό περιβάλλον και παρόμοια διεσπαρμένη.

7.14.30. Κατανομή ποσοστού σιγής συνεργασίας (c_silence_Perc)

Σχήμα 7.87 Κατανομή ποσοστού σιγής συνεργασίας (c_silence_Perc)

Πίνακας 7.148. Δείκτες κατανομής ποσοστού σιγής συνεργασίας (c_silence_Perc)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_silence_Perc	36	0,06	0,41	0,25	0,09	-0,21	-0,51
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_silence_Perc	39	0,27	0,73	0,47	0,10	0,42	0,22

Πίνακας 7.149. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής ποσοστού σιγής συνεργασίας (c_silence_Perc)

	c_silence_Perc
Z	-6,851
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Το μέσο ποσοστό σιγής της συνεργασίας ήταν 25% στο πραγματικό περιβάλλον και 47% στο εικονικό (89,87% μεγαλύτερο). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-6,851$, $p<0,01$). **Το αυξημένο ποσοστό σιγής κατά τη συνεργασία και στα δύο περιβάλλοντα, εκτιμάται ότι οφείλεται στις περιόδους συλλογισμού, οι οποίες αμβλύνουν την μεγάλη διαφορά που υπήρχε στο μάθημα.** Ωστόσο το μέσο ποσοστό σιγής παραμένει μεγαλύτερο στο εικονικό περιβάλλον λόγω των αναγκών χειρισμού (avatar, κάμερας, χάρακα, πίνακα).

7.14.31. Κατανομή μέσης διάρκειας περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Mean)

Σχήμα 7.88 Κατανομή μέσης διάρκειας περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Mean)

Πίνακας 7.150. Δείκτες κατανομής μέσης διάρκειας περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Mean)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_silence_Mean	36	0,70	1,82	1,17	0,27	0,34	-0,14
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_silence_Mean	39	1,05	3,58	1,74	0,57	1,79	3,85

Πίνακας 7.151. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής μέσης διάρκειας περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Mean)

	c_silence_Mean
Z	-5,355
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση διάρκεια των περιόδων σιγής της συνεργασίας ήταν 1,17 sec στο πραγματικό περιβάλλον και 1,74 sec στο εικονικό (48,51% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z = -5,355$, $p < 0,01$). Η αυξημένη μέση διάρκεια των περιόδων σιγής κατά τη συνεργασία και στα δύο περιβάλλοντα, εκτιμάται ότι οφείλεται στις περιόδους συλλογισμού, οι οποίες αμβλύνουν την διαφορά που υπήρχε στο μάθημα. Ωστόσο, η μέση διάρκεια των περιόδων σιγής παραμένει μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον λόγω των αναγκών χειρισμού (avatar, κάμερας, χάρακα, πίνακα).

7.14.32. Κατανομή αριθμού περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_N)

Σχήμα 7.89 Κατανομή αριθμού περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_N)

Πίνακας 7.152. Δείκτες κατανομής αριθμού περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_N)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_silence_N	36	111,00	639,00	389,44	129,13	0,20	-0,25
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_silence_N	39	227,00	884,00	630,36	143,72	-0,70	0,73

Πίνακας 7.153. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής αριθμού περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_N)

	c_silence_N
Z	-5,907
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Ο μέσος αριθμός περιόδων σιγής της συνεργασίας ήταν 389,44 στο πραγματικό περιβάλλον και 630,36 στο εικονικό (61,86% μεγαλύτερος). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z = -5,907$, $p < 0,01$). Ο μεγαλύτερος αριθμός περιόδων σιγής σε συνδυασμό με τη μεγαλύτερη διάρκειά τους, υποδεικνύουν ότι η ομιλία στο εικονικό περιβάλλον είναι περισσότερο κατακερματισμένη και όχι τόσο ρέουσα όσο στο πραγματικό. Το φαινόμενο αυτό ωστόσο είναι αμβλυμένο σε σχέση με το μάθημα, λόγω των περιόδων σιγής για συλλογισμό που υπάρχουν κατά τη συνεργασία.

7.14.33. Κατανομή τυπικής απόκλισης περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_StdDev)

Σχήμα 7.90 Κατανομή τυπικής απόκλισης περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_StdDev)

Πίνακας 7.154. Δείκτες κατανομής τυπικής απόκλισης περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_StdDev)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_silence_StdDev	36	0,57	2,69	1,37	0,47	0,65	0,62
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_silence_StdDev	39	1,02	7,92	2,84	1,62	1,84	3,32

Πίνακας 7.155. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής τυπικής απόκλισης περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_StdDev)

	c_silence_StdDev
Z	-5,610
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση τυπική απόκλιση των περιόδων σιγής της συνεργασίας ήταν 1,37 στο πραγματικό περιβάλλον και 2,84 στο εικονικό (107,32% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z = -5,610$, $p < 0,01$). Η κατανομή των τυπικών αποκλίσεων των περιόδων σιγής της συνεργασίας είναι περισσότερο διεσπαρμένη στο εικονικό περιβάλλον, γεγονός που υποδεικνύει ότι εκεί υπήρχε μικρότερη ομοιογένεια στη διασπορά των κατανομών περιόδων σιγής. Αυτό σημαίνει ότι η σιγή στο εικονικό περιβάλλον κυμαίνεται περισσότερο ανάλογα με τις δυσκολίες χειρισμού κάθε ζευγαριού συμμετεχόντων.

7.14.34. Κατανομή ασυμμετρίας περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Skewness)

Σχήμα 7.91 Κατανομή ασυμμετρίας περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Skewness)

Πίνακας 7.156. Δείκτες κατανομής ασυμμετρίας περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Skewness)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_silence_Skewness	36	2,15	5,17	3,46	0,78	0,06	-0,91
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_silence_Skewness	39	2,91	15,01	5,59	3,08	2,22	4,61

Πίνακας 7.157. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής ασυμμετρίας περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Skewness)

	c_silence_Skewness
Z	-4,560
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση ασυμμετρία των περιόδων σιγής της συνεργασίας ήταν 3,46 στο πραγματικό περιβάλλον και 5,59 στο εικονικό (61,74% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-4,560$, $p<0,01$). Αυτό υποδεικνύει ότι οι κατανομές των περιόδων σιγής της συνεργασίας στο εικονικό περιβάλλον είναι πιο (θετικά) ασύμμετρες σε σχέση με το πραγματικό (οι μικρότερες περίοδοι σιγής είναι περισσότερες στο εικονικό).

7.14.35. Κατανομή κύρτωσης περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Kurtosis)

Σχήμα 7.92 Κατανομή κύρτωσης περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Kurtosis)

Πίνακας 7.158. Δείκτες κατανομής κύρτωσης περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Kurtosis)

Περιβάλλον δραστηριότητας		N	Minimum	Maximum	Mean	StdDev	Skewness	Kurtosis
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	c_silence_Kurtosis	36	5,87	36,65	18,38	8,82	0,27	-1,10
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	c_silence_Kurtosis	39	11,13	278,90	55,41	69,64	2,66	6,35

Πίνακας 7.159. Mann-Whitney U Test μεταξύ περιβαλλόντων κατανομής κύρτωσης περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Kurtosis)

	c_silence_Kurtosis
Z	-4,327
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

Η μέση κύρτωση των περιόδων σιγής της συνεργασίας ήταν 18,38 στο πραγματικό περιβάλλον και 55,41 στο εικονικό (201,39% μεγαλύτερη). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test ($Z=-4,327$, $p<0,01$). Αυτό υποδεικνύει ότι οι κατανομές των περιόδων σιγής της συνεργασίας στο εικονικό περιβάλλον είναι πιο λεπτόκυρτες σε σχέση με το πραγματικό.

7.14.36. Συνοπτικά αποτελέσματα μαθήματος

Τα επόμενα σχήματα παρουσιάζουν συνοπτικά τις μέσες τιμές των μεταβλητών ομιλίας-σιγής του μαθήματος.

Σχήμα 7.93 Μέση διάρκεια συνολικής ομιλίας/σιγής μαθήματος

Σχήμα 7.94 Μέσο ποσοστό ομιλίας/σιγής μαθήματος

Σχήμα 7.95 Μέση διάρκεια περιόδων ομιλίας/σιγής μαθήματος

Σχήμα 7.96 Μέσος αριθμός περιόδων ομιλίας/σιγής μαθήματος

Συνοπτικά, για το **μάθημα** προκύπτει ότι:

- η μέση συνολική διάρκεια του είναι μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον και οφείλεται περισσότερο στην αυξημένη σιγή και λιγότερο στην αυξημένη ομιλία.
- η μέση συνολική διάρκεια ομιλίας είναι μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον, αλλά ως ποσοστό στη συνολική διάρκεια του μαθήματος, είναι μικρότερη.
- οι περίοδοι ομιλίας είναι περισσότερες και συντομότερες στο εικονικό περιβάλλον, ενώ στο πραγματικό λιγότερες και μακρύτερες.
- οι περίοδοι σιγής είναι περισσότερες και μακρύτερες στο εικονικό περιβάλλον, ενώ στο πραγματικό λιγότερες και συντομότερες.
- η συνολική διάρκεια της σιγής είναι μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον και οφείλεται στις ανάγκες χειρισμού (avatar, κάμερα, χάρακα).
- ο αριθμός των εναλλαγών ομιλίας-σιγής είναι πολύ μεγαλύτερος στο εικονικό:
 - λόγω έλλειψης μη λεκτικής επικοινωνίας, που εμποδίζει την εναλλαγή των ομιλητών με αλληλοεπικάλυψη, π.χ. στο πραγματικό περιβάλλον ο ομιλητής μπορεί να μιλά συνεχόμενα αν βλέπει θετικά νεύματα από τον ακροατή του ή μπορεί να του δώσει το λόγο απλά κοιτάζοντάς τον. Αυτές οι μη λεκτικές ενέργειες που ρυθμίζουν την εναλλαγή των ομιλητών, πρέπει να γίνονται λεκτικά στο εικονικό περιβάλλον (π.χ. «Ναι», «Εσύ τι νομίζεις;»)
 - λόγω των αναγκών χειρισμού (avatar, κάμερα, χάρακα)

7.14.37. Συνοπτικά αποτελέσματα συνεργασίας

Τα επόμενα σχήματα παρουσιάζουν συνοπτικά τις μέσες τιμές των μεταβλητών ομιλίας-σιγής της συνεργασίας.

Σχήμα 7.97 Μέση διάρκεια συνολικής ομιλίας/σιγής συνεργασίας

Σχήμα 7.98 Μέσο ποσοστό ομιλίας/σιγής συνεργασίας

Σχήμα 7.99 Μέση διάρκεια περιόδων ομιλίας/σιγής συνεργασίας

Σχήμα 7.100 Μέσος αριθμός περιόδων ομιλίας /σιγής συνεργασίας

Συνοπτικά, για τη **συνεργασία** προκύπτει ότι:

- η μέση συνολική διάρκεια της είναι μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον και οφείλεται στην αυξημένη σιγή.
 - η μέση συνολική διάρκεια ομιλίας και το ποσοστό της στη συνολική διάρκεια της συνεργασίας είναι μικρότερα στο εικονικό περιβάλλον. Αυτό ενδεχομένως να υποδεικνύει, ότι οι λόγοι που οδηγούν σε περισσότερη ομιλία (κυρίως τον επιβλέποντα), κατά τη διάρκεια του μαθήματος στο εικονικό περιβάλλον (προβλήματα ήχου, χειρισμού, έλλειψη μη λεκτικής επικοινωνίας), ίσως να προκαλούν το αντίθετο αποτέλεσμα στους συμμετέχοντες κατά τη συνεργασία, όπου η ομιλία είναι προαιρετική.
 - οι περίοδοι ομιλίας είναι περισσότερες και συντομότερες στο εικονικό περιβάλλον, ενώ στο πραγματικό λιγότερες και μακρύτερες. Το φαινόμενο είναι αμβλυμμένο σε σχέση με το μάθημα.
 - οι περίοδοι σιγής είναι περισσότερες και μακρύτερες στο εικονικό περιβάλλον, ενώ στο πραγματικό λιγότερες και συντομότερες. Το φαινόμενο είναι αμβλυμμένο σε σχέση με το μάθημα, λόγω του συλλογισμού κατά τη συνεργασία.
 - η συνολική διάρκεια της σιγής είναι μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον και οφείλεται στις ανάγκες χειρισμού (avatar, κάμερα, χάρακας). Το φαινόμενο είναι αμβλυμμένο σε σχέση με το μάθημα, λόγω του συλλογισμού κατά τη συνεργασία.
 - ο αριθμός των εναλλαγών ομιλίας-σιγής είναι μεγαλύτερος στο εικονικό:
 - λόγω έλλειψης μη λεκτικής επικοινωνίας, που εμποδίζει την εναλλαγή των ομιλητών με αλληλοεπικάλυψη, π.χ. στο πραγματικό περιβάλλον ο ομιλητής μπορεί να μιλά συνεχόμενα αν βλέπει θετικά νεύματα από τον ακροατή του ή μπορεί να του δώσει το λόγο απλά κοιτάζοντάς τον. Αυτές οι μη λεκτικές ενέργειες που ρυθμίζουν την εναλλαγή των ομιλητών, πρέπει να γίνονται λεκτικά στο εικονικό περιβάλλον (π.χ. «Ναι», «Εσύ τι νομίζεις;»)
 - λόγω των αναγκών χειρισμού (avatar, κάμερα, χάρακα, πίνακα)
- Το φαινόμενο είναι αμβλυμμένο σε σχέση με το μάθημα.

7.14.38. Συμπεράσματα ανάλυσης ομιλίας-σιγής

Ο Πίνακας 7.160 παρουσιάζει τους λόγους επιλεγμένων μεταβλητών ομιλίας-σιγής του εικονικού προς το πραγματικό περιβάλλον.

Πίνακας 7.160 Λόγοι ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ/ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ για τις παραμέτρους ομιλίας-σιγής

ΕΙΚΟΝΙΚΟ/ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Μάθημα	Συνεργασία
Συνολική Διάρκεια	1,86	1,21
Συνολική Ομιλία	1,37	0,87
Συνολική Σιγή	10,54	2,21
Συνολική Ομιλία/Συνολική Σιγή	0,13	0,39
Ποσοστό Ομιλίας	0,73	0,71
Ποσοστό Σιγής	5,63	1,90
Μέση περίοδος ομιλίας	0,24	0,49
Μέση περίοδος σιγής	1,93	1,49
Αριθμός περιόδων(εναλλαγών)	5,44	1,61
Τυπ. απόκλιση περιόδων ομιλίας	0,22	0,40
Τυπ. απόκλιση περιόδων σιγής	3,52	2,07

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- η μέση διάρκεια της συνεδρίας είναι μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο στο μάθημα.
- ο μέσος λόγος ομιλίας/σιγής είναι μικρότερος στο εικονικό περιβάλλον. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο στο μάθημα.
- η μέση συνολική ομιλία στο εικονικό περιβάλλον είναι μεγαλύτερη στο μάθημα και μικρότερη στη συνεργασία.
- η μέση συνολική σιγή είναι μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο στο μάθημα.
- η μέση περίοδος ομιλίας είναι μικρότερη στο εικονικό περιβάλλον. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο στο μάθημα
- η μέση περίοδος σιγής είναι μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο στο μάθημα
- ο μέσος αριθμός εναλλαγών ομιλίας-σιγής είναι μεγαλύτερος στο εικονικό περιβάλλον. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο στο μάθημα.
- η μέση τυπική απόκλιση των περιόδων ομιλίας είναι μικρότερη στο εικονικό περιβάλλον, υποδεικνύοντας ότι οι περίοδοι ομιλίας τείνουν να είναι πιο ομοιόμορφες στο εικονικό περιβάλλον.
- Η μέση τυπική απόκλιση των περιόδων σιγής είναι μεγαλύτερη στο εικονικό περιβάλλον, υποδεικνύοντας ότι οι περίοδοι σιγής τείνουν να είναι πιο ανομοιόμορφες στο εικονικό περιβάλλον (ανάλογα με τις ανάγκες χειρισμού).

Συμπερασματικά:

- αν και οι συνεδρίες στο εικονικό περιβάλλον διαρκούν περισσότερο, η **μέση συνολική ομιλία είναι περίπου ίδια** (λίγο περισσότερη στο μάθημα, λίγο λιγότερη στη συνεργασία). Ωστόσο, αν ληφθεί υπόψη το γεγονός, ότι μέρος της ομιλίας αφορά υποκατάσταση της μειωμένης μη λεκτικής επικοινωνίας και επίλυση προβλημάτων ήχου και χειρισμού, τότε η **χρήσιμη ομιλία είναι μειωμένη στο εικονικό**.

- η μέση συνολική σιγή είναι αυξημένη στο εικονικό περιβάλλον. Αυτό οφείλεται στις ανάγκες χειρισμού (avatar, κάμερα, χάρακες, πίνακα)
- ο λόγος ομιλίας/σιγής είναι μικρότερος στο εικονικό περιβάλλον. Αυτό οφείλεται στις ανάγκες χειρισμού (avatar, κάμερα, χάρακες, πίνακα)
- το εικονικό περιβάλλον φαίνεται να «επιβάλλει» ένα πιο κατακερματισμένο πρότυπο ομιλίας-σιγής (συχνότερες εναλλαγές, με μικρότερες περιόδους ομιλίας και μεγαλύτερες σιγής). Το πρότυπο αυτό επιβάλλεται από τις διαδικασίες χειρισμού και την μειωμένη μη λεκτική επικοινωνία.

Τα παραπάνω ευρήματα έρχονται σε συμφωνία με έρευνες σύγκρισης προτύπων ομιλίας (speech patterns) μεταξύ της «πρόσωπο με πρόσωπο» και της διαμεσολαβούμενης (μέσω βιντεοδιάσκεψης ή τηλεφωνίας) συνομιλίας. Κατά τη διάρκεια μιας διαμεσολαβούμενης συνομιλίας, η μη λεκτική επικοινωνία (και ειδικότερα το βλέμμα (gaze)) περιορίζεται σημαντικά. Το βλέμμα παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο κατά τη συνομιλία: ρυθμίζει τη ροή της συζήτησης, παρέχει ανατροφοδότηση από τον ακροατή στον ομιλητή και μεταφέρει συναισθήματα (Argyle & Cook, 1976; Kendon, 1967). Έχει βρεθεί ότι οι παύσεις κατά τη συνομιλία δύο ανθρώπων τείνουν να είναι μεγαλύτερες όταν η οπτική επαφή μειώνεται (Argyle, et al., 1968). Στις πρόσωπο με πρόσωπο συζητήσεις οι εναλλαγές στους ομιλητές τείνουν να γίνονται πιο γρήγορα και με αλληλοεπικάλυψη των ομιλητών, ενώ στις διαμεσολαβούμενες μεσολαβούν παύσεις (Sellen, 1992). Η ταυτόχρονη ομιλία που χαρακτηρίζει την «πρόσωπο με πρόσωπο» συνομιλία μπορεί να υποδεικνύει προβληματική μεταβίβαση του λόγου μεταξύ των ομιλητών, όμως ταυτόχρονα ίσως υποδηλώνει περισσότερο αυθορμητισμό και εμπλοκή στη συζήτηση. Η ύπαρξη παύσεων κατά την εναλλαγή των ομιλητών που χαρακτηρίζει τη διαμεσολαβούμενη συνομιλία, ίσως υποδεικνύει απροθυμία των ομιλητών να πάρουν το λόγο. Έτσι οι συζητήσεις πρόσωπο με πρόσωπο θεωρούνται πιο άμεσες και λιγότερο ευγενικές-τυπικές (K. M. Cohen, 1982), ενώ οι διαμεσολαβούμενες εκλαμβάνονται περισσότερο απόμακρες, τυπικές και λιγότερο αυθόρμητες (Rutter, 1987).

Στην αρχή αυτής της ενότητας, για να εξηγηθεί η μεγαλύτερη μέση διάρκεια των συνεδριών του εικονικού περιβάλλοντος έγιναν οι παρακάτω υποθέσεις:

- (Y1) στο εικονικό περιβάλλον υπάρχει περισσότερη ομιλία.
- (Y2) στο εικονικό περιβάλλον υπάρχει περισσότερη σιγή.

Προκύπτει ότι η Y1 δεν ισχύει και η Y2 ισχύει.

7.15. Συσχετίσεις

Στην ενότητα αυτή διερευνώνται οι συσχετίσεις μεταξύ των διαφόρων μετρούμενων μεταβλητών. Ο στόχος είναι να διερευνηθούν πιθανές συσχετίσεις του μαθησιακού αποτελέσματος, της παρουσίας και της εμπειρίας των συμμετεχόντων, με άλλες μεταβλητές. Για το λόγο αυτό, παρόλο που η κύρια έρευνα ήταν ημι-πειραματικού τύπου με ανεξάρτητη μεταβλητή το περιβάλλον, κάποιες από τις μεταβλητές χαρακτηρίστηκαν ανεξάρτητες και κάποιες εξαρτημένες.

Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** θεωρήθηκαν οι παρακάτω:

- Φύλο (4) (1=Άνδρας, 2=Γυναίκα)
- Ηλικία (3)
- Έτος (6)
- Τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες (Μ.Ο. 11,12)
- Προηγούμενη συνεργασία με συνεργάτη (13)
- Τάση για συνεργασία (14)
- Τάση για ατομική επίλυση δραστηριότητας (71)
- Εξωστρέφεια, Συνεργατικότητα (BFI)
- Κατεύθυνση στο Λύκειο (5) (1=Θεωρητική, 2=Θετική, 3=Τεχνολογική)
- Μαθήματα Μαθηματικών που έχει παρακολουθήσει ο συμμετέχων (7)
- Μαθήματα Φυσικής που έχει παρακολουθήσει ο συμμετέχων (8)
- Pre-test (23-26)
- Εμπειρία Η/Υ (9)
- Εμπειρία βιντεοπαιχνιδιών (10)
- Εμπειρία SL (97)
- Μαθήματα σχετικά με SL που έχει παρακολουθήσει ο συμμετέχων
- Ποιότητα κίνησης (82)
- Ποιότητα ήχου (83)

Η ηλικία χρησιμοποιήθηκε με επιφύλαξη ως ανεξάρτητη μεταβλητή γιατί δεν είχε μεγάλο εύρος. Το φύλο χρησιμοποιήθηκε με επιφύλαξη γιατί οι γυναίκες ήταν περισσότερες από τους άντρες και στις δύο ομάδες.

Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** θεωρήθηκαν οι παρακάτω:

- Συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα (post-test + σχήμα κατανόησης +ερωτήσεις κατανόησης)
- Διαστάσεις της αίσθησης παρουσίας (TPI)
- Ικανοποίηση από τη συνεργασία (70)
- Ευχαρίστηση από την δραστηριότητα (85)
- Προτίμηση περιβάλλοντος (84) (1=Πραγματικό – 7=Εικονικό)

Από τις μεταβλητές ομιλίας-σιγής, επιλέχθηκαν οι παρακάτω για τη διερεύνηση συσχετίσεων με τις ανεξάρτητες και εξαρτημένες μεταβλητές.

- συνολική διάρκεια μαθήματος (i_duration_sec)
- συνολική διάρκεια ομιλίας μαθήματος (i_speech_Sum)
- ποσοστό ομιλίας μαθήματος (i_speech_Perc)
- μέση διάρκεια περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_Mean)

- αριθμός περιόδων ομιλίας μαθήματος (i_speech_N)
- συνολική διάρκεια σιγής μαθήματος (i_silence_Sum)
- ποσοστό σιγής μαθήματος (i_silence_Perc)
- μέση διάρκεια περιόδων σιγής μαθήματος (i_silence_Mean)
- αριθμός περιόδων σιγής μαθήματος (i_silence_N)
- συνολική διάρκεια συνεργασίας (c_duration_sec)
- συνολική διάρκεια ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Sum)
- ποσοστό ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Perc)
- μέση διάρκεια περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_Mean)
- αριθμός περιόδων ομιλίας συνεργασίας (c_speech_N)
- συνολική διάρκεια σιγής συνεργασίας (c_silence_Sum)
- ποσοστό σιγής συνεργασίας (c_silence_Perc)
- μέση διάρκεια περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_Mean)
- αριθμός περιόδων σιγής συνεργασίας (c_silence_N)

Επειδή πολλές από τις μεταβλητές δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή, για την ανεύρεση στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων χρησιμοποιήθηκε ο **μη παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης Spearman's rho**.

Για την αξιολόγηση της σημασίας των στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων (**$p < 0,05$**) χρησιμοποιήθηκε η κατηγοριοποίηση των (Hinkle, et al., 2003) και ο αντίστοιχος χρωματικός κώδικας (Πίνακας 7.161).

Πίνακας 7.161 Αξιολόγηση των στατιστικά σημαντικών συντελεστών συσχέτισης ($p < 0,05$)

Συντελεστής συσχέτισης	Σημασία	Συντελεστής συσχέτισης	Σημασία
,90 ως 1,00	Πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση	-,90 ως -1,00	Πολύ ισχυρή αρνητική συσχέτιση
,70 ως ,90	Ισχυρή θετική συσχέτιση	-,70 ως -,90	Ισχυρή αρνητική συσχέτιση
,50 ως ,70	Μέτρια θετική συσχέτιση	-,50 ως -,70	Μέτρια αρνητική συσχέτιση
,30 ως ,50	Ασθενής θετική συσχέτιση	-,30 ως -,50	Ασθενής αρνητική συσχέτιση
,00 ως ,30	Ελάχιστη ή καθόλου συσχέτιση	,00 ως -,30	Ελάχιστη ή καθόλου συσχέτιση

7.15.1. Συσχετίσεις ανεξάρτητων – εξαρτημένων μεταβλητών

Ο Πίνακας 7.162 παρουσιάζει τις συσχετίσεις μεταξύ ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών.

Πίνακας 7.162 Συσχετίσεις ανεξάρτητων – εξαρτημένων μεταβλητών κύριας έρευνας

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	VAR	Spearman's rho	Φύλο	Ηλικία	Έτος	Τάση προς δραστ.	Προηγ. Συνεργ.	Τάση συνεργ.	Τάση για ατομική επίλυση δραστ.	Εξωστρέφεια (BFI)	Συνεργατικότητα (BFI)	Κατεύθυνση Λυκ.	Μαθ. Μαθηματικών	Μαθ. Φυσικής	Pre-test	Εμπειρία Η/Υ	Εμπειρία βίντ-παιχν.	Εμπειρία SL	Μαθ. SL	Ποιότητα κίνησης	Ποιότητα ήχου
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Συνολικό μαθ. αποτέλεσμα	ρ	,072	-,102	-,125	,266	-,119	-,161	,127	-,240	-,002	,286	,169	,154	,255	,291	,118				
		ρ	,546	,393	,294	,024	,318	,178	,286	,043	,984	,015	,156	,196	,030	,013	,325				
	Χωρική παρουσία	ρ																			
	Κοινωνική παρουσία	ρ																			
	Εμπλοκή	ρ																			
		ρ																			
	Κοινή εμπλοκή	ρ	-,242	-,210	-,186	,310	,122	,106	-,071	,086	,179	,093	-,042	-,014	,052	,256	,228				
		ρ	,040	,077	,117	,008	,306	,375	,551	,474	,132	,438	,729	,904	,665	,030	,054				
	Κοινωνικός πλούτος	ρ	-,149	-,076	-,020	,146	,141	,174	-,175	,077	,215	,017	,035	,126	,032	,189	,135				
		ρ	,211	,528	,870	,221	,238	,145	,142	,519	,069	,889	,770	,293	,791	,113	,258				
	Κοινωνικός ρεαλισμός	ρ																			
		ρ																			
	Ικανοποιητική συνεργασία	ρ	-,001	-,148	-,052	,090	,186	,257	-,600	-,035	,080	-,013	-,076	-,107	-,183	-,044	-,008				
		ρ	,992	,214	,665	,450	,119	,030	,000	,772	,504	,912	,527	,370	,125	,716	,946				
	Ευχάριστη δραστηριότητα	ρ	-,112	-,291	-,206	,258	,088	,048	-,158	-,148	,140	,117	,010	,030	,019	,209	,185				
		ρ	,350	,013	,083	,029	,462	,692	,184	,215	,241	,327	,933	,802	,876	,078	,120				
	Προτίμηση περιβάλλοντος	ρ	-,097	,106	,234	-,068	-,149	-,188	,260	,092	-,144	,094	,236	,231	,207	,060	,156				
		ρ	,418	,377	,048	,568	,213	,114	,027	,440	,226	,434	,046	,051	,080	,618	,191				
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Συνολικό μαθ. αποτέλεσμα	ρ	-,163	-,077	-,156	-,032	,000	-,200	,111	-,085	-,044	,447	,156	,060	,537	,181	,248	,162	,236	,015	,056
		ρ	,153	,505	,174	,780	,999	,080	,332	,458	,699	,000	,172	,603	,000	,113	,028	,156	,038	,894	,625
	Χωρική παρουσία	ρ	,104	,011	,039	,216	,298	-,094	,022	,145	,034	-,167	-,057	-,036	-,004	,155	,050	,075	-,058	,419	,201
		ρ	,364	,924	,734	,058	,008	,412	,847	,207	,767	,145	,621	,754	,975	,176	,665	,516	,616	,000	,077
	Κοινωνική παρουσία	ρ	,057	-,101	-,093	,144	,185	-,077	-,051	,225	,053	-,093	-,007	-,074	-,033	,091	-,069	,123	,087	,240	,254
		ρ	,622	,379	,416	,209	,105	,504	,655	,047	,643	,418	,954	,521	,775	,428	,549	,284	,447	,034	,025
	Εμπλοκή	ρ	-,020	-,149	-,011	,274	,136	,088	-,047	,218	,067	-,039	-,018	-,121	,160	,262	,116	,217	,109	,219	,315
		ρ	,864	,194	,927	,015	,236	,444	,683	,055	,563	,733	,873	,293	,160	,020	,310	,056	,343	,054	,005
	Κοινή εμπλοκή	ρ	-,008	-,163	-,045	,310	,166	,101	-,069	,208	,125	,015	-,026	-,166	,264	,251	,131	,139	,058	,202	,241
		ρ	,943	,155	,698	,006	,147	,380	,548	,067	,276	,895	,820	,146	,019	,027	,251	,223	,617	,076	,034
	Κοινωνικός πλούτος	ρ	,095	-,084	,073	,344	,146	,034	-,041	,157	,172	-,109	-,039	-,099	,066	,060	,008	,187	,030	,231	,240
		ρ	,408	,465	,525	,002	,201	,769	,721	,169	,132	,343	,733	,390	,568	,604	,941	,102	,796	,042	,034
	Κοινωνικός ρεαλισμός	ρ	,095	-,161	-,156	,336	,159	,105	,015	,155	,213	-,175	-,057	-,165	,249	,247	,112	,230	,029	,167	,239
		ρ	,410	,158	,173	,003	,163	,362	,896	,176	,061	,125	,622	,148	,028	,030	,327	,043	,803	,144	,035
	Ικανοποιητική συνεργασία	ρ	,150	-,047	,039	,270	,105	,289	-,295	,033	,210	-,006	-,023	-,007	,118	,207	,027	,117	,033	,070	,358
		ρ	,189	,680	,732	,017	,359	,010	,009	,772	,065	,957	,841	,949	,304	,069	,817	,308	,775	,543	,001
	Ευχάριστη δραστηριότητα	ρ	,067	-,197	-,028	,140	,129	,025	-,123	,119	,166	,070	-,102	-,212	,123	,086	,045	,095	-,018	,250	,193
		ρ	,562	,085	,810	,221	,262	,828	,282	,298	,146	,541	,372	,062	,284	,452	,692	,407	,878	,028	,091
	Προτίμηση περιβάλλοντος	ρ	-,061	,035	-,001	,198	,103	,227	-,144	,137	,048	,075	-,113	-,189	-,011	,101	,105	,085	,034	,106	,079
		ρ	,594	,761	,994	,082	,370	,046	,210	,232	,678	,514	,325	,097	,921	,380	,359	,458	,765	,356	,491

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- Το συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα
 - ο στο πραγματικό περιβάλλον δεν συσχετίζεται πρακτικά με καμιά ανεξάρτητη μεταβλητή.
 - ο στο εικονικό περιβάλλον συσχετίζεται μέτρια με το pre-test και ασθενώς με την κατεύθυνση στο λύκειο.
- Η χωρική παρουσία στο εικονικό περιβάλλον συσχετίζεται ασθενώς με την ποιότητα κίνησης.
- Η κοινωνική παρουσία στο εικονικό περιβάλλον δεν συσχετίζεται πρακτικά με καμιά ανεξάρτητη μεταβλητή.
- Η εμπλοκή στο εικονικό περιβάλλον συσχετίζεται ασθενώς με την ποιότητα ήχου.
- Η κοινή εμπλοκή συσχετίζεται ασθενώς και στα δύο περιβάλλοντα με την τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες.
- Ο κοινωνικός πλούτος
 - ο στο πραγματικό περιβάλλον δεν συσχετίζεται με καμιά ανεξάρτητη μεταβλητή.
 - ο στο εικονικό περιβάλλον συσχετίζεται ασθενώς με την τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες.
- Ο κοινωνικός ρεαλισμός στο εικονικό περιβάλλον συσχετίζεται ασθενώς με την τάση προς εμπλοκή σε δραστηριότητες.
- Η ικανοποίηση από τη συνεργασία
 - ο στο πραγματικό περιβάλλον συσχετίζεται μέτρια αρνητικά με την ατομική τάση για ατομική επίλυση της δραστηριότητας.
 - ο στο εικονικό περιβάλλον συσχετίζεται ασθενώς θετικά με την ποιότητα του ήχου.
- Η ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα και στα δύο περιβάλλοντα δε συσχετίζεται με καμιά ανεξάρτητη μεταβλητή.
- Η προτίμηση περιβάλλοντος δε συσχετίζεται με καμιά ανεξάρτητη μεταβλητή.

Γενικά οι συσχετίσεις μεταξύ ανεξάρτητων-εξαρτημένων μεταβλητών είναι λιγότερο ισχυρές στην κύρια έρευνα σε σχέση με την πιλοτική. Αυτές που ξεχωρίζουν είναι:

- Η τάση για ατομική επίλυση της δραστηριότητας συσχετίζεται μέτρια αρνητικά με την ικανοποιητική συνεργασία μόνο στο πραγματικό περιβάλλον και όχι στο εικονικό. **Ίσως αυτό να υποδεικνύει ότι στο εικονικό περιβάλλον η συνεργασία είναι ικανοποιητική ανεξάρτητα από την τάση των συμμετεχόντων για ατομική επίλυση της δραστηριότητας.**
- Η επίδοση στο pre-test συσχετίζεται θετικά με το συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα μόνο στο εικονικό περιβάλλον και όχι στο πραγματικό. **Ίσως αυτό να υποδεικνύει ότι στο πραγματικό περιβάλλον το συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα είναι ανεξάρτητο τις πρότερες γνώσεις των συμμετεχόντων και άρα πιο στιβαρό.**

7.15.2. Συσχετίσεις εξαρτημένων μεταβλητών

Ο Πίνακας 7.163 παρουσιάζει τις συσχετίσεις μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών.

Πίνακας 7.163. Συσχετίσεις εξαρτημένων μεταβλητών κύριας έρευνας

	VAR	Spearman's rho	Συνολικό μαθ. αποτέλεσμα	Χωρική παρουσία	Κοινωνική παρουσία	Εμπλοκή	Κοινή εμπλοκή	Κοινωνικός πλούτος	Κοινωνικός ρεαλισμός	Ικανοποιητική συνεργασία	Ευχάριστη δραστηριότητα	Προτίμηση περιβάλλοντος
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Συνολικό μαθ. αποτέλεσμα	ρ					,253	,320		,025	,274	-,042
		p					,032	,006		,838	,020	,727
	Χωρική παρουσία	ρ										
		p										
	Κοινωνική παρουσία	ρ										
		p										
	Εμπλοκή	ρ										
		p										
	Κοινή εμπλοκή	ρ	,253					,651		,406	,691	-,186
		p	,032					,000		,000	,000	,118
	Κοινωνικός πλούτος	ρ	,320				,651			,387	,640	-,169
		p	,006				,000			,001	,000	,155
	Κοινωνικός ρεαλισμός	ρ										
		p										
	Ικανοποιητική συνεργασία	ρ	,025				,406	,387			,445	-,333
		p	,838				,000	,001			,000	,004
	Ευχάριστη δραστηριότητα	ρ	,274				,691	,640		,445		-,178
		p	,020				,000	,000		,000		,135
	Προτίμηση περιβάλλοντος	ρ	-,042				-,186	-,169		-,333	-,178	
		p	,727				,118	,155		,004	,135	
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Συνολικό μαθ. αποτέλεσμα	ρ		,120	,007	,158	,234	,038	,132	,174	,206	,175
		p		,297	,953	,168	,039	,740	,248	,129	,071	,125
	Χωρική παρουσία	ρ	,120		,536	,580	,532	,385	,303	,171	,376	,114
		p	,297		,000	,000	,000	,000	,007	,135	,001	,319
	Κοινωνική παρουσία	ρ	,007	,536		,599	,565	,426	,303	,269	,432	,262
		p	,953	,000		,000	,000	,000	,007	,017	,000	,021
	Εμπλοκή	ρ	,158	,580	,599		,926	,705	,456	,412	,667	,290
		p	,168	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,010
	Κοινή εμπλοκή	ρ	,234	,532	,565	,926		,700	,525	,420	,744	,384
		p	,039	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,001
	Κοινωνικός πλούτος	ρ	,038	,385	,426	,705	,700		,491	,306	,651	,355
		p	,740	,000	,000	,000	,000		,000	,006	,000	,001
	Κοινωνικός ρεαλισμός	ρ	,132	,303	,303	,456	,525	,491		,228	,399	,153
		p	,248	,007	,007	,000	,000	,000		,045	,000	,182
	Ικανοποιητική συνεργασία	ρ	,174	,171	,269	,412	,420	,306	,228		,274	,262
		p	,129	,135	,017	,000	,000	,006	,045		,015	,020
	Ευχάριστη δραστηριότητα	ρ	,206	,376	,432	,667	,744	,651	,399	,274		,470
		p	,071	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,015		,000
	Προτίμηση περιβάλλοντος	ρ	,175	,114	,262	,290	,384	,355	,153	,262	,470	
		p	,125	,319	,021	,010	,001	,001	,182	,020	,000	

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- Το συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα
 - ο στο πραγματικό περιβάλλον συσχετίζεται ασθενώς με τον κοινωνικό πλούτο.
 - ο στο εικονικό περιβάλλον δε συσχετίζεται πρακτικά με καμιά εξαρτημένη μεταβλητή
- Η ικανοποίηση από τη συνεργασία
 - ο στο πραγματικό περιβάλλον συσχετίζεται ασθενώς θετικά με την κοινή εμπλοκή, τον κοινωνικό πλούτο και την ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα. Επίσης συσχετίζεται ασθενώς αρνητικά με την προτίμηση περιβάλλοντος (δηλαδή αυτοί που δεν έμειναν ικανοποιημένοι από τη συνεργασία τους στο πραγματικό περιβάλλον θα προτιμούσαν να κάνουν τη δραστηριότητα στο εικονικό)
 - ο στο εικονικό περιβάλλον συσχετίζεται ασθενώς θετικά με την εμπλοκή, την κοινή εμπλοκή και τον κοινωνικό πλούτο.
- Η ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα
 - ο στο πραγματικό περιβάλλον συσχετίζεται μέτρια θετικά με την κοινή εμπλοκή και τον κοινωνικό πλούτο και ασθενώς θετικά με την ικανοποιητική συνεργασία.
 - ο στο εικονικό περιβάλλον συσχετίζεται θετικά με όλες τις διαστάσεις της παρουσίας (ισχυρά με την κοινή εμπλοκή, μέτρια με την εμπλοκή και τον κοινωνικό πλούτο, ασθενώς με την χωρική, κοινωνική παρουσία και τον κοινωνικό ρεαλισμό). Επίσης συσχετίζεται ασθενώς θετικά με την προτίμηση περιβάλλοντος (δηλαδή αυτοί που δεν έμειναν ικανοποιημένοι από τη συνεργασία τους στο εικονικό περιβάλλον θα προτιμούσαν να κάνουν τη δραστηριότητα στο πραγματικό)
- Όπως ήταν αναμενόμενο η κοινή εμπλοκή συσχετίζεται πολύ ισχυρά με την εμπλοκή, αφού αποτελεί υποσύνολό της.
- Η εμπλοκή συσχετίζεται ισχυρά με τον κοινωνικό πλούτο. Αυτό ενδεχομένως υποδεικνύει ότι οι κοινωνικά πλούσιες δραστηριότητες ΜΒΠ τείνουν να εμπλέκουν τους συμμετέχοντες.

Συμπερασματικά προκύπτει ότι **οι κοινωνικά πλούσιες δραστηριότητες ΜΒΠ τείνουν να εμπλέκουν και να ευχαριστούν τους συμμετέχοντες.**

7.15.3. Συσχετίσεις μεταβλητών ομιλίας-σιγής με ανεξάρτητες και εξαρτημένες μεταβλητές

Ο Πίνακας 7.164 παρουσιάζει τις συσχετίσεις των μεταβλητών ομιλίας-σιγής με τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Πίνακας 7.164 Συσχετίσεις μεταβλητών ομιλίας-σιγής με ανεξάρτητες μεταβλητές

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	VAR	Spearman's rho	i_duration_sec	i_speech_Sum	i_speech_Perc	i_speech_Mean	i_speech_N	i_silence_Sum	i_silence_Perc	i_silence_Mean	i_silence_N	c_duration_sec	c_speech_Sum	c_speech_Perc	c_speech_Mean	c_speech_N	c_silence_Sum	c_silence_Perc	c_silence_Mean	c_silence_N
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Φύλο	p	,038	,026	-,017	,013	,064	,085	,017	,106	,070	,123	,136	,051	,085	,013	,013	-,051	-,038	,013
		p	,749	,831	,887	,915	,594	,477	,887	,374	,557	,302	,254	,670	,477	,915	,915	,670	,749	,915
	Ηλικία	p	-,074	-,051	,047	-,089	,081	-,017	-,047	-,260	,070	-,123	-,134	,001	,008	-,095	-,057	-,001	-,019	-,090
		p	,538	,669	,698	,458	,499	,890	,698	,027	,560	,302	,260	,996	,945	,429	,633	,996	,877	,450
	Έτος	p	-,402	-,419	-,188	-,183	,056	,087	,188	,160	,032	-,053	-,075	-,071	-,058	,088	,089	,071	,110	,093
		p	,000	,000	,113	,123	,641	,468	,113	,179	,791	,658	,533	,551	,628	,460	,456	,551	,356	,438
	Τάση προς δραστ.	p	,081	,115	,215	,204	-,113	-,156	-,215	-,168	-,109	-,009	,032	,077	,047	-,037	-,091	-,077	-,125	-,036
		p	,497	,335	,070	,085	,347	,189	,070	,158	,363	,938	,787	,522	,693	,760	,445	,522	,296	,766
	Προηγ. Συνεργ.	p	-,071	-,061	,105	,118	-,150	-,092	-,105	-,016	-,144	,235	,284	-,102	-,111	,207	,174	,102	,066	,207
		p	,556	,611	,379	,324	,209	,440	,379	,897	,227	,047	,016	,394	,353	,081	,143	,394	,584	,081
	Τάση συνεργ.	p	-,033	-,042	,056	,005	-,012	-,044	-,056	,013	-,010	,083	,110	-,023	,151	,094	,057	,023	,026	,096
		p	,785	,728	,638	,969	,918	,713	,638	,914	,936	,490	,357	,845	,901	,433	,634	,845	,827	,424
	Τάση ατομ. επιλ. δραστ.	p	-,120	-,161	-,317	-,281	,203	,240	,317	,203	,195	-,006	-,135	-,172	-,153	,134	,155	,172	,218	,134
		p	,316	,177	,007	,017	,087	,043	,007	,087	,101	,962	,258	,148	,198	,262	,193	,148	,066	,261
	Εξωστρέφεια (BFI)	p	-,191	-,194	-,143	-,125	,022	,057	,143	,030	,009	,144	,137	-,045	-,063	,164	,136	,045	,053	,167
		p	,108	,103	,231	,296	,857	,635	,231	,801	,938	,228	,252	,706	,599	,169	,255	,706	,657	,161
	Συνεργασιμότητα (BFI)	p	-,263	-,270	-,048	-,066	-,066	-,062	-,048	-,048	-,073	,238	,183	-,107	-,060	,165	,170	,107	,147	,167
		p	,026	,022	,687	,579	,583	,607	,687	,687	,543	,044	,125	,373	,618	,166	,154	,373	,217	,162
	Κατεύθυνση Λυκ.	p	-,109	-,102	-,031	-,116	,014	-,026	,031	-,130	,001	-,298	-,396	-,200	-,218	-,129	-,028	,200	,170	-,129
		p	,361	,395	,797	,332	,908	,827	,797	,276	,990	,011	,001	,092	,065	,280	,815	,092	,153	,281
	Μαθ.Μαθηματικών	p	-,318	-,323	-,113	-,105	-,018	,024	,113	,107	-,035	-,033	-,086	-,094	-,062	,075	,084	,094	,116	,078
		p	,006	,006	,345	,381	,881	,842	,345	,370	,768	,784	,474	,431	,605	,529	,484	,431	,333	,514
	Μαθ. Φυσικής	p	-,028	-,041	,076	,050	-,112	-,152	-,076	-,100	-,133	,063	,051	-,008	,002	,009	,002	,008	,037	,009
		p	,813	,733	,526	,677	,350	,202	,526	,403	,264	,599	,669	,948	,988	,940	,989	,948	,761	,940
	Pre-test	p	-,089	-,093	,074	,070	-,130	-,126	-,074	-,037	-,145	,049	-,008	-,139	-,143	,138	,136	,139	,106	,139
		p	,456	,437	,536	,558	,275	,293	,536	,758	,224	,682	,950	,246	,230	,246	,256	,246	,374	,244
	Εμπειρία Η/Υ	p	,020	,043	,141	,079	-,075	-,122	-,141	-,194	-,078	-,101	,016	,132	,096	-,110	-,157	-,132	-,186	-,114
		p	,867	,718	,238	,510	,531	,306	,238	,102	,515	,400	,896	,270	,421	,356	,189	,270	,118	,339
Εμπειρία βίντ-παιχν.	p	-,099	-,066	,075	,023	-,102	-,135	-,075	-,211	-,099	,057	,079	,019	-,071	,050	-,028	-,019	-,098	,051	
	p	,410	,583	,531	,850	,394	,258	,531	,075	,409	,633	,510	,874	,551	,678	,818	,874	,413	,669	
Εμπειρία SL	p																			
	p																			
Μαθ. SL	p																			
	p																			
Ποιότητα κίνησης	p																			
	p																			
Ποιότητα ήχου	p																			
	p																			
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Φύλο	p	,272	,396	,173	,304	,267	,065	-,173	-,105	,264	,334	,445	,314	,262	,324	,000	-,314	-,295	,324
		p	,016	,000	,129	,007	,018	,569	,129	,361	,020	,003	,000	,005	,021	,004	,000	,005	,009	,004
	Ηλικία	p	,041	,049	-,004	,042	-,028	,057	,004	,033	-,029	,222	,113	-,003	,012	,098	,122	,003	,045	,100
		p	,724	,669	,973	,715	,809	,623	,973	,775	,804	,051	,323	,980	,917	,395	,289	,980	,697	,384
	Έτος	p	,163	,200	,098	,051	,174	,120	-,098	-,112	,171	,285	,287	,172	,133	,192	,047	-,172	-,142	,194
		p	,153	,079	,394	,656	,128	,297	,394	,329	,134	,012	,011	,132	,247	,093	,682	,132	,216	,089
	Τάση προς δραστ.	p	,184	,197	,024	,074	,150	,057	-,024	-,032	,151	,155	,175	,143	,149	,155	-,045	-,143	-,116	,155
		p	,107	,083	,833	,519	,189	,623	,833	,780	,188	,175	,126	,213	,192	,176	,695	,213	,313	,176
	Προηγ. Συνεργ.	p	-,220	-,140	,247	-,015	-,103	-,298	-,247	-,318	-,103	-,009	,186	,284	,219	,093	-,138	-,284	-,335	,092
		p	,053	,220	,029	,897	,370	,008	,029	,005	,369	,935	,104	,012	,055	,416	,229	,012	,003	,422
	Τάση συνεργ.	p	-,074	-,140	-,095	-,079	-,051	-,015	,095	,084	-,050	-,055	-,049	-,060	-,075	,015	-,035	,060	,014	,016
		p	,518	,222	,407	,490	,659	,895	,407	,466	,666	,630	,671	,601	,514	,894	,763	,601	,903	,891
	Τάση ατομ. επιλ. δραστ	p	-,110	-,086	,017	,115	-,225	-,216	-,017	,020	-,221	-,127	-,138	-,016	,028	-,096	-,123	,016	,029	-,095
		p	,338	,453	,884	,317	,047	,058	,884	,859	,051	,269	,227	,889	,808	,404	,283	,889	,799	,409
	Εξωστρέφεια (BFI)	p	,154	,124	,003	-,019	,170	,085	-,003	-,039	,170	,001	,049	,053	,028	,086	-,016	-,053	-,078	,086
		p	,179	,281	,977	,865	,137	,457	,977	,735	,136	,993	,670	,644	,810	,453	,889	,644	,499	,456
	Συνεργασιμότητα (BFI)	p	-,081	-,051	,147	,145	-,139	-,195	-,147	-,094	-,142	,119	,205	,154	,131	,190	-,052	-,154	-,156	,190
		p	,479	,658	,198	,206	,224	,086	,198	,411	,216	,300	,071	,178	,253	,096	,654	,178	,174	,095
	Κατεύθυνση Λυκ.	p	-,315	-,365	-,149	-,346	-,185	-,132	,149	,035	-,185	-,379	-,421	-,277	-,142	-,437	-,040	,277	,326	-,437
		p	,005	,001	,193	,002	,106	,248	,193	,761	,104	,001	,000	,014	,216	,000	,730	,014	,004	,000
	Μαθ.Μαθηματικών	p	-,363	-,396	-,164	-,276	-,279	-,202	,164	,053	-,280	-,252	-,340	-,272	-,208	-,246	,000	,272	,266	-,244
		p	,001	,000	,152	,015	,013	,076	,152	,643	,013	,026	,002	,016	,067	,030	,999	,016	,019	,031
	Μαθ. Φυσικής	p	,040	,092	,175	,080	,043	-,015	-,175	-,215	,042	-,036	,015	,044	,115	-,133	-,075	-,044	,005	-,131
		p	,729	,421	,126	,485	,707	,895	,126	,059	,714	,754	,899	,700	,317	,245	,515	,700	,967	,253
	Pre-test	p	,059	,031	-,022	-,171	,147	,038	,022	-,117	,148	-,172	-,148	,010	-,010	-,120	-,167	-,010	-,006	-,120
		p	,610	,787	,851	,134	,200	,740	,851	,310	,195	,132	,194	,931	,933	,297	,144	,931	,961	,297
	Εμπειρία Η/Υ	p	-,131	-,138	-,025	-,083	-,064	-,065	,025	-,006	-,062	-,231	-,220	-,144	-,098	-,183	-,059	,144	,150	-,183
		p	,254	,227	,825	,471	,578	,571	,825	,961	,589	,042	,053	,208	,396	,108	,607	,208	,189	,109
Εμπειρία βίντ-παιχν.	p	-,132	-,160	,020	-,076	-,100	-,112	-,020	-,063	-,										

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- Η μέση συνολική **ομιλία** κατά το **μάθημα**
 - στο πραγματικό περιβάλλον συσχετίζονται ασθενώς αρνητικά με το έτος και τα μαθήματα Μαθηματικών που έχουν παρακολουθήσει οι συμμετέχοντες.
 - στο εικονικό περιβάλλον συσχετίζονται ασθενώς αρνητικά με την κατεύθυνση Λυκείου, τα μαθήματα Μαθηματικών και SL που έχουν παρακολουθήσει οι συμμετέχοντες και την εμπειρία τους στο SL. Επίσης συσχετίζονται ελαφρώς θετικά με το φύλο, δηλαδή οι γυναίκες τείνουν να μιλούν περισσότερο.
- Η μέση συνολική **ομιλία** κατά τη **συνεργασία**
 - στο πραγματικό περιβάλλον συσχετίζονται ασθενώς αρνητικά με την κατεύθυνση στο Λύκειο.
 - στο εικονικό περιβάλλον συσχετίζονται ασθενώς αρνητικά με την κατεύθυνση Λυκείου, τα μαθήματα Μαθηματικών και SL που έχουν παρακολουθήσει οι συμμετέχοντες και την εμπειρία τους στο SL. Επίσης συσχετίζονται ελαφρώς θετικά με το φύλο, δηλαδή οι γυναίκες τείνουν να μιλούν περισσότερο.

Συμπερασματικά προκύπτει ότι:

- η ομιλία και στα δύο περιβάλλοντα τείνει να μειώνεται όσο πιο καλό γνωστικό υπόβαθρο και γνώσεις SL έχουν οι συμμετέχοντες.
- οι γυναίκες φαίνεται να μιλούν περισσότερο από τους άνδρες, αλλά μόνο στο εικονικό περιβάλλον και όχι στο πραγματικό.

Ο Πίνακας 7.165 παρουσιάζει τις συσχετίσεις των μεταβλητών ομιλίας-σιγής με τις εξαρτημένες μεταβλητές

Πίνακας 7.165 Συσχετίσεις μεταβλητών ομιλίας-σιγής με εξαρτημένες μεταβλητές

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	VAR	Spearman's rho	i_duration_sec	i_speech_Sum	i_speech_Perc	i_speech_Mean	i_speech_N	i_silence_Sum	i_silence_Perc	i_silence_Mean	i_silence_N	c_duration_sec	c_speech_Sum	c_speech_Perc	c_speech_Mean	c_speech_N	c_silence_Sum	c_silence_Perc	c_silence_Mean	c_silence_N
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Συνολικό μαθ. αποτέλεσμα	ρ	-,062	-,047	,165	,118	-,141	-,186	-,165	-,111	-,144	-,103	-,096	,047	,099	-,123	-,124	-,047	-,033	-,127
		ρ	,606	,692	,166	,322	,236	,117	,166	,354	,229	,388	,423	,696	,406	,303	,297	,696	,780	,289
	Χωρική παρουσία	ρ																		
		ρ																		
	Κοινωνική παρουσία	ρ																		
		ρ																		
	Εμπλοκή	ρ																		
		ρ																		
	Κοινή εμπλοκή	ρ	,124	,155	,137	,130	-,110	-,135	-,137	-,149	-,104	-,075	-,019	,170	,111	-,159	-,205	-,170	-,212	-,161
		ρ	,298	,194	,251	,278	,358	,257	,251	,213	,384	,534	,871	,154	,355	,182	,084	,154	,074	,177
	Κοινωνικός πλούτος	ρ	-,048	-,019	,220	,185	-,199	-,237	-,220	-,161	-,202	,025	,105	,260	,273	-,190	-,262	-,260	-,241	-,193
		ρ	,688	,874	,063	,119	,094	,045	,063	,177	,088	,835	,380	,027	,021	,110	,026	,027	,041	,104
	Κοινωνικός ρεαλισμός	ρ																		
		ρ																		
	Ικανοποιητική συνεργασία	ρ	,176	,222	,233	,281	-,148	-,133	-,233	-,074	-,154	-,219	-,025	,284	,207	-,309	-,318	-,284	-,332	-,310
		ρ	,140	,061	,048	,017	,215	,265	,048	,539	,196	,065	,837	,016	,081	,008	,006	,016	,004	,008
	Ευχάριστη δραστηριότητα	ρ	,084	,113	,157	,198	-,167	-,165	-,157	-,067	-,160	-,082	,014	,271	,224	-,233	-,307	-,271	-,298	-,235
		ρ	,483	,346	,188	,095	,160	,167	,188	,579	,180	,493	,907	,021	,059	,049	,009	,021	,011	,047
	Προτίμηση περιβάλλοντος	ρ	-,188	-,180	,060	,083	-,171	-,137	-,060	,100	-,171	-,141	-,112	,042	,087	-,102	-,078	-,042	,029	-,100
		ρ	,113	,131	,619	,489	,151	,253	,619	,404	,150	,237	,349	,724	,466	,393	,515	,724	,806	,405
ΕΙΚΟΝΙΚΟ	Συνολικό μαθ. αποτέλεσμα	ρ	-,163	-,126	,068	-,218	-,081	-,202	-,068	-,198	-,080	-,276	-,282	-,160	-,209	-,136	-,019	,160	,110	-,137
		ρ	,153	,273	,552	,055	,483	,076	,552	,082	,488	,014	,012	,162	,066	,234	,872	,162	,340	,230
	Χωρική παρουσία	ρ	-,134	-,032	,254	,170	-,140	-,285	-,254	-,277	-,140	,178	,225	,145	,078	,286	,110	-,145	-,198	,285
		ρ	,243	,780	,025	,138	,220	,011	,025	,014	,221	,119	,048	,205	,497	,011	,339	,205	,082	,011
	Κοινωνική παρουσία	ρ	-,012	,065	,136	,094	-,034	-,117	-,136	-,122	-,035	,032	,040	,053	,011	,095	,107	-,053	-,063	,093
		ρ	,915	,569	,234	,412	,768	,306	,234	,287	,762	,779	,728	,643	,924	,406	,349	,643	,586	,416
	Εμπλοκή	ρ	-,030	,030	,171	,004	,011	-,141	-,171	-,231	,011	,051	,069	,043	-,020	,142	,102	-,043	-,065	,141
		ρ	,797	,798	,135	,970	,926	,217	,135	,042	,922	,658	,547	,711	,865	,214	,373	,711	,570	,217
	Κοινή εμπλοκή	ρ	-,001	,035	,136	-,036	,054	-,109	-,136	-,224	,054	,084	,127	,097	,010	,207	,085	-,097	-,130	,205
		ρ	,992	,759	,236	,752	,638	,341	,236	,049	,639	,463	,268	,397	,932	,069	,461	,397	,256	,072
	Κοινωνικός πλούτος	ρ	,104	,144	,153	-,011	,133	-,028	-,153	-,202	,132	,004	,104	,132	,153	,029	-,020	-,132	-,110	,027
		ρ	,364	,208	,180	,925	,245	,809	,180	,077	,249	,973	,364	,248	,182	,801	,863	,248	,340	,817
	Κοινωνικός ρεαλισμός	ρ	,089	,084	,112	,018	,081	-,067	-,112	-,180	,083	-,089	,044	,150	,136	,063	-,120	-,150	-,161	,061
		ρ	,438	,465	,327	,876	,479	,563	,327	,114	,472	,437	,702	,191	,236	,584	,294	,191	,159	,598
	Ικανοποιητική συνεργασία	ρ	,056	,088	,079	,001	,079	-,030	-,079	-,084	,080	,114	,024	-,061	-,059	,133	,141	,061	,046	,133
		ρ	,627	,444	,489	,994	,490	,794	,489	,463	,485	,321	,838	,598	,606	,244	,219	,598	,688	,244
	Ευχάριστη δραστηριότητα	ρ	,092	,135	,191	-,008	,163	-,060	-,191	-,221	,162	,079	,174	,163	,106	,159	,060	-,163	-,163	,157
		ρ	,425	,238	,094	,945	,153	,604	,094	,052	,157	,490	,127	,154	,357	,165	,600	,154	,154	,171
	Προτίμηση περιβάλλοντος	ρ	,065	,070	-,037	-,108	,110	,035	,037	,033	,109	,083	-,004	-,022	-,024	,011	,135	,022	,045	,008
		ρ	,569	,542	,747	,345	,336	,758	,747	,774	,342	,470	,971	,847	,835	,926	,238	,847	,693	,946

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- καμία διάσταση της παρουσίας και στα δύο περιβάλλοντα δεν συσχετίζεται πρακτικά με τις μεταβλητές ομιλίας-σιγής.
- η ικανοποίηση από τη συνεργασία και η ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα συσχετίζονται ασθενώς αρνητικά με τις μεταβλητές της σιγής κατά τη συνεργασία στο πραγματικό περιβάλλον. Αντίστοιχη συσχέτιση δεν εμφανίζεται στο εικονικό περιβάλλον. **Αυτό ίσως υποδεικνύει ότι η αυξημένη σιγή στο εικονικό περιβάλλον δεν συνδέεται με χαμηλότερη ικανοποίηση των συμμετεχόντων, αφού κατά κάποιο τρόπο, αυτή είναι εγγενής στο διαμεσολαβούμενο εικονικό περιβάλλον.**

7.16. Συμπεράσματα κύριας έρευνας

Η κύρια έρευνα ήταν **ημι-πειραματικού (quasi-experimental)** τύπου και αφορούσε τη διερεύνηση των διαφορών μιας δραστηριότητας ΜΒΠ σε εικονικό και πραγματικό περιβάλλον στους παρακάτω άξονες:

- στο μαθησιακό αποτέλεσμα
- στην αίσθηση παρουσίας των συμμετεχόντων
- στην ευχρηστία των εργαλείων
- στην ποιότητα της συνεργασίας και την ικανοποίηση από αυτή
- στη συνολική ευχαρίστηση από την δραστηριότητα

Στις επόμενες υποενότητες παρατίθενται συνοπτικά τα αποτελέσματα για κάθε άξονα.

7.16.1. Μαθησιακό αποτέλεσμα

Ο Πίνακας 7.166 παρουσιάζει συνοπτικά το μαθησιακό αποτέλεσμα.

Πίνακας 7.166 Μαθησιακό αποτέλεσμα

	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Mann-Whitney U Test	ANCOVA (Covariate=pre-test)	ΕΙΚΟΝΙΚΟ
Pre-test	Μέτριο	<		Μέτριο
Wilcoxon Signed Rank Test	Λ			Λ
Post-test	Υψηλό	=	>	Υψηλό
Σχήμα κατανόησης	Υψηλό	=	=	Υψηλό
Ερωτήσεις κατανόησης	Υψηλό	=	=	Υψηλό
Συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα	Υψηλό	=	=	Υψηλό

Μετά τη διεξαγωγή της κύριας έρευνας, διαπιστώθηκε ότι οι συμμετέχοντες στην ομάδα Ε είχαν καλύτερο υπόβαθρο στο γνωστικό αντικείμενο της δραστηριότητας (επίδοση pre-test). Αυτό οφειλόταν στο γεγονός ότι οι συμμετέχοντες στην ομάδα Ε προέρχονταν κυρίως από φοιτητές που είχαν επιλέξει μαθήματα σχετικά με την εκπαιδευτική αξιοποίηση του SL και είχαν εμπειρία στη χρήση του. Οι φοιτητές αυτοί συνήθως προέρχονται από τη Θετική και Τεχνολογική κατεύθυνση Λυκείου και τείνουν να επιλέγουν περισσότερα μαθήματα Φυσικής και Μαθηματικών στο Πανεπιστήμιο. Λόγω της μη τυχαίας κατανομής των συμμετεχόντων στις ομάδες Π, Ε, η κύρια έρευνα χαρακτηρίστηκε ως **ημι-πειραματικού (quasi-experimental)** τύπου. Για να συγκριθεί το μαθησιακό αποτέλεσμα μεταξύ των ομάδων, ελαχιστοποιώντας την επίδραση της διαφοράς στο γνωστικό υπόβαθρο, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA) με συμμεταβλητή (covariate) την επίδοση στο pre-test, πέραν του Mann-Whitney U Test.

Όλοι οι δείκτες μαθησιακού αποτελέσματος (post-test, σχήμα κατανόησης, ερωτήσεις κατανόησης, συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το Mann-Whitney U Test μεταξύ των ομάδων. Το ίδιο αποτέλεσμα έφερε και η ANCOVA για όλους τους δείκτες εκτός από το post-test. **Συμπερασματικά, το μετρούμενο μαθησιακό αποτέλεσμα ήταν το ίδιο στα δύο περιβάλλοντα.** Η μη εύρεση στατιστικά σημαντικών διαφορών στο μαθησιακό αποτέλεσμα, σε έρευνες σύγκρισης εικονικού-πραγματικού περιβάλλοντος είναι συνηθισμένη στη βιβλιογραφία (Beltrán Sierra, et al., 2012; S. Cobb, et al., 2009; Dalgarno, et al., 2009).

Σύμφωνα με την ανάλυση των σχολίων των συμμετεχόντων, φάνηκε ότι η δραστηριότητα στο εικονικό περιβάλλον εκλαμβάνεται **λιγότερο μαθησιακή** (λιγότερες αναφορές στη μάθηση, πρακτική εφαρμογή, παρουσία επιβλέποντα) και **περισσότερο ευχάριστη**. Αν όμως συνυπολογιστεί το γεγονός, ότι το μετρούμενο μαθησιακό αποτέλεσμα είναι το ίδιο στα δύο περιβάλλοντα, ίσως να υποδεικνύεται ότι το εικονικό περιβάλλον εκλαμβάνεται από τους συμμετέχοντες ως ένα περιβάλλον **άτυπης μάθησης (informal learning)**, ένα περιβάλλον δηλαδή όπου η μάθηση συμβαίνει ασυναίσθητα.

Η διερεύνηση των συσχετίσεων έδειξε ότι το συνολικό μαθησιακό αποτέλεσμα:

- δε συσχετίζεται με καμιά ανεξάρτητη μεταβλητή, εκτός από την επίδοση στο pre-test στο εικονικό περιβάλλον. **Η μη εύρεση αντίστοιχης συσχέτισης στο πραγματικό περιβάλλον ίσως υποδεικνύει ότι εκεί το μαθησιακό αποτέλεσμα είναι ανεξάρτητο τις προότερες γνώσεις των συμμετεχόντων και άρα πιο στιβαρό.**
- δε συσχετίζεται με την αίσθηση παρουσίας, την ικανοποίηση από τη συνεργασία και την ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα.
- δε συσχετίζεται με κάποιο πρότυπο ομιλίας-σιγής.

7.16.2. Αίσθηση παρουσίας

Ο Πίνακας 7.167 παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα σχετικά με την αίσθηση παρουσίας.

Πίνακας 7.167 Αίσθηση παρουσίας

	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Mann-Whitney U Test	ΕΙΚΟΝΙΚΟ
Χωρική παρουσία(TPI)	-		Μέτρια
Κοινωνική παρουσία(TPI)	-		Υψηλή
Εμπλοκή(TPI)	-		Υψηλή
Κοινή εμπλοκή	Υψηλή	=	Υψηλή
Κοινωνικός πλούτος (TPI)	Υψηλός	>	Υψηλός
Κοινωνικός Ρεαλισμός(TPI)	-		Υψηλός

Στο **εικονικό περιβάλλον** όλες οι διαστάσεις της αίσθησης παρουσίας είχαν υψηλές τιμές εκτός από τη χωρική παρουσία που είχε μέτρια τιμή. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο επειδή το SL είναι ένα εικονικό περιβάλλον βασισμένο σε συμβατική τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας (desktop VR) και δεν εκμεταλλεύεται όλες τις διαθέσιμες τεχνολογίες εμπύθισης όπως Head mounted displays, CAVEs, motion capture, οι οποίες μεγιστοποιούν την αίσθηση χωρικής παρουσίας. Παρόλα αυτά, η ανάλυση των σχολίων των συμμετεχόντων έδειξε βίωση χωρικής παρουσίας (επισήμανση μικρού χώρου). Οι υψηλές τιμές των κοινωνικών διαστάσεων παρουσίας, μπορούν να αποδοθούν στην εγγενή κοινωνική φύση του SL, το οποίο είναι ένα εικονικό περιβάλλον πολλών χρηστών, που ευνοεί την κοινωνική αλληλεπίδραση. Επίσης η συνεργατική φύση της μαθησιακής δραστηριότητας συνεισφέρει στην αύξηση της κοινωνικής παρουσίας.

Οι διαστάσεις της παρουσίας που μετρήθηκαν στο **πραγματικό περιβάλλον** (κοινή εμπλοκή, κοινωνικός πλούτος) είχαν υψηλές τιμές. Ο κοινωνικός πλούτος ήταν ελαφρά υψηλότερος στο πραγματικό περιβάλλον, πράγμα αναμενόμενο αφού το εικονικό περιβάλλον είναι μια περιορισμένη προσομοίωση του πραγματικού.

Οι διαστάσεις της παρουσίας δεν συσχετίζονται με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Μεταξύ τους συσχετίζονται ασθενώς έως ισχυρά. **Δεν συσχετίζονται με το μαθησιακό αποτέλεσμα, αλλά με την ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα.** Το εύρημα αυτό έρχεται σε συμφωνία με αντίστοιχα στη βιβλιογραφία, που βρίσκουν ότι η βίωση παρουσίας (και ιδιαίτερα των κοινωνικών συνιστωσών) επηρεάζει θετικά ικανοποίηση των συμμετεχόντων από μια μαθησιακή δραστηριότητα μέσω υπολογιστή (Bulu, 2012; S. C. Cobb, 2009; Gunawardena & Zittle, 1997; Hostetter & Busch, 2006; Richardson & Swan, 2003).

Οι διαστάσεις της παρουσίας δεν συσχετίζονται με κάποιο πρότυπο ομιλίας-σιγής

7.16.3. Ευχρηστία

Ο Πίνακας 7.168 παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα σχετικά με την ευχρηστία.

Πίνακας 7.168 Ευχρηστία

	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Mann-Whitney U Test	ΕΙΚΟΝΙΚΟ
Καταλληλότητα περιβάλλοντος	Υψηλή	=	Υψηλή
Αντίληψη στο περιβάλλον	Υψηλή	=	Υψηλή
Χειρισμός αντικειμένων	Εύκολος	=	Εύκολος
Χειρισμός χαράκων	Εύκολος	=	Εύκολος
Χρησιμότητα πίνακα	Πολύ Υψηλή	=	Πολύ Υψηλή
Χειρισμός πίνακα	-		Εύκολος
Δυνατότητα εστίασης της προσοχής	Υψηλή	=	Υψηλή
Αλληθοφάνεια περιβάλλοντος	-		Υψηλή
Εμφάνιση-κίνηση avatars	-		Μέτρια
Επιθυμία περισσότερης ΜΛΕ	-		Υψηλή
Ποιότητα κίνησης	-		Μέτρια
Ποιότητα ήχου	-		Υψηλή

Η ευχρηστία ήταν υψηλή και στα δύο περιβάλλοντα και δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα δεδομένα των ερωτηματολογίων. Ωστόσο το αυξημένο ποσοστό σιγής στο εικονικό περιβάλλον έκανε φανερή την επιβάρυνση των συμμετεχόντων από τις απαιτήσεις χειρισμού του SL. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από την παρουσία στα σχόλια των συμμετεχόντων στο εικονικό περιβάλλον, αρνητικών ετικετών σχετικών με δυσκολίες χειρισμού (κάμερας, χάρακα πίνακα).

Η αλληθοφάνεια του εικονικού περιβάλλοντος ικανοποίησε τους συμμετέχοντες, όχι όμως και αυτή των avatars. Αξιοσημείωτη είναι η επιθυμία για περισσότερη ΜΛΕ, αφού υποδεικνύεται τόσο από τις απαντήσεις στις σχετικές ερωτήσεις, όσο και από τα σχόλια των συμμετεχόντων.

Συμπερασματικά, παρόλο που απαιτούνται διαδικασίες χειρισμού που επιμηκύνουν τον χρόνο διεξαγωγής των δραστηριοτήτων, το περιβάλλον του SL μπορεί να αποτελέσει ένα εύχρηστο εικονικό περιβάλλον για την υλοποίηση δραστηριοτήτων ΜΒΠ. Επισημαίνεται ωστόσο η ανάγκη για υποστήριξη περισσότερων δυνατοτήτων μη λεκτικής επικοινωνίας.

7.16.4. Συνεργασία

Ο Πίνακας 7.169 παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα σχετικά με τη συνεργασία.

Πίνακας 7.169 Συνεργασία

	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Mann-Whitney U Test	ΕΙΚΟΝΙΚΟ
Ικανοποίηση από συνεργασία	Υψηλή	=	Υψηλή
Χρησιμότητα επιβλέποντα	Πολύ υψηλή	=	Πολύ υψηλή
Ανάγκη βοήθειας	Μέτρια	=	Μέτρια

Η ικανοποίηση από τη συνεργασία ήταν υψηλή και στα δύο περιβάλλοντα. Επίσης, αν και οι συμμετέχοντες ένιωσαν μέτρια την ανάγκη για βοήθεια, θεώρησαν την παρουσία του επιβλέποντα πολύ απαραίτητη και στα δύο περιβάλλοντα. Ωστόσο, η παρουσία του επιβλέποντα επισημάνθηκε λιγότερο στα σχόλια της ομάδας Ε, υποδεικνύοντας ενδεχομένως ότι ο επιβλέπων «φαίνεται» λιγότερο στο εικονικό περιβάλλον και ενισχύοντας έτσι την άποψη ότι αυτό εκλαμβάνεται ως περιβάλλον άτυπης μάθησης.

7.16.5. Συνολική Εμπειρία

Ο Πίνακας 7.170 παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα σχετικά με την εμπειρία των συμμετεχόντων.

Πίνακας 7.170 Εμπειρία

	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ	Mann-Whitney U Test	ΕΙΚΟΝΙΚΟ
Ευχαρίστηση από την δραστηριότητα	Υψηλή	=	Υψηλή
Προτίμηση περιβάλλοντος	πραγματικό (Πολύ υψηλή)	>	εικονικό (μέτρια)

Και στα δύο περιβάλλοντα η ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα ήταν υψηλή. Αυτό υποδεικνύει τη δυνατότητα της ΜΒΠ να ελκύει και να εμπλέκει τους μαθησόντες. Η ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα επιβεβαιώνεται και από τα σχόλια των συμμετεχόντων.

Η ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα συσχετίζεται με την αίσθηση παρουσίας και στα δύο περιβάλλοντα (ιδιαίτερα με την κοινή εμπλοκή και τον κοινωνικό πλούτο). Το εύρημα αυτό έρχεται σε συμφωνία με αντίστοιχα στη βιβλιογραφία που βρίσκουν ότι η βίωση παρουσίας (και ιδιαίτερα των κοινωνικών συνιστωσών) επηρεάζει θετικά ικανοποίηση των συμμετεχόντων από μια μαθησιακή δραστηριότητα μέσω υπολογιστή (Bulu, 2012; S. C. Cobb, 2009; Gunawardena & Zittle, 1997; Hostetter & Busch, 2006; Richardson & Swan, 2003).

Στην υποθετική ερώτηση πιο περιβάλλον θα προτιμούσαν να διεξάγουν τη δραστηριότητα (πραγματικό – εικονικό), οι συμμετέχοντες της κάθε ομάδας προτίμησαν το περιβάλλον στο οποίο είχαν συμμετάσχει. Ωστόσο η προτίμηση κάθε ομάδας προς το αντίστοιχο περιβάλλον δεν ήταν το ίδιο έντονη: οι συμμετέχοντες στην ομάδα Π επέλεξαν με περισσότερη σιγουριά το πραγματικό περιβάλλον, σε σχέση με τους συμμετέχοντες στην ομάδα Ε. Αυτό υποδεικνύει το μάλλον αναμενόμενο γεγονός, ότι **αν και το εικονικό περιβάλλον ικανοποιεί τους συμμετέχοντες, αρκετοί από αυτούς θα προτιμούσαν την πραγματική εκδοχή**, στην οποία αποκτούν πιο απτές εμπειρίες και έχουν πιο άμεση επικοινωνία μεταξύ τους.

7.17. Περιορισμοί κύριας έρευνας

Οι βασικοί περιορισμοί της κύριας έρευνας είναι:

- Η ημι-πειραματική φύσης της λόγω της μη τυχαίας κατανομής των ομάδων, η οποία έγινε εμφανής από την επίδοση στο pre-test.
- Το γεγονός ότι το δείγμα αποτελούνταν κυρίως από γυναίκες, λόγω του ότι προήλθε από ένα Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.

8. Συμπεράσματα - Προοπτικές

8.1. Εισαγωγή

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάστηκε η διδακτική στρατηγική της **Μάθησης Βασισμένης σε Προβλήματα (ΜΒΠ)**, τα πλεονεκτήματά της και οι θεωρίες μάθησης στις οποίες στηρίζεται. Επισημάνθηκαν οι περιορισμοί που εμποδίζουν την εφαρμογή της στην εργαστηριακή εκπαίδευση και παρουσιάστηκαν εναλλακτικοί τρόποι υλοποίησής της μέσω ψηφιακών περιβαλλόντων και πιο συγκεκριμένα μέσω των **Εικονικών Περιβαλλόντων Πολλών Χρηστών (Multi User Virtual Environments – MUVES)**. Έπειτα από βιβλιογραφική επισκόπηση διαπιστώθηκε έλλειψη εμπειρικών μελετών σχετικών με την σύγκριση συνεργατικών εργαστηριακών δραστηριοτήτων ΜΒΠ μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Έτσι, ως αντικείμενο της διατριβής, ορίστηκε η υλοποίηση μιας εργαστηριακής δραστηριότητας ΜΒΠ τόσο στον πραγματικό όσο και στον εικονικό κόσμο και η σύγκρισή της ως προς το μαθησιακό αποτέλεσμα, την αίσθηση παρουσίας, την ευχρηστία, την συνεργασία και τη συνολική εμπειρία των συμμετεχόντων.

Ως πλατφόρμα υλοποίησης του εικονικού κόσμου επιλέχθηκε το **Second Life (SL)**, ως το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο MUNE για εκπαιδευτική έρευνα. Το δείγμα επιλέχθηκε από φοιτητές του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Το αντικείμενο της δραστηριότητας ΜΒΠ βασίστηκε στην οπτική και την τριγωνομετρία.

Η ερευνητική διαδικασία υλοποιήθηκε σε δύο στάδια: την **πilotική** και την **κύρια** έρευνα.

Η **πilotική** ήταν μια **περιγραφική (descriptive)** έρευνα, στα πλαίσια της οποίας έγινε μια αρχική υλοποίηση της δραστηριότητας ΜΒΠ στο SL και δοκιμάστηκε σε περιορισμένο δείγμα (N=30). Μετρήθηκε το μαθησιακό αποτέλεσμα, η αίσθηση παρουσίας, η ευχρηστία, η ικανοποίηση των συμμετεχόντων και αποκτήθηκε εμπειρία από τον ερευνητή τόσο σε τεχνικό όσο και εκπαιδευτικό επίπεδο.

Τα αποτελέσματα της pilotικής έρευνας ήταν ενθαρρυντικά. Έτσι αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί η **κύρια** έρευνα **ημι-πειραματικού (quasi-experimental)** τύπου, που αφορούσε την υλοποίηση και σύγκριση της δραστηριότητας τόσο σε εικονικό, όσο και σε πραγματικό περιβάλλον. Η κύρια έρευνα χαρακτηρίστηκε ημι-πειραματική, επειδή το δείγμα δεν κατανεμήθηκε τυχαία στα δύο περιβάλλοντα: οι συμμετέχοντες στο εικονικό ήταν φοιτητές που παρακολουθούσαν ή είχαν παρακολουθήσει μάθημα σχετικό με την εκπαιδευτική αξιοποίηση του SL και είχαν την απαραίτητη εμπειρία στη χρήση του.

Στις επόμενες υποενότητες παρουσιάζονται τα κύρια επιτεύγματα της διατριβής και οι προοπτικές για περαιτέρω έρευνα.

8.2. Συμπεράσματα

8.2.1. Μαθησιακό αποτέλεσμα

Το συνολικό μετρούμενο μαθησιακό αποτέλεσμα δεν βρέθηκε να διαφέρει στα δύο περιβάλλοντα. Το αποτέλεσμα αυτό είναι σε συμφωνία με άλλες έρευνες σύγκρισης εικονικών περιβαλλόντων με αντίστοιχα πραγματικά (Beltrán Sierra, et al., 2012; S. Cobb, et al., 2009; Dalgarno, et al., 2009; Hickey, et al., 2009; Ketelhut, et al., 2010; Sutcliffe & Alrayes, 2012), ωστόσο **η τρέχουσα έρευνα είναι η πρώτη που το αποδεικνύει για μια εργαστηριακή δραστηριότητα ΜΒΠ στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.** Ο Dalgarno (2009) βρήκε ότι ένα εικονικό εργαστήριο χημείας μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό εργαλείο εξοικείωσης των φοιτητών με το περιβάλλον και τον εξοπλισμό του πραγματικού εργαστηρίου πριν την διεξαγωγή των ασκήσεών τους. Οι Ketelhut, et al (2010) έδειξαν ότι το River City MUVE είναι εξίσου αποτελεσματικό ή και καλύτερο για τη διδασκαλία βιολογίας σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους. Οι Hickey, et al (2009) βρήκαν ότι το μαθησιακό αποτέλεσμα του Quest Atlantis MUVE σε οικολογικά θέματα, είναι παρόμοιο με το αντίστοιχο που βασίζεται σε βιβλία στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Οι S. Cobb, et al (2009) δεν βρήκαν διαφορά στο μαθησιακό αποτέλεσμα ενός πειράματος βιοτεχνολογίας που πραγματοποιήθηκε στο SL και της παρακολούθησης επίδειξής του στην πραγματικότητα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Οι Beltrán Sierra, et al. (2012) δεν βρήκαν επίσης διαφορές στο μαθησιακό αποτέλεσμα, όταν δίδαξαν μέρος πανεπιστημιακού μαθήματος ηλεκτρονικής στο SL. Τέλος, οι Sutcliffe & Alrayes (2012) δεν βρήκαν διαφορές στην απόδοση φοιτητών στους οποίους τέθηκε πρόβλημα διαλόγου στο SL και σε πραγματικό περιβάλλον.

Ωστόσο βρέθηκαν ενδείξεις που υποδεικνύουν ότι η μάθηση στο πραγματικό περιβάλλον ενδεχομένως να είναι πιο αποδοτική. Η πρώτη ένδειξη βασίζεται στη διαφορά του γνωστικού υπόβαθρου που είχαν οι συμμετέχοντες στα δύο περιβάλλοντα και ήταν απόρροια της μη τυχαίας κατανομής τους. Παρά το γεγονός ότι οι συμμετέχοντες στο εικονικό περιβάλλον είχαν καλύτερη επίδοση στο pre-test, η τελική τους επίδοση δεν ήταν καλύτερη από αυτών του πραγματικού. Αυτό ενδεχομένως υποδεικνύει ότι το πραγματικό περιβάλλον είναι πιο αποτελεσματικό, αφού έφερε το ίδιο μαθησιακό αποτέλεσμα σε συμμετέχοντες που είχαν «χειρότερο» υπόβαθρο. Πάντως η ANCOVA με συμμεταβλητή το pre-test, που διενεργήθηκε για να ελέγξει αυτή ακριβώς την υπόθεση, δεν ανίχνευσε διαφορά υπέρ του πραγματικού, όπως άλλωστε και το Mann-Whitney U Test. Άλλη ένδειξη που φαίνεται να δίνει προβάδισμα στο πραγματικό περιβάλλον, είναι η ύπαρξη θετικής συσχέτισης μεταξύ του συνολικού μαθησιακού αποτελέσματος και της επίδοσης στο pre-test, μόνο στο εικονικό περιβάλλον και όχι στο πραγματικό. Αυτό ενδεχομένως υποδεικνύει ότι στο πραγματικό περιβάλλον το μαθησιακό αποτέλεσμα είναι ανεξάρτητο τις πρότερες γνώσεις των συμμετεχόντων και άρα πιο στιβαρό.

Τέλος άλλη ένδειξη για την υπεροχή του πραγματικού περιβάλλοντος προέρχεται από την ανάλυση των σχολίων των συμμετεχόντων, η οποία έδειξε ότι η δραστηριότητα στο εικονικό περιβάλλον εκλαμβάνεται **λιγότερο μαθησιακή** (λιγότερες αναφορές στη μάθηση, πρακτική εφαρμογή, θετική παρουσία επιβλέποντα), αλλά **περισσότερο ευχάριστη**. Δεδομένου όμως του γεγονότος ότι το μαθησιακό αποτέλεσμα δεν διαφέρει στα δύο περιβάλλοντα, ίσως να υποδεικνύεται ότι το εικονικό περιβάλλον εκλαμβάνεται από τους συμμετέχοντες ως ένα περιβάλλον **άτυπης μάθησης (informal – implicit learning)**, ένα περιβάλλον δηλαδή, όπου η μάθηση συμβαίνει ασυναίσθητα (Eraut, 2000; Reber, 1996) και ίσως πιο ευχάριστα.

Το μαθησιακό αποτέλεσμα δεν βρέθηκε να συσχετίζεται με την αίσθηση παρουσίας. Ίσως αυτό να οφείλεται στην συνεργατική φύση της δραστηριότητας ΜΒΠ, η οποία βασίζεται κυρίως στην αποδοτική

επικοινωνία και συνεργασία και άρα στην αίσθηση κοινωνικής παρουσίας. Επειδή οι διαστάσεις της κοινωνικής παρουσίας ήταν υψηλές και με μικρή διακύμανση, δεν ήταν εύκολο να βρεθεί συσχέτιση με το επίσης υψηλό μαθησιακό αποτέλεσμα στην τρέχουσα έρευνα. Έρευνες που έχουν ανιχνεύσει θετική συσχέτιση της αίσθησης παρουσίας με το μαθησιακό αποτέλεσμα, αφορούν δραστηριότητες που βασίζονται στην αποδοτική χωρική αναπαράσταση όπως ο ηλεκτρομαγνητισμός (Salzman, Dede, Loftin, & Chen, 1999) ή η ανατομία βατράχου (Lee, et al., 2010).

8.2.2. Αίσθηση παρουσίας

Στο εικονικό περιβάλλον όλες οι διαστάσεις της αίσθησης παρουσίας είχαν υψηλές τιμές εκτός από τη χωρική παρουσία που είχε μέτρια τιμή. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο επειδή το SL είναι ένα εικονικό περιβάλλον βασισμένο σε συμβατική τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας (desktop VR) και δεν εκμεταλλεύεται όλες τις διαθέσιμες τεχνολογίες εμβύθισης όπως Head mounted displays, CAVEs, motion capture, οι οποίες μεγιστοποιούν την αίσθηση χωρικής παρουσίας. Παρόλα αυτά, η ανάλυση των σχολίων των συμμετεχόντων έδειξε βίωση χωρικής παρουσίας (επισήμανση μικρού χώρου). Οι υψηλές τιμές των κοινωνικών διαστάσεων παρουσίας, μπορούν να αποδοθούν στην εγγενή κοινωνική φύση του SL, το οποίο είναι ένα εικονικό περιβάλλον πολλών χρηστών το οποίο ευνοεί την κοινωνική αλληλεπίδραση. Επίσης, η συνεργατική φύση της μαθησιακής δραστηριότητας συνεισφέρει στην αύξηση της κοινωνικής παρουσίας.

Οι διαστάσεις της παρουσίας που μετρήθηκαν στο πραγματικό περιβάλλον (κοινή εμπλοκή, κοινωνικός πλούτος) είχαν υψηλές τιμές. Ο κοινωνικός πλούτος ήταν ελαφρά υψηλότερος στο πραγματικό περιβάλλον, πράγμα αναμενόμενο αφού το εικονικό περιβάλλον είναι μια περιορισμένη προσομοίωση του πραγματικού.

Οι διαστάσεις της παρουσίας δεν συσχετίζονται με το μαθησιακό αποτέλεσμα, αλλά με την ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα. Το εύρημα αυτό έρχεται σε συμφωνία με αντίστοιχα στη βιβλιογραφία, που βρίσκουν ότι η βίωση παρουσίας (και ιδιαίτερα των κοινωνικών συνιστωσών) επηρεάζει θετικά ικανοποίηση των συμμετεχόντων από μια μαθησιακή δραστηριότητα μέσω υπολογιστή (Beltrán Sierra, et al., 2012; Bulu, 2012; S. C. Cobb, 2009; Gunawardena & Zittle, 1997; Hostetter & Busch, 2006; Richardson & Swan, 2003; Sutcliffe & Alrayes, 2012).

Τα υψηλά επίπεδα κοινωνικής παρουσίας που επιτυγχάνουν τα MUVes θα μπορούσαν να εξαλείψουν την αίσθηση απομόνωσης που συνήθως βιώνουν οι εκπαιδευόμενοι σε τυπικές πλατφόρμες προσομοίωσης ή απομακρυσμένης πρόσβασης εργαστηριακού εξοπλισμού, οι οποίες δεν προσφέρουν το κοινωνικό πλαίσιο αλληλεπίδρασης που υπάρχει σε ένα πραγματικό εργαστήριο (Feisel & Rosa, 2005; Vargas et al., 2011).

8.2.3. Ευχρηστία

Η ευχρηστία ήταν υψηλή και στα δύο περιβάλλοντα και δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα δεδομένα των ερωτηματολογίων. Ωστόσο, η αυξημένη διάρκεια της δραστηριότητας και το αυξημένο ποσοστό σιγής στο εικονικό περιβάλλον έκανε φανερό την επιβάρυνση των συμμετεχόντων από τις απαιτήσεις χειρισμού του SL. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από την

παρουσία στα σχόλια των συμμετεχόντων στο εικονικό περιβάλλον, επισημάνσεων σχετικών με δυσκολίες χειρισμού (κάμερας, χάρακα, πίνακα).

Η αυξημένη διάρκεια εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που υλοποιούνται σε εικονικά περιβάλλοντα έχει παρατηρηθεί και σε άλλες εμπειρικές έρευνες. Οι Feisel & Rosa (2005) βρήκαν ότι αν και ο μέσος χρόνος για την ολοκλήρωση μιας εξομοιωμένης εργαστηριακής άσκησης ήταν περίπου ο ίδιος με αυτόν στο πραγματικό εργαστήριο, η τυπική του απόκλιση ήταν σημαντικά μεγαλύτερη. Οι Sutcliffe & Alrayes (2012) βρήκαν ότι η επίλυση ενός προβλήματος διαλόγου στο SL διαρκούσε υπερδιπλάσιο χρόνο σε σχέση με την πρόσωπο με πρόσωπο εκδοχή. Πρέπει όμως να τονιστεί ότι στην έρευνα αυτή η επικοινωνία γινόταν με text chat και οι συμμετέχοντες προτίμησαν το πραγματικό περιβάλλον για πιο φυσική, εύκολη και γρήγορη επικοινωνία (Sutcliffe & Alrayes, 2012).

Ένα αξιοσημείωτο εύρημα της τρέχουσας διατριβής είναι η επιθυμία των συμμετεχόντων για περισσότερη ΜΛΕ, που υποδεικνύεται τόσο από τις απαντήσεις στις σχετικές ερωτήσεις, όσο και από τα σχόλια τους.

Συμπερασματικά, παρόλο που απαιτούνται διαδικασίες χειρισμού που επιμηκύνουν τον χρόνο διεξαγωγής των δραστηριοτήτων, το περιβάλλον του SL μπορεί να αποτελέσει ένα εύχρηστο εικονικό περιβάλλον για την υλοποίηση δραστηριοτήτων ΜΒΠ. Επισημαίνεται ωστόσο η ανάγκη για υποστήριξη περισσότερων δυνατοτήτων μη λεκτικής επικοινωνίας.

8.2.4. Συνεργασία

Η ικανοποίηση από τη συνεργασία ήταν υψηλή και στα δύο περιβάλλοντα. Ωστόσο υπάρχουν ενδείξεις ότι **το εικονικό περιβάλλον φαίνεται να «επιβάλει» ένα πιο κατακερματισμένο πρότυπο ομιλίας (συχνότερες εναλλαγές, με μικρότερες περιόδους ομιλίας και μεγαλύτερες σιγής).** Το πρότυπο μπορεί να αποδοθεί στις διαδικασίες χειρισμού και την μειωμένη μη λεκτική επικοινωνία (Argyle & Cook, 1976; Kendon, 1967; Sellen, 1992).

Επίσης, αν και οι συμμετέχοντες ένιωσαν μέτρια την ανάγκη για βοήθεια, θεώρησαν την παρουσία του επιβλέποντα πολύ απαραίτητη και στα δύο περιβάλλοντα. Ωστόσο, η παρουσία του επιβλέποντα επισημάνθηκε λιγότερο στα σχόλια της ομάδας Ε, υποδεικνύοντας ενδεχομένως ότι ο επιβλέπων «φαίνεται» λιγότερο στο εικονικό περιβάλλον και ενισχύοντας έτσι την άποψη ότι αυτό εκλαμβάνεται ως περιβάλλον άτυπης μάθησης.

8.2.5. Συνολική Εμπειρία - Ικανοποίηση

Και στα δύο περιβάλλοντα η ικανοποίηση από τη δραστηριότητα ήταν υψηλή. Αυτό υποδεικνύει ότι οι δραστηριότητες ΜΒΠ μπορούν να ελκύουν και να εμπλέκουν τους μανθάνοντες ανεξάρτητα από το περιβάλλον υλοποίησής τους. Η ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα επιβεβαιώνεται και από τα σχόλια των συμμετεχόντων.

Η ευχαρίστηση από τη δραστηριότητα συσχετίζεται με την αίσθηση παρουσίας και στα δύο περιβάλλοντα (ιδιαίτερα με την κοινή εμπλοκή και τον κοινωνικό πλούτο). Το εύρημα αυτό έρχεται

σε συμφωνία με αντίστοιχα στη βιβλιογραφία, που βρίσκουν ότι η βίωση παρουσίας (και ιδιαίτερα των κοινωνικών συνιστωσών) επηρεάζει θετικά ικανοποίηση των συμμετεχόντων από μια μαθησιακή δραστηριότητα μέσω υπολογιστή (Bulu, 2012; S. C. Cobb, 2009; Gunawardena & Zittle, 1997; Hostetter & Busch, 2006; Richardson & Swan, 2003).

Αν και σύμφωνα με τα ερωτηματολόγια η ικανοποίηση των συμμετεχόντων ήταν υψηλή και στα δύο περιβάλλοντα, από τα σχόλια των συμμετεχόντων προκύπτει ότι **το εικονικό περιβάλλον ίσως ήταν πιο ευχάριστο από το πραγματικό**. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται και από τη βιβλιογραφία. Οι Beltrán Sierra, et al. (2012) βρήκαν ότι η διδασκαλία ενός μαθήματος ηλεκτρονικής στο SL ενισχύει το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των φοιτητών, επειδή αυτό θεωρείται πιο ευχάριστο από την κλασσική διδασκαλία. Οι Sutcliffe & Alrayes (2012) θεωρούν ότι τα MUVES μπορούν να αυξήσουν το ενδιαφέρον και την εμπλοκή των φοιτητών στη μαθησιακή διαδικασία επειδή προσφέρουν μια πιο διαφορετική και διεγερτική εμπειρία.

Από τα σχόλια των συμμετεχόντων προκύπτει ότι **το πραγματικό περιβάλλον ενδεχομένως να προκαλεί περισσότερο άγχος στους συμμετέχοντες**, αφού προϋποθέτει φυσική παρουσία και δράση από αυτούς, σε αντίθεση με το εικονικό, όπου ο καθένας είναι απομονωμένος στο χώρο του. Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα των MUVES το οποίο επισημαίνεται και από τους M. W. Bell, Smith-Robbins, & Withnail (2010): “ο πειραματισμός στους εικονικούς κόσμους μπορεί να γίνει χωρίς τους περιορισμούς, τις συνέπειες και το άγχος του πραγματικού κόσμου, επιτρέποντας στον εκπαιδευόμενο που βρίσκεται μπροστά από τον υπολογιστή του να βρίσκεται σε μια κατάσταση χαλαρής εγρήγορσης (relaxed alertness)”.

Παρά την αυξημένη ικανοποίηση που πιθανόν προσφέρει το εικονικό περιβάλλον, οι συμμετέχοντες φάνηκε να προτιμούν πιο έντονα το πραγματικό περιβάλλον. Αυτό είναι λογικό, αφού στο πραγματικό, αποκτούν πιο απτές εμπειρίες και έχουν πιο άμεση επικοινωνία. Η κλίση προς το πραγματικό περιβάλλον αναγνωρίζεται και στη βιβλιογραφία. Οι Sutcliffe & Alrayes (2012) θεωρούν ότι τα MUVES όπως το SL θα πρέπει να συμπληρώνουν τις εμπειρίες του πραγματικού κόσμου και όχι να τις υποκαθιστούν. Οι Torres, et al. (2006) παρατήρησαν ότι αν και πολλοί φοιτητές ικανοποιούνται από την ευελιξία στην χρονική διεξαγωγή που προσφέρουν τα εικονικά εργαστήρια, η πλειοψηφία προτιμά το πραγματικό εργαστήριο στο οποίο μπορούν να συνεργαστούν με τους συμμαθητές τους και τον επιβλέποντα. Καταλήγουν, ότι οι φοιτητές θεωρούν τα εικονικά εργαστήρια αξιόλογο συμπλήρωμα της κλασσικής εργαστηριακής εκπαίδευσης, αλλά όχι όμως υποκατάστατό της. Οι Vargas, et al. (2011) βρήκαν ότι αν και οι περισσότεροι φοιτητές τους έμειναν ικανοποιημένοι από το εικονικό εργαστήριο, μόνο οι μισοί θεώρησαν ότι ήταν καλύτερο από το πραγματικό. Ο κύριος λόγος ήταν η αδυναμία πειραματισμού με τον αυθεντικό εξοπλισμό. Για το λόγο αυτό προτείνουν ένα υβριδικό σχήμα που περιλαμβάνει αρχικά συνεδρίες στο πραγματικό εργαστήριο για εξοικείωση με τον αυθεντικό εξοπλισμό και στη συνέχεια συνεδρίες στο εικονικό περιβάλλον για την ολοκλήρωση των ασκήσεων (Vargas, et al., 2011). Το υβριδικό σχήμα προτείνεται και ανάποδα από άλλους ερευνητές, δηλαδή αρχική εξοικείωση στο εικονικό εργαστήριο για καλύτερη χρήση στη συνέχεια του πραγματικού (S. Cobb, et al., 2009; Dalgarno, et al., 2009).

8.3. Προοπτικές

Η παρούσα διατριβή έδειξε ότι τα MUVes έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίξουν εργαστηριακές δραστηριότητες MBP στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, με παρόμοιο μαθησιακό αποτέλεσμα, ευχρηστία, εμπλοκή και ικανοποίηση με το πραγματικό περιβάλλον, παρέχοντας επιπλέον τα πλεονεκτήματα του χαμηλού κόστους, της υψηλής διαθεσιμότητας και ασφάλειας.

Τα πλεονεκτήματα αυτά των MUVes, θα μπορούσαν να επιτρέψουν την εξάπλωση της περιορισμένης σήμερα χρήσης της MBP στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και των πλεονεκτημάτων που αυτή προσφέρει: κινητοποίηση, ανάπτυξη κριτικής σκέψης, ανάπτυξη συνεργατικών δεξιοτήτων, πλαισιοθετημένη μάθηση, μεταφορά γνώσης.

Ως τομείς μελλοντικής έρευνας, που αν μελετηθούν και εξελιχθούν επαρκώς, θα μπορούσαν να μεγιστοποιήσουν το όφελος από την διενέργεια δραστηριοτήτων MBP σε MUVes, είναι οι παρακάτω:

- **η ενσωμάτωση τεχνολογιών καταγραφής προσώπου και σώματος** (face και body tracking), οι οποίες αρχίζουν να γίνονται ευρέως διαδεδομένες και βασίζονται στη χρήση φθηνών καμερών ή αισθητήρων (π.χ. Microsoft kinect). Οι τεχνολογίες αυτές θα μπορούσαν να επιτρέψουν τη μεταφορά της μη λεκτικής επικοινωνίας (στάση σώματος, δεικτικές χειρονομίες, εκφράσεις προσώπου), η οποία ενώ είναι ιδιαίτερα σημαντική στη διαπροσωπική επικοινωνία (Wigham & Chanier, 2012), ουσιαστικά «φιλτράρεται» σε μεγάλο βαθμό από τη σημερινή τεχνολογία (Verhulsdonck & Ford Morie, 2009). Επίσης, οι τεχνολογίες αυτές θα μπορούσαν αν διευκολύνουν το χειρισμό του περιβάλλοντος, επιτρέποντας πιο φυσική αλληλεπίδραση (Natural Interfaces) (Wigdor & Wixon, 2011) όπως είναι π.χ. ο χειρισμός της κάμερας με χειρονομίες ή το γράψιμο στον πίνακα με την καταγραφή της κίνησης του δακτύλου του χρήστη στον αέρα.
- **η εισαγωγή αυτόνομων εικονικών χαρακτήρων** που θα βοηθούν στην εκπαίδευση των συμμετεχόντων (Παιδαγωγικών χαρακτήρων - Embodied Pedagogical Agents). Οι χαρακτήρες αυτοί θα μπορούσαν να παίζουν διάφορους ρόλους (συμμαθητή, καθηγητή) και να προσφέρουν γνωστική και συναισθηματική υποστήριξη στους μαθητές, τόσο με λεκτικό όσο και με μη λεκτικό τρόπο (Hayashi, 2012). Η ανάπτυξη τέτοιων χαρακτήρων δεν είναι εύκολη και απαιτεί διεπιστημονικές γνώσεις (παιδαγωγική, τεχνητή νοημοσύνη, animation). Ωστόσο, η εισαγωγή τους θα μπορούσε να μεγιστοποιήσει τη διαθεσιμότητα των δραστηριοτήτων σε MUVes, χωρίς να μειώνεται η αποτελεσματικότητά τους, η οποία βασίζεται στην παρουσία ενός έμπειρου επιβλέποντα.

Βιβλιογραφία

- Annetta, L. A., Folta, E., & Klesath, M. (2010). *V-Learning: Distance Education in the 21st Century Through 3D Virtual Learning Environments*: Springer.
- Argyle, M. (1975). *Bodily Communication*: Methuen.
- Argyle, M., & Cook, M. (1976). *Gaze and Mutual Gaze*: Cambridge University Press.
- Argyle, M., Lalljee, M., & Cook, M. (1968). The Effects of Visibility on Interaction in a Dyad. *Human Relations*, 21, 3-17.
- Aydogan, H., Aras, F., & Karakas, E. (2010, 22-24 June 2010). *An assessment on distance education in a 3D virtual environment: How to produce electricity in a hydroelectric power plant*. Paper presented at the 2nd International Conference on Education Technology and Computer (ICETC).
- Bainbridge, W. S. (2007). The Scientific Research Potential of Virtual Worlds. *Science*, 317(5837), 472-476.
- Barab, S. A., Sadler, T. D., Heiselt, C., Hickey, D., & Zuiker, S. (2006). Relating Narrative, Inquiry, and Inscriptions: Supporting Consequential Play. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 59-82.
- Barrows, H. S., & Kelson, A. M. (1993). *Problem-Based Learning: A Total Approach to Education*. Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine.
- Bell, M. W. (2008). Toward a Definition of "Virtual Worlds". *Journal of Virtual Worlds Research*, 1(1).
- Bell, M. W., Smith-Robbins, S., & Withnail, G. (2010). This is Not a Game – Social Virtual Worlds, Fun, and Learning. In A. Peachey (Ed.), *Researching Learning in Virtual Worlds*: Springer-Verlag.
- Beltrán Sierra, L. M., Gutiérrez, R. S., & Garzón-Castro, C. L. (2012). Second Life as a support element for learning electronic related subjects: A real case. *Computers & Education*, 58(1), 291-302.
- Benford, S., Greenhalgh, C., Rodden, T., & Pycck, J. (2001). Collaborative Virtual Environments. *Communications of the ACM*, 44(7), 79-85. Retrieved from <http://www.mrl.nott.ac.uk/~sdb/research/downloadable%20papers/cves-overview.pdf>
- Biocca, F. (1997). The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2).
- Biocca, F., & Harms, C. (2002). Defining and measuring social presence: Contribution to the Networked Minds Theory and Measure. *Proceedings of the Fifth Annual International Workshop PRESENCE 2002*, 7-36.
- Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J. K. (2003). Toward a More Robust Theory and Measure of Social Presence: Review and Suggested Criteria. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 456-480.
- Bulu, S. T. (2012). Place presence, social presence, co-presence, and satisfaction in virtual worlds. *Computers & Education*, 58(1), 154-161.
- Bystrom, K.-E., Barfield, W., & Hendrix, C. (1999). A Conceptual Model of the Sense of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(2), 241-244.
- Callaghan, M., McCusker, K., Losada, J. L., Harkin, J., & Wilson, S. (2009). Engineering Education Island: Teaching Engineering in Virtual Worlds. *ITALICS, Innovation in Teaching And Learning in Information and Computer Sciences*, 8(3).
- Chen, C. J. (2006). The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment. *Australasian Journal of Educational Technology*, 22(1), 39-63.
- Cobb, S., Heaney, R., & Henderson-Begg, S. (2009). The Learning Gains and Student Perceptions of a Second Life Virtual Lab. *Bioscience Education*, 13(5). Retrieved from <http://www.bioscience.heacademy.ac.uk/journal/vol13/beej-13-5.aspx>

- Cobb, S. C. (2009). Social presence and online learning: a current view from a research perspective. *Journal of Interactive Online Learning*, 8(3), 241–254.
- Cohen, K. M. (1982). Speaker interaction: Video teleconferences versus face-to-face meetings. *Proceedings of Teleconferencing and Electronic Communications*, 189-199.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*: Routledge.
- Cree, V. E., & Macaulay, C. (2000). *Transfer of learning in professional and vocational education*: Routledge.
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W., & Bedgood, D. R. (2009). Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance Education chemistry students. *Computers & Education*, 53(3), 853-865.
- 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 Freitas, S., & Veletsianos, G. (2010). Editorial: Crossing boundaries: Learning and teaching in virtual worlds. *British Journal of Educational Technology*, 41(1).
- De Lucia, A., Francese, R., Passero, I., & Tortora, G. (2009). Development and evaluation of a virtual campus on Second Life: The case of SecondDMI. *Computers & Education*, 52(1), 220-233.
- Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Dede, C., Nelson, B., Ketelhut, D. J., Clarke, J., & Bowman, C. (2004). *Design-based research strategies for studying situated learning in a multi-user virtual environment*. Paper presented at the Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences.
- Dickey, M. D. (2005a). Brave new (interactive) worlds: A review of the design affordances and constraints of two 3D virtual worlds as interactive learning environments. *Interactive Learning Environments*, 13(1-2), 121-137.
- Duncan, I., Miller, A., & Jiang, S. (2012). A taxonomy of virtual worlds usage in education. *British Journal of Educational Technology*, Early View (Online Version of Record published before inclusion in an issue).
- Eraut, M. (2000). Non-formal learning and tacit knowledge in professional work. *British Journal of Educational Psychology*, 70(1), 113-136.
- Esteves, M., Fonseca, B., Morgado, L., & Martins, P. (2011). Improving teaching and learning of computer programming through the use of the Second Life virtual world. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), 624-637.
- Fayolle, J., Gravier, C., & Jailly, B. (2010). *Collaborative remote laboratory in virtual world*. Paper presented at the Proceedings of the 10th WSEAS international conference on applied informatics and communications, and 3rd WSEAS international conference on Biomedical electronics and biomedical informatics.
- Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education*, 94, 121--130.
- Fiedler, M., & Haruvy, E. (2009). The lab versus the virtual lab and virtual field—An experimental investigation of trust games with communication. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 72(2), 716-724.
- Fung, Y. Y. H. (2004). Collaborative online learning: interaction patterns and limiting factors. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 19(2), 135-149.
- Garrison, D. R. (1990). An analysis and evaluation of audio teleconferencing to facilitate education at a distance. *American Journal of Distance Education*, 4(3), 13-24.
- Garrison, D. R., & Anderson, T. (2003). *E-Learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice*. New York: RoutledgeFalmer.
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*: Palgrave Macmillan.
- Gee, J. P. (2005). Learning by Design: good video games as learning machines. *E-Learning*, 2(1), 5-16.

- Gillet, D., Latchman, H., Salzmann, C., & Crisalle, O. (2001). Hands-on laboratory experiments in flexible and distance learning. *Journal of Engineering Education*, 90(2), 187-191.
- Gunawardena, C. N., & Zittle, F. J. (1997). Social presence as a predictor of satisfaction within a computer-mediated conferencing environment. *American Journal of Distance Education*, 11(3), 8-26.
- Hayashi, Y. (2012). On Pedagogical Effects of Learner-Support Agents in Collaborative Interaction Intelligent Tutoring Systems. In S. Cerri, W. Clancey, G. Papadourakis & K. Panourgia (Eds.), (Vol. 7315, pp. 22-32): Springer Berlin / Heidelberg.
- Heeter, C. (1992). Being There: The Subjective Experience of Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(2), 262-271. Retrieved from <http://commtechlab.msu.edu/randd/research/beingthere.html>
- 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.
- Hickey, D., Ingram-Goble, A., & Jameson, E. (2009). Designing Assessments and Assessing Designs in Virtual Educational Environments. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 187-208.
- Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences*: Houghton Mifflin.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Holmberg, B. (1995). *Theory and practice of distance education*: Routledge.
- Holmes, J. (2007). Designing agents to support learning by explaining. *Computers & Education*, 48(4), 523-547.
- Hostetter, C., & Busch, M. (2006). Measuring up online: the relationship between social presence and student learning satisfaction. *Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 6(2), 1-12.
- Howell, S. L., Williams, P. B., & Lindsay, N. K. (2003). Thirty-two Trends Affecting Distance Education: An Informed Foundation for Strategic Planning. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 6(3).
- IJsselstein, W. A., Ridder, H., Freeman, J., & Avons, S. E. (2000). Presence: Concept, determinants and measurement. *SPIE*, 3959, 520-529. Retrieved from http://www.ijsselstein.nl/papers/SPIE_HVEI_2000.pdf
- Jarmon, L., Traphagan, T., Mayrath, M., & Trivedi, A. (2009). Virtual world teaching, experiential learning, and assessment: An interdisciplinary communication course in Second Life. *Computers & Education*, 53(1), 169-182.
- John, O. P., Robins, R. W., & Pervin, L. A. (2008). *Handbook of personality: theory and research*: Guilford Press.
- Jonassen, D. H. (1994). Thinking Technology: Toward a Constructivist Design Model. *Educational Technology*, 34(4), 34-37.
- Jonassen, D. H., Peck, K. L., & Wilson, B. G. (1999). *Learning with technology: a constructivist perspective*: Merrill.
- Kendon, A. (1967). Some functions of gaze-direction in social interaction. *Acta Psychol (Amst)*, 26(1), 22-63.
- Ketelhut, D. J., Nelson, B. C., Clarke, J., & Dede, C. (2010). A multi-user virtual environment for building and assessing higher order inquiry skills in science. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 56-68.
- Kirk, D., Rodden, T., & Fraser, D. S. (2007). *Turn it this way: grounding collaborative action with remote gestures*. Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

- Lave, J., & Wenger, E. (2006). *Situated learning: legitimate peripheral participation*: Cambridge Univ. Press.
- Lee, E. A.-L., & Wong, K. (2008). A Review of Using Virtual Reality for Learning Transactions on Edutainment I. In Z. Pan, A. Cheok, W. Müller & A. El Rhalibi (Eds.), (Vol. 5080, pp. 231-241): Springer Berlin / Heidelberg.
- Lee, E. A.-L., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 55(4), 1424-1442.
- LindenLab. (2011). *Second Life Education: The Virtual Learning Advantage*: Linden Lab.
- Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the Heart of It All: The Concept of Presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2). Retrieved from <http://jcmc.indiana.edu/vol3/issue2/lombard.html>
- Lombard, M., & Ditton, T. (2000). *Measuring Presence: A literature-based approach to the development of a standardized paper-and-pencil instrument*. Paper presented at the Presence 2000: The Third International Workshop on Presence.
- Lombard, M., Ditton, T. B., & Weinstein, L. (2009). Measuring (tele)presence: The Temple Presence Inventory. *Twelfth International Workshop on Presence*. Retrieved from http://www.temple.edu/ispr/prev_conferences/proceedings/2009/Lombard_et_al.pdf
- Macías-Díaz, A. (2008). *Survey of e-business module (MN5553)*: School of Management report, St Andrews University, St Andrews, Scotland.
- Moulder, S. (2004). *Fun with a purpose*. Paper presented at the Serious games summit.
- Nguyen-Ngoc, A. (2007). Activity Theoretical Analysis and Design Model for Web-Based Experimentation. In J. Jacko (Ed.), *Human-Computer Interaction. Interaction Design and Usability* (Vol. 4550, pp. 204-213): Springer Berlin Heidelberg.
- O'Connor, C., Sceiford, E., Wang, G., Foucar-Szocki, D., & Griffin, O. (2003). Departure, Abandonment, and Dropout of E-learning: Dilemma and Solutions. Retrieved from http://independent.academia.edu/TJTaylor/Papers/1396490/Departure_Abandonment_and_Dropout_-_Dilemma_Solutions_-_James_Madison_University_2003
- Papachristos, N. M., Vrellis, I., Natsis, A., & Mikropoulos, T. A. (2013). The role of environment design in an educational Multi-User Virtual Environment. *British Journal of Educational Technology*, n/a-n/a.
- PBL@UD. (2012). Problem-Based Learning at University of Delaware. Retrieved from <http://www.udel.edu/inst/why-pbl.html>
- Pérez-García, M. (2009). MUVEnation: A European peer-to-peer learning programme for teacher training in the use of MUVes in education. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 561-567.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). Transfer of Learning, *International Encyclopedia of Education* (Second ed.). Oxford, England: Pergamon Press.
- Petrakou, A. (2010). Interacting through avatars: Virtual worlds as a context for online education. *Computers & Education*, 54(4), 1020-1027.
- Petty, G. (2004). *Teaching today: a practical guide*: Nelson Thornes.
- Picciano, A. (2002). Beyond student perceptions: Issues of interaction, presence, and performance in an online course. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 6(1), 21-40. Retrieved from http://sloanconsortium.org/sites/default/files/v6n1_picciano_1.pdf
- Reber, A. S. (1996). *Implicit Learning and Tacit Knowledge: An Essay on the Cognitive Unconscious*: Oxford University Press, Incorporated.
- Richardson, J. C., & Swan, K. (2003). Examining social presence in online courses in relation to students' perceived learning and satisfaction. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 7(1).

- Rogers, L. (2011). Developing simulations in multi-user virtual environments to enhance healthcare education. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), 608-615.
- Rourke, L., Anderson, T., Garrison, D. R., & Archer, W. (1999). Assessing Social Presence In Asynchronous Text-based Computer Conferencing. *Journal of Distance Education*, 14(2), 50-71. Retrieved from <http://www.jofde.ca/index.php/jde/article/view/153/341>
- Russell, D., Davies, M., & Totten, I. (2008, 17-19 Nov. 2008). *GEOWORLDS: Utilizing Second Life to Develop Advanced Geosciences Knowledge*. Paper presented at the Digital Games and Intelligent Toys Based Education, 2008 Second IEEE International Conference on.
- Rutter, D. R. (1987). *Communicating by telephone*: Pergamon Press.
- Saba, F. (2004). Strategies to Succeed in Distance Learning. Retrieved from <http://distance-educator.com/strategies-to-succeed-in-distance-learning/>
- Salmon, G. (2009). The future for (second) life and learning. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 526-538.
- Salmon, G., & Hawkrigde, D. (2009). Editorial: Out of this world. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 401-413.
- Salzman, M. C., Dede, C., Loftin, R. B., & Chen, J. (1999). A Model for Understanding How Virtual Reality Aids Complex Conceptual Learning. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(3), 293-316.
- Salzmann, C., Saucy, P., Gillet, D., & Mondada, F. (1999). Sharing of Unique or Expensive Equipment for Research and Education.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351-371.
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266-281.
- Schunk, D. H. (2004). *Learning theories: an educational perspective*: Pearson/Merrill/Prentice Hall.
- Schutte, J. G. (1997). Virtual Teaching in Higher Education: The New Intellectual Superhighway or Just Another Traffic Jam? Retrieved from <http://www.csun.edu/sociology/virexp.htm>
- Sellen, A. J. (1992). *Speech patterns in video-mediated conversations*.
- Slater, M., Usoh, M., & Steed, A. (1994). Depth of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 3, 130-144.
- Sturgeon, T., Allison, C., & Miller, A. (2009, 18-21 Oct. 2009). *Exploring 802.11: real learning in a virtual world*. Paper presented at the Frontiers in Education Conference, 2009. FIE '09. 39th IEEE.
- Sutcliffe, A., & Alrayes, A. (2012). Investigating user experience in Second Life for collaborative learning. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70(7), 508-525.
- Svajger, J., & Valencic, V. (2003). Discovering electricity by computer-based experiments. *Education, IEEE Transactions on*, 46(4), 502-507.
- Swan, K. (2002). Immediacy, social presence, and asynchronous discussion. In J. R. Bourne & J. C. Moore (Eds.), *Elements of Quality Online Education: Learning Effectiveness, Cost Effectiveness, Access, Faculty Satisfaction, Student Satisfaction* (Vol. 3). Needham, MA: Sloan Consortium.
- Thomas, L. D., & Mead, P. (2008, 22-25 Oct. 2008). *Work in progress - implementation of Second Life in electromagnetic theory course*. Paper presented at the Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual.
- Torres, F., Candelas, F., Puente, S., Pomares, J., Gil, P., & Ortiz, F. (2006). Experiences with Virtual Environment and Remote Laboratory for Teaching and Learning Robotics at the University of Alicante. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 766-776.
- Traphagan, T. W., Chiang, Y.-h. V., Chang, H. M., Wattanawaha, B., Lee, H., Mayrath, M. C., et al. (2010). Cognitive, social and teaching presence in a virtual world and a text chat. *Computers & Education*, 55(3), 923-936.

- Tu, C.-H., & Mclsaac, M. (2002). The Relationship of Social Presence and Interaction in Online Classes. *American Journal of Distance Education*, 16(3), 131-150.
- Vargas, H., Jose Sanchez, M., Jara, C. A., Candelas, F. A., Torres, F., & Dormido, S. (2011). A Network of Automatic Control Web-Based Laboratories. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4, 197-208.
- Verhulsdonck, G., & Ford Morie, J. (2009). Virtual Chironomia: Developing Non-verbal Communication Standards in Virtual Worlds. *Journal of Virtual Worlds Research*, 2(3), 3-10.
- Vrellis, I., Papachristos, N. M., Bellou, J., Avouris, N., & Mikropoulos, T. A. (2010, 5-7 July 2010). *Designing a Collaborative Learning Activity in Second Life - An Exploratory Study in Physics*. Paper presented at the Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010 IEEE 10th International Conference on.
- Vrellis, I., Papachristos, N. M., Natsis, A., & Mikropoulos, T. A. (2012). Presence in a Collaborative Science Learning Activity in Second Life. In A. Jimoyiannis (Ed.), *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 241-251). New York: Springer.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* (M. Cole, Trans.): Harvard University Press.
- Wankel, C., & Kingsley, J. (2009). *Higher Education in Virtual Worlds: Teaching and Learning in Second Life*: Emerald Group Pub.
- Wegerif, R. (1998). The social dimension of asynchronous learning networks. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 2(1). Retrieved from http://sloanconsortium.org/sites/default/files/v2n1_wegerif_1.pdf
- Wigdor, D., & Wixon, D. (2011). *Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture*: Elsevier Science.
- Wigham, C. R., & Chanier, T. (2012). A study of verbal and nonverbal communication in Second Life. Retrieved from <http://edutice.archives-ouvertes.fr/docs/00/67/41/38/PDF/recall-wigham-chanier-edutice120227.pdf>
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240.
- Woolfolk, A. E. (2006). *Educational Psychology*: Pearson College Division.
- Κωλέτσου, Ε., Βρέλλης, Ι., & Μικρόπουλος, Τ. (2012). *Τα εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών ως ψηφιακές τάξεις*. Paper presented at the 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση".

Παράρτημα 1:

Ερωτηματολόγιο Πιλοτικής Έρευνας

Ημερομηνία: _____

ΠΡΟΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Κύκλωσε τον αριθμό ή τσέκαρε το πλαίσιο που εκφράζει την άποψή σου

Ηλικία:

Φύλο

Άνδρας ☐ Γυναίκα ☐

ΤΑΣΗ ΠΡΟΣ ΕΜΠΛΟΚΗ ΣΕ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Όταν κάνεις μια δραστηριότητα, αποσπάσαι εύκολα από αυτή;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
2. Συγκεντρώνεσαι εύκολα σε δραστηριότητες, ακόμη κι αν αυτές δεν είναι ευχάριστες ή ενδιαφέρουσες;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
3. Όταν κάνεις κάτι απορροφάσαι τόσο ώστε να χάνεις την αίσθηση του χρόνου;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
4. Νιώθεις μερικές φορές ότι είσαι τόσο απορροφημένος από ένα παιχνίδι που έχεις την εντύπωση ότι είσαι μέσα στο παιχνίδι παρά ότι το χειρίζεσαι με το πληκτρολόγιο/joystick και το παρακολουθείς στην οθόνη;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
5. Έχεις φοβηθεί με κάτι που συμβαίνει στην τηλεόραση ή σε μια ταινία;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ Η/Υ

6. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
7. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση του Διαδικτύου;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

ΕΜΠΕΙΡΙΑ 3D-VR-GAMES

8. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση βίντεο-παιχνιδιών;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

9. Πόσο συχνά παίζεις βίντεο-παιχνίδια;

Ποτέ	☐
Λιγότερο από 1 φορά το μήνα	☐
1-5 φορές το μήνα	☐
6-10 φορές το μήνα	☐
11-15 φορές το μήνα	☐
16-20 φορές το μήνα	☐
21-25 φορές το μήνα	☐
Περισσότερο από 25 φορές το μήνα	☐

10. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση εικονικών περιβαλλόντων;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

11. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση του Second Life;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

12. Πώς ορίζεται η εφαπτομένη μιας οξείας γωνίας ορθογωνίου τριγώνου;

προσκείμενη / απέναντι	☐
απέναντι / προσκείμενη	☐
απέναντι / υποτείνουσα	☐
προσκείμενη / υποτείνουσα	☐

13. Πώς ορίζεται η γωνία πρόσπτωσης φωτεινής ακτίνας σε ανακλαστική επιφάνεια;

γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της καθέτου στην ανακλαστική επιφάνεια
γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της ανακλαστικής επιφάνειας

☐
☐

14. Πώς ορίζεται η γωνία ανάκλασης φωτεινής ακτίνας σε ανακλαστική επιφάνεια;

γωνία μεταξύ της ανακλώμενης ακτίνας και της καθέτου στην ανακλαστική επιφάνεια
γωνία μεταξύ της ανακλώμενης ακτίνας και της ανακλαστικής επιφάνειας

☐
☐

15. Σύμφωνα με το νόμο της ανάκλασης:

Η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη από τη γωνία ανάκλασης
Η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης
Η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ανάκλασης

☐
☐
☐

**ΠΑΡΑΚΑΛΩ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΤΕ ΤΙΣ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑ
ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ SECOND LIFE**

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ LOBARD-DITTON

SPATIAL PRESENCE:

16. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα αντικείμενα και οι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες
ερχόταν στο μέρος που βρισκόσουν εσύ;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

17. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να ακουμπήσεις τα
αντικείμενα ή τους ανθρώπους που έβλεπες ή άκουγες;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

18. Πόσο συχνά, όταν ένα αντικείμενο φαινόταν να έρχεται προς το μέρος σου αισθανόσουν την
ανάγκη να το αποφύγεις;

Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα

19. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρισκόσουν μέσα στο εικονικό περιβάλλον που είδες;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

20. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι οι ήχοι ερχόταν από διαφορετικές κατευθύνσεις;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

21. Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάτι που είδες ή άκουσες;

Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα

22. Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον: σαν να έβλεπες μια ταινία ή σα να
παρακολουθούσες τα γεγονότα από ένα παράθυρο;

Ταινία 1 2 3 4 5 6 7 Παράθυρο

SOCIAL PRESENCE - ACTOR W/I MEDIUM (PARASOCIAL INTERACTION):

23. Πόσο συχνά αισθανόσουν ότι οι άνθρωποι που έβλεπες και άκουγες μπορούσαν επίσης να σε
βλέπουν και να σε ακούνε;

Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα

24. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι μπορούσες να αλληλεπιδράσεις με τους ανθρώπους που έβλεπες
ή άκουγες;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

25. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι εσύ και οι άλλοι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες, αφήσατε το πραγματικό μέρος που βρισκόσασταν και μεταφερθήκατε σε ένα άλλο (εικονικό περιβάλλον);
 Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
26. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι εσύ και οι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες βρισκόσαστε μαζί στο ίδιο μέρος;
 Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
27. Πόσο συχνά αισθανόσουν ότι κάποιος που έβλεπες/άκουγες μιλούσε απευθείας σε σένα;
 Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα
28. Πόσο συχνά ήθελες να έχεις ή είχες οπτική επαφή με κάποιον/α που είδες ή άκουσες;
 Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα
29. Η οπτική/ακουστική επαφή με έναν άνθρωπο με τη βοήθεια ενός μέσου συνιστά μια αλληλεπίδραση με αυτόν. Πόσο έλεγχο αισθανόσουν ότι είχες στην αλληλεπίδραση σου με τους ανθρώπους που έβλεπες ή άκουγες στο εικονικό περιβάλλον;
 Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

ENGAGEMENT (MENTAL IMMERSION):

30. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι είχες «εμβυθιστεί» στο εικονικό περιβάλλον;
 Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
31. Πόσο ένιωσες να εμπλέκεσαι στην εμπειρία;
 Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
32. Σε ποιο βαθμό ένιωθες τις αισθήσεις σου να εμπλέκονται στο εικονικό περιβάλλον;
 Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
33. Σε ποιο βαθμό βίωσες την εμπειρία στο εικονικό περιβάλλον ως πραγματική;
 Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
34. Πόσο χαλαρωτική ή διεγερτική θα χαρακτήριζες την εμπειρία στο εικονικό περιβάλλον;
 Πολύ χαλαρωτική 1 2 3 4 5 6 7 Πολύ διεγερτική
35. Πόσο ενδιαφέρουσα ήταν η δραστηριότητα;
 Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

SOCIAL RICHNESS:

36. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Απόμακρη	1	2	3	4	5	6	7	Άμεση
----------	---	---	---	---	---	---	---	-------

37. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Ουδέτερη	1	2	3	4	5	6	7	Συναισθηματικά φορτισμένη
----------	---	---	---	---	---	---	---	------------------------------

38. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Παθητική	1	2	3	4	5	6	7	Αλληλεπιδραστική
----------	---	---	---	---	---	---	---	------------------

39. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Στατική	1	2	3	4	5	6	7	Ζωντανή
---------	---	---	---	---	---	---	---	---------

40. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Απρόσωπη	1	2	3	4	5	6	7	Προσωπική
----------	---	---	---	---	---	---	---	-----------

41. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Χωρίς ευαισθησία	1	2	3	4	5	6	7	Με ευαισθησία
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	------------------

42. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Μη κοινωνική	1	2	3	4	5	6	7	Κοινωνική
--------------	---	---	---	---	---	---	---	-----------

SOCIAL REALISM:43. Οι δραστηριότητες που συνέβησαν στο εικονικό περιβάλλον **συμβαίνουν** και στον πραγματικό κόσμο.

Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	6	7	Συμφωνώ απόλυτα
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

44. Οι δραστηριότητες που συνέβησαν στο εικονικό περιβάλλον **θα μπορούσαν να συμβούν** και στον πραγματικό κόσμο.

Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	6	7	Συμφωνώ απόλυτα
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

45. Ο τρόπος που συνέβησαν οι δραστηριότητες στο εικονικό περιβάλλον μοιάζει πολύ με τον τρόπο που συμβαίνουν και στον πραγματικό κόσμο.

Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	6	7	Συμφωνώ απόλυτα
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

46. Πώς ορίζεται η εφαπτομένη μιας οξείας γωνίας ορθογωνίου τριγώνου;

προσκειμένη / απέναντι
απέναντι / προσκειμένη
απέναντι / υποτείνουσα
προσκειμένη / υποτείνουσα

47. Πώς ορίζεται η γωνία πρόσπτωσης φωτεινής ακτίνας σε ανακλαστική επιφάνεια;
γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της καθέτου στην ανακλαστική επιφάνεια
γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της ανακλαστικής επιφάνειας

48. Πώς ορίζεται η γωνία ανάκλασης φωτεινής ακτίνας σε ανακλαστική επιφάνεια;
γωνία μεταξύ της ανακλώμενης ακτίνας και της καθέτου στην ανακλαστική επιφάνεια
γωνία μεταξύ της ανακλώμενης ακτίνας και της ανακλαστικής επιφάνειας

49. Σύμφωνα με το νόμο της ανάκλασης:

Η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη από τη γωνία ανάκλασης
Η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης
Η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ανάκλασης

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

50. Θα ήθελες να μπορείς να τοποθετείς το laser ή τον καθρέφτη σε διαφορετικές θέσεις πάνω στο τραπέζι;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

51. Ποιος χώρος διεξαγωγής του πειράματος σου φάνηκε πιο κατάλληλος: το εργαστήριο ή ο εξωτερικός χώρος;

Εσωτερικός
Εξωτερικός

52. Θα ήθελες να μπορείς να επιλέγεις το χώρο διεξαγωγής του πειράματος; (π.χ. εργαστήριο, παραλία, δάσος, κλπ)

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

53. Σου φάνηκε χρήσιμη η ύπαρξη του πίνακα (whiteboard) ως μέσου ανταλλαγής ιδεών;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

54. Πως θα προτιμούσες να είναι διαθέσιμο το εκπαιδευτικό υλικό στο εικονικό περιβάλλον;

Ενσωματωμένο (π.χ. πόστερ)

Μη Ενσωματωμένο (π.χ. κείμενο σε παράθυρο ή ιστοσελίδα)

ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

55. Πόσο εύκολα μπορούσες να εξετάζεις τα αντικείμενα από διάφορες πλευρές;

Καθόλου

1

2

3

4

5

6

7

Πάρα Πολύ

56. Η διαδικασία χειρισμού της κάμερας σε αποσπούσε από την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον;

Καθόλου

1

2

3

4

5

6

7

Πάρα Πολύ

57. Ο χειρισμός των αντικειμένων της δραστηριότητας ήταν προφανής;

Καθόλου

1

2

3

4

5

6

7

Πάρα Πολύ

58. Ο χειρισμός των αντικειμένων της δραστηριότητας ήταν ευχρηστος;

Καθόλου

1

2

3

4

5

6

7

Πάρα Πολύ

59. Η διαδικασία χειρισμού των αντικειμένων σε αποσπούσε από την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον;

Καθόλου

1

2

3

4

5

6

7

Πάρα Πολύ

60. Ποιος τρόπος χειρισμού των χαράκων σου φάνηκε πιο προφανής;

3D βελάκια στις άκρες του χάρακα

Παράθυρο διαλόγου

61. Ποιος τρόπος χειρισμού των χαράκων σου φάνηκε πιο εύχρηστος;

3D βελάκια στις άκρες του χάρακα

Παράθυρο διαλόγου

62. Η μέτρηση της απόστασης ήταν εύκολη με τους εικονικούς χάρακες;

Καθόλου

1

2

3

4

5

6

7

Πάρα Πολύ

63. Ποια αριθμομηχανή σας φάνηκε πιο εύχρηστη;

Εικονικό calculator (εντός SL)

Windows calculator (εκτός SL)

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ – ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΜΗ ΛΕΚΤΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

64. Σε ικανοποίησε ο βαθμός αληθοφάνειας του περιβάλλοντος;

Καθόλου

1

2

3

4

5

6

7

Πάρα Πολύ

65. Σε ποιο βαθμό θεωρείς ότι η εμφάνιση των ανθρώπων που έβλεπες στο εικονικό περιβάλλον αντιστοιχούσε σε αυτή των πραγματικών τους χειριστών;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

66. Σε ποιο βαθμό θεωρείς ότι οι κινήσεις των ανθρώπων που έβλεπες στο εικονικό περιβάλλον αντιστοιχούσε σε αυτή των πραγματικών τους χειριστών;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

67. Σε ποιο βαθμό σε ικανοποίησαν οι δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας (γλώσσα του σώματος, εκφράσεις προσώπου) που διαθέτουν οι εικονικοί άνθρωποι στο Second Life;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

68. Σε ποιο βαθμό θα επιθυμούσες ο εικονικός άνθρωπος που σε αντιπροσωπεύει (avatar) να αναπαράγει τις πραγματικές κινήσεις του σώματός σου (π.χ. στρίψιμο του κεφαλιού ή κίνηση των χεριών);

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

69. Σε ποιο βαθμό θα επιθυμούσες ο εικονικός άνθρωπος που σε αντιπροσωπεύει (avatar) να αναπαράγει τις πραγματικές κινήσεις του προσώπου σου (π.χ. χαμόγελο, κίνηση φρυδιών);

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ - ΒΟΗΘΕΙΑ

70. Πόσο ικανοποιητική βρήκες τη συνεργασία σου με άλλον μέσω του εικονικού περιβάλλοντος;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

71. Θα προτιμούσες να κάνεις μόνος σου το πείραμα αντί συνεργατικά με άλλους συμμετέχοντες σου;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

72. Σε ποιο βαθμό βρήκες χρήσιμη την παρουσία του επιβλέποντα;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

73. Σε ποιο βαθμό θεωρείς απαραίτητη την παρουσία ενός επιβλέποντα;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

74. Σε ποιο βαθμό θα επιθυμούσες να υπήρχε on-line βοήθεια;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

75. Σε τι μορφή θα επιθυμούσες να είναι διαθέσιμη η on-line βοήθεια;

Πλαίσιο κειμένου με πληροφορίες

Ηχητικό μήνυμα με πληροφορίες

Και τα 2 παραπάνω

Ένας εικονικός άνθρωπος που να προσφέρει πληροφορίες (agent)

76. Αν η on-line βοήθεια ήταν διαθέσιμη μέσω ενός εικονικού ανθρώπου τι ηλικία θα επιθυμούσατε να έχει;

12-18	<input type="text"/>
19-22	<input type="text"/>
23-35	<input type="text"/>
36-50	<input type="text"/>
51-80	<input type="text"/>

77. Αν η on-line βοήθεια ήταν διαθέσιμη μέσω ενός εικονικού ανθρώπου τι φύλο θα επιθυμούσατε να έχει;

Άνδρας	<input type="text"/>
Γυναίκα	<input type="text"/>

78. Αν η on-line βοήθεια ήταν διαθέσιμη μέσω ενός εικονικού ανθρώπου τι ρόλο θα επιθυμούσατε να έχει;

Συμφοιτητής	<input type="text"/>
Καθηγητής	<input type="text"/>
Φημισμένος επιστήμονας	<input type="text"/>
Άλλο: _____	<input type="text"/>

79. Πόσο σημαντική για την εκπαίδευσή σου εκτιμάς τη δυνατότητα να κάνεις εκπαιδευτικές δραστηριότητες σε ένα συνεργατικό εικονικό περιβάλλον όπως το Second Life;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

80. Πόσο σημαντικό για σένα είναι να μπορείς να κάνεις την εκπαιδευτική δραστηριότητα οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

81. Πόσο σημαντικό για σένα είναι να μπορείς να επαναλάβεις την εκπαιδευτική δραστηριότητα όποτε το θελήσεις;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

82. Πιο θεωρείς πιο χρήσιμη μορφή επικοινωνίας;

Συνομιλία κειμένου (Text chat)	<input type="text"/>
Φωνητική Συνομιλία (Voice chat)	<input type="text"/>

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

83. Πόσο εμπίπτει στα προσωπικά σου ενδιαφέροντα η εμπειρία στο εικονικό περιβάλλον;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

84. Πως ήταν η ποιότητα της κίνησης;
Πολύ κακή 1 2 3 4 5 6 7 Πολύ καλή

85. Πως ήταν η ποιότητα του ήχου;
Πολύ κακή 1 2 3 4 5 6 7 Πολύ καλή

86. Πόσο άνετη ήταν η θέση σου μπροστά στην οθόνη;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

87. Σε ποιο βαθμό βρίσκεις ότι η οθόνη που μόλις χρησιμοποίησες βελτίωσε την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον σε σχέση με αυτές του εργαστηρίου;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

88. Συνολικά πόσο ευχάριστη θα χαρακτήριζες την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

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

Παράρτημα 2: Ερωτηματολόγιο Κύριας Έρευνας*

* Με κόκκινο χρώμα περιγράφονται τα στοιχεία του ερωτηματολογίου που αναφέρονται μόνο στο εικονικό περιβάλλον.

ΟΔΗΓΙΕΣ

Σε λίγο θα συμμετέχεις σε μια εκπαιδευτική δραστηριότητα για καθαρά ερευνητικούς λόγους. Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση και σύγκριση παραμέτρων συνεργατικής μάθησης σε πραγματικό και εικονικό περιβάλλον.

Δεν υπάρχει πρόθεση αξιολόγησης της επίδοσης σου στη δραστηριότητα.

Για την επιτυχία της παρούσας έρευνας είναι σημαντικό να μη διαδώσεις αυτά που είδες και έμαθες και κυρίως τη λύση της δραστηριότητας.

Ακολουθεί ένα ερωτηματολόγιο το οποίο θα συμπληρώσεις τμηματικά. Το πρώτο μέρος του αφορά στοιχεία για σένα και ακολουθεί αμέσως παρακάτω. Αφού το συμπληρώσεις, στη συνέχεια θα εκτελέσεις τη συνεργατική δραστηριότητα. Μετά θα συμπληρώσεις το υπόλοιπο ερωτηματολόγιο που αφορά την εμπειρία σου από τη δραστηριότητα.

Προσπάθησε να συμπληρώσεις το ερωτηματολόγιο με προσοχή και σαφήνεια επιλέγοντας αυτό που σε εκφράζει καλύτερα. Κύκλωσε τον αριθμό ή τσέκαρε το πλαίσιο που εκφράζει την άποψή σου (μόνο ένα σε κάθε ερώτηση).

Ευχαριστούμε για τη συνεργασία.

Ας ξεκινήσουμε!

Συμπληρώνονται από τον υπεύθυνο.

32. ID:

33. Περιβάλλον δραστηριότητας:

Πραγματικό ☐

Εικονικό ☐

Ημερομηνία: _____

ΠΡΟΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

3. Ηλικία:

4. Φύλο

Άνδρας

Γυναίκα

5. Κατεύθυνση στο Λύκειο

Θεωρητική

Θετική

Τεχνολογική

6. Έτος σπουδών

1ο

2ο

3^ο

4ο

Πτυχίο

7. Συνολικά πόσα μαθήματα **Μαθηματικών** έχεις παρακολουθήσει ή παρακολουθείς στο ΠΤΔΕ;

8. Συνολικά πόσα μαθήματα **Φυσικής** έχεις παρακολουθήσει ή παρακολουθείς στο ΠΤΔΕ;

96. Συνολικά πόσα μαθήματα σχετικά με το **SECOND LIFE** έχεις παρακολουθήσει ή παρακολουθείς στο ΠΤΔΕ;

ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ Η/Υ-GAMES

9. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

10. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση βίντεο-παιχνιδιών;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

97. Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση του SECOND LIFE;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

ΤΑΣΗ ΠΡΟΣ ΕΜΠΛΟΚΗ ΣΕ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

11. Συγκεντρώνεσαι εύκολα σε δραστηριότητες, ακόμη κι αν αυτές δεν είναι ευχάριστες ή ενδιαφέρουσες;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

12. Όταν κάνεις κάτι απορροφάσαι τόσο ώστε να χάνεις την αίσθηση του χρόνου;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

ΤΑΣΗ ΠΡΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ

13. Πόσο συχνά έχεις συνεργαστεί στο παρελθόν με τον/την συνεργάτη σου;
Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πολύ συχνά

14. Όταν πρέπει να λύσεις ένα πρόβλημα προτιμάς να το λύσεις μόνος σου ή σε συνεργασία με άλλον/άλλους;
Μόνος 1 2 3 4 5 6 7 Συνεργατικά

ΕΞΩΣΤΡΕΦΕΙΑ (THE BIG FIVE INVENTORY)

Παρακαλώ περιέγραψε τον εαυτό σου.

15. Είμαι ομιλητικός/ή. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
16. Είμαι συγκρατημένος/η, επιφυλακτικός/η. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
17. Είμαι γεμάτος/η ενέργεια. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
18. Δημιουργώ πολύ ενθουσιασμό. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
19. Τείνω να είμαι ήσυχος/η. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
20. Έχω δυναμική προσωπικότητα. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
21. Μερικές φορές είμαι ντροπαλός/ή, συνεσταλμένος/η. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
22. Είμαι εξωστρεφής, κοινωνικός/ή. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα

AGREEABLENESS (THE BIG FIVE INVENTORY)

87. Έχω την τάση να βρίσκω ελαττώματα στους άλλους. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
88. Βοηθάω τους άλλους και δεν φέρομαι εγωιστικά. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
89. Αρχίζω τσακωμούς με τους άλλους. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
90. Έχω τη διάθεση να συγχωρώ τους άλλους. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
91. Γενικά εμπιστεύομαι τους άλλους. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
92. Είμαι συχνά ψυχρός και απόμακρος. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
93. Νοιάζομαι για τους άλλους και είμαι ευγενικός σχεδόν με όλους. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
94. Μερικές φορές φέρομαι με αγένεια στους άλλους. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα
95. Μου αρέσει να συνεργάζομαι με άλλους. Διαφωνώ απόλυτα	1	2	3	4	5	Συμφωνώ απόλυτα

Γνωστικό υπόβαθρο

ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

23. Οι τριγωνομετρικές συναρτήσεις συνδέουν:

Τις τρεις πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου μεταξύ τους

Τις τρεις γωνίες ενός ορθογωνίου τριγώνου μεταξύ τους

Τις δύο πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου με μία από τις γωνίες του

24. Αν γνωρίζω δύο πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου και θέλω να βρω μια από τις οξείες γωνίες του ποιο μαθηματικό εργαλείο θα πρέπει να χρησιμοποιήσω;

Το Πυθαγόρειο θεώρημα

Τις τριγωνομετρικές συναρτήσεις

ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

25. Πώς ορίζεται η γωνία πρόσπτωσης φωτεινής ακτίνας σε ανακλαστική επιφάνεια;

γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της καθέτου στην ανακλαστική επιφάνεια

γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της ανακλαστικής επιφάνειας

26. Σύμφωνα με το νόμο της ανάκλασης του φωτός:

Η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη από τη γωνία ανάκλασης

Η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης

Η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ανάκλασης

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου τελείωσε!

Τώρα θα κάνεις την συνεργατική δραστηριότητα με τον/την συμφοιτητή/τρια σου και στη συνέχεια θα συμπληρώσεις το υπόλοιπο ερωτηματολόγιο.

Ευχαριστούμε για τη συνεργασία!

Μαθησιακό αποτέλεσμα

ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

27. Σχεδίασε ένα σχήμα που περιγράφει το πρόβλημα που είχες να λύσεις. Δείξε στο σχήμα σου:

- το laser
- τον καθρέφτη
- το στόχο
- την προσπίπτουσα ακτίνα
- την ανακλώμενη ακτίνα
- τη γωνία περιστροφής του καθρέφτη (α)
- τη γωνία πρόσπτωσης (θ)
- τη γωνία ανάκλασης (θ')

28. Ποια τριγωνομετρική συνάρτηση χρησιμοποίησες για να λύσεις το πρόβλημα;

Ημίτονο

Συνημίτονο

Εφαπτομένη

29. Η ζητούμενη γωνία περιστροφής του καθρέφτη ήταν:

Μισή από τη γωνία που σχηματίζεται από την προσπίπτουσα και την ανακλώμενη ακτίνα

Ίση με τη γωνία που σχηματίζεται από την προσπίπτουσα και την ανακλώμενη ακτίνα

Διπλάσια από τη γωνία που σχηματίζεται από την προσπίπτουσα και την ανακλώμενη ακτίνα

30. Η ζητούμενη γωνία περιστροφής του καθρέφτη ήταν:

Μισή από τη γωνία πρόσπτωσης

Ίση με τη γωνία πρόσπτωσης

Διπλάσια από τη γωνία πρόσπτωσης

31. Η ζητούμενη γωνία περιστροφής του καθρέφτη ήταν:

Μισή από τη γωνία ανάκλασης

Ίση με τη γωνία ανάκλασης

Διπλάσια από τη γωνία ανάκλασης

ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

32. Οι τριγωνομετρικές συναρτήσεις συνδέουν:

Τις τρεις πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου μεταξύ τους

Τις τρεις γωνίες ενός ορθογωνίου τριγώνου μεταξύ τους

Τις δύο πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου με μία από τις γωνίες του

33. Αν γνωρίζω δύο πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου και θέλω να βρω μια από τις οξείες γωνίες του ποιο μαθηματικό εργαλείο θα πρέπει να χρησιμοποιήσω;

Το Πυθαγόρειο θεώρημα

Τις τριγωνομετρικές συναρτήσεις

ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

34. Πώς ορίζεται η γωνία πρόσπτωσης φωτεινής ακτίνας σε ανακλαστική επιφάνεια;

γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της καθέτου στην ανακλαστική επιφάνεια

γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας ακτίνας και της ανακλαστικής επιφάνειας

35. Σύμφωνα με το νόμο της ανάκλασης του φωτός:

Η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη από τη γωνία ανάκλασης

Η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης

Η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ανάκλασης

Presence (LOBARD-DITTON)

SPATIAL PRESENCE:

36. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα αντικείμενα και οι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες
ερχόταν στο μέρος που βρισκόσουν εσύ;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

37. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να ακουμπήσεις τα
αντικείμενα ή τους ανθρώπους που έβλεπες ή άκουγες;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

38. Πόσο συχνά, όταν ένα αντικείμενο φαινόταν να έρχεται προς το μέρος σου αισθανόσουν την
ανάγκη να το αποφύγεις;

Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα

39. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρισκόσουν μέσα στο εικονικό περιβάλλον που είδες;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

40. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι οι ήχοι ερχόταν από διαφορετικές κατευθύνσεις;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

41. Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάτι που είδες ή άκουσες;

Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα

42. Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου στο εικονικό περιβάλλον: σαν να έβλεπες μια ταινία ή
σα να παρακολουθούσες τα γεγονότα από ένα παράθυρο;

Ταινία 1 2 3 4 5 6 7 Παράθυρο

SOCIAL PRESENCE - ACTOR W/I MEDIUM (PARASOCIAL INTERACTION):

43. Πόσο συχνά αισθανόσουν ότι οι άνθρωποι που έβλεπες και άκουγες μπορούσαν επίσης να σε
βλέπουν και να σε ακούνε;

Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα

44. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι μπορούσες να αλληλεπιδράσεις με τους ανθρώπους που
έβλεπες ή άκουγες;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

45. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι εσύ και οι άλλοι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες, αφήσατε το πραγματικό μέρος που βρισκόσασταν και μεταφερθήκατε σε ένα άλλο (εικονικό περιβάλλον);

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

46. Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι εσύ και οι άνθρωποι που έβλεπες ή άκουγες βρισκόσαστε μαζί στο ίδιο μέρος;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

47. Πόσο συχνά αισθανόσουν ότι κάποιος που έβλεπες/άκουγες μιλούσε απευθείας σε σένα;

Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα

48. Πόσο συχνά ήθελες να έχεις ή είχες οπτική επαφή με κάποιον/α που είδες ή άκουσες;

Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα

49. Η οπτική/ακουστική επαφή με έναν άνθρωπο με τη βοήθεια ενός μέσου συνιστά μια αλληλεπίδραση με αυτόν. Πόσο έλεγχο αισθανόσουν ότι είχες στην αλληλεπίδραση σου με τους ανθρώπους που έβλεπες ή άκουγες στο εικονικό περιβάλλον;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

ENGAGEMENT (MENTAL IMMERSION):

50. Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι είχες «εμβυθιστεί» στο εικονικό περιβάλλον;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

51. Πόσο ένιωσες να εμπλέκεσαι στην εμπειρία;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

52. Σε ποιο βαθμό ένιωθες τις αισθήσεις σου να εμπλέκονται στο εικονικό περιβάλλον;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

53. Σε ποιο βαθμό βίωσες την εμπειρία στο εικονικό περιβάλλον ως πραγματική;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

54. Πόσο χαλαρωτική ή διεγερτική θα χαρακτήριζες την εμπειρία;

Πολύ χαλαρωτική 1 2 3 4 5 6 7 Πολύ διεγερτική

55. Πόσο ενδιαφέρουσα ήταν η δραστηριότητα;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

SOCIAL RICHNESS:

56. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Απόμακρη 1 2 3 4 5 6 7 Άμεση

57. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Ουδέτερη 1 2 3 4 5 6 7 Συναισθηματικά
φορτισμένη

58. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Παθητική 1 2 3 4 5 6 7 Αλληλεπιδραστική

59. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Στατική 1 2 3 4 5 6 7 Ζωντανή

60. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Απρόσωπη 1 2 3 4 5 6 7 Προσωπική

61. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Χωρίς 1 2 3 4 5 6 7 Με
ευαισθησία ευαισθησία

62. Παρακαλώ χαρακτηρίσε την εμπειρία:

Μη κοινωνική 1 2 3 4 5 6 7 Κοινωνική

SOCIAL REALISM:

63. Οι δραστηριότητες που συνέβησαν στο εικονικό περιβάλλον **συμβαίνουν** και στον πραγματικό κόσμο.

Διαφωνώ απόλυτα 1 2 3 4 5 6 7 Συμφωνώ απόλυτα

64. Οι δραστηριότητες που συνέβησαν στο εικονικό περιβάλλον **θα μπορούσαν να συμβούν** και στον πραγματικό κόσμο.

Διαφωνώ απόλυτα 1 2 3 4 5 6 7 Συμφωνώ απόλυτα

65. Ο τρόπος που συνέβησαν οι δραστηριότητες στο εικονικό περιβάλλον μοιάζει πολύ με τον τρόπο που συμβαίνουν και στον πραγματικό κόσμο.

Διαφωνώ απόλυτα 1 2 3 4 5 6 7 Συμφωνώ απόλυτα

ΕΥΧΡΗΣΤΙΑ

66. Το (εικονικό) περιβάλλον διεξαγωγής της δραστηριότητας σου φάνηκε κατάλληλο;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
67. Είχες καλή αντίληψη των αντικειμένων, του ρόλου τους και του στόχου που έπρεπε να καταφέρεις;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
68. Ο χειρισμός των αντικειμένων της δραστηριότητας ήταν εύκολος;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
69. Η μέτρηση της απόστασης ήταν εύκολη με τους χάρακες;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
98. Πόσο εύκολα μπορούσες να χειρίζεσαι τον πίνακα (whiteboard), δηλαδή να δημιουργείς σχήματα, να τα τροποποιείς ή να τα διαγράφεις;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ

70. Πόσο ικανοποιητική βρήκες τη συνεργασία σου με τον/την άλλον/η;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
71. Θα προτιμούσες να κάνεις μόνος/η σου τη δραστηριότητα αντί συνεργατικά;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
72. Σου φάνηκε χρήσιμη η ύπαρξη του πίνακα (whiteboard) ως μέσου ανταλλαγής ιδεών;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
73. Πόσο εύκολα μπορούσες να εστιάσεις την προσοχή του συνεργάτη σου σε κάτι που ήθελες;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
74. Σε ποιο βαθμό βρήκες χρήσιμη την παρουσία του επιβλέποντα;
Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ
75. Πόσο συχνά ένιωσες την ανάγκη να ζητήσεις βοήθεια από τον επιβλέποντα;
Ποτέ 1 2 3 4 5 6 7 Πάντα

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

76. Σε ικανοποίησε ο βαθμός αληθοφάνειας του περιβάλλοντος;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

77. Σε ποιο βαθμό θεωρείς ότι η εμφάνιση των ανθρώπων που έβλεπες στο εικονικό περιβάλλον αντιστοιχούσε σε αυτή των πραγματικών τους χειριστών;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

78. Σε ποιο βαθμό θεωρείς ότι οι κινήσεις των ανθρώπων που έβλεπες στο εικονικό περιβάλλον αντιστοιχούσαν σε αυτές των πραγματικών τους χειριστών;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

79. Σε ποιο βαθμό σε ικανοποίησαν οι δυνατότητες μη λεκτικής επικοινωνίας (γλώσσα του σώματος, εκφράσεις προσώπου) που διαθέτουν οι εικονικοί άνθρωποι στο Second Life;

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

80. Σε ποιο βαθμό θα επιθυμούσες ο εικονικός άνθρωπος που σε αντιπροσωπεύει (avatar) να αναπαράγει τις πραγματικές κινήσεις του σώματός σου (π.χ. στρίψιμο του κεφαλιού ή κίνηση των χεριών);

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

81. Σε ποιο βαθμό θα επιθυμούσες ο εικονικός άνθρωπος που σε αντιπροσωπεύει (avatar) να αναπαράγει τις πραγματικές κινήσεις του προσώπου σου (π.χ. χαμόγελο, κίνηση φρυδιών);

Καθόλου 1 2 3 4 5 6 7 Πάρα Πολύ

82. Πως ήταν η ποιότητα της κίνησης;

Πολύ κακή 1 2 3 4 5 6 7 Πολύ καλή

83. Πως ήταν η ποιότητα του ήχου;

Πολύ κακή 1 2 3 4 5 6 7 Πολύ καλή

84. Αν μπορούσες να επιλέξεις μεταξύ των παρακάτω περιβαλλόντων διεξαγωγής της δραστηριότητας:

- πραγματικό περιβάλλον (συνεργασία με τον άλλο στον ίδιο φυσικό χώρο)
- τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον (συνεργασία με τον άλλον μέσω Η/Υ)

τι θα επέλεγες;

Πραγματικό	1	2	3	4	5	6	7	Εικονικό
------------	---	---	---	---	---	---	---	----------

85. Συνολικά πόσο ευχάριστη θα χαρακτήριζες τη δραστηριότητα;

Καθόλου	1	2	3	4	5	6	7	Πάρα Πολύ
---------	---	---	---	---	---	---	---	-----------

86. **ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

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

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Παράρτημα 3:

Γλωσσάρι ορολογίας

Ελληνικοί όροι

Αίσθηση Κοινωνικής Παρουσίας (Social Presence)

Η ψυχολογική κατάσταση, κατά την οποία ο χρήστης ενός εικονικού περιβάλλοντος αισθάνεται ότι βρίσκεται μαζί με άλλους, παρόλο που φυσικά είναι μόνος του.

Αίσθηση Παρουσίας (Presence)

Η ψυχολογική κατάσταση, κατά την οποία ο χρήστης ενός εικονικού περιβάλλοντος το εκλαμβάνει ως αληθινό.

Αίσθηση Χωρικής Παρουσίας (Spatial Presence)

Η ψυχολογική κατάσταση, κατά την οποία ο χρήστης ενός εικονικού περιβάλλοντος αισθάνεται ότι βρίσκεται σε ένα χώρο, διαφορετικό από αυτόν στο οποίο είναι φυσικά.

Ανθρωπόμορφη Εικονική Ενσάρκωση (Avatar)

Τρόπος ενσάρκωσης του χρήστη ενός εικονικού περιβάλλοντος που του παρέχει «φυσική» οντότητα και ταυτότητα.

Ασύγχρονη τηλε-Εκπαίδευση (Asynchronous Distance Learning)

Εξ αποστάσεως εκπαίδευση βασισμένη στη μετάδοση εκπαιδευτικού περιεχομένου με ασύγχρονο τρόπο π.χ. με email, forums, blogs, Learning Management Systems.

Αυτόνομος Εικονικός Χαρακτήρας (Embodied Virtual Agent)

Ανθρωπόμορφοι εικονικοί χαρακτήρες με δυνατότητες λεκτικής και μη λεκτικής επικοινωνίας με στόχο την προσομοίωσης της ανθρώπινης παρουσίας σε ένα εικονικό περιβάλλον.

Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών (Multi User Virtual Environments, MUVes)

Εικονικοί Κόσμοι (Virtual Worlds)

Τρισδιάστατα δικτυακά εικονικά περιβάλλοντα, οι χρήστες των οποίων εκπροσωπούνται από ανθρωπόμορφες ενσαρκώσεις (avatars), μέσω των οποίων μπορούν να περιηγούνται σε αυτά, να επικοινωνούν, να συνεργάζονται και να μαθαίνουν.

Εικονική Κάμερα (Virtual Camera)

Υποθετική κάμερα μέσα από την οποία ο χρήστης ενός εικονικού περιβάλλοντος παρακολουθεί τις ενέργειές του και μπορεί να την χειρίζεται για να αλλάζει οπτικές.

Εικονικό Περιβάλλον (Virtual Environment)

Περιβάλλον δημιουργημένο από υπολογιστή.

Εμπειρική Έρευνα (Empirical Study)

Τρόπος απόκτησης γνώσης μέσω παρατηρήσεων και/ή πειραμάτων.

Επικοδομισμός (Constructivism)

Θεωρία μάθησης που υποστηρίζει ότι η γνώση δεν μεταφέρεται, αλλά οικοδομείται με την ενεργό συμμετοχή του μαθητή.

Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης (Zone of Proximal Development - ZPD)

Στα πλαίσια του κοινωνικού εποικοδομισμού, είναι η γνώση που μπορεί να οικοδομήσει κάποιος πέρα από τις δυνατότητές του, αν δεχτεί την κατάλληλη υποστήριξη (scaffolding).

Ημι-Πειραματική Εμπειρική Έρευνα (Quasi-Experimental Study)

Εμπειρική έρευνα με στόχο την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας μιας παρέμβασης και της ύπαρξης αιτιώδους σχέσης μεταξύ παρέμβασης και αποτελέσματος χρησιμοποιώντας δύο μη τυχαία κατανεμημένα δείγματα (πειραματικό και ελέγχου) όπου ο ερευνητής ενδέχεται να ελέγχει τον χωρισμό των ατόμων στις 2 ομάδες.

Καταγραφή Κινήσεων Σώματος - Προσώπου (Body - Face Tracking)

Καταγραφή των κινήσεων του σώματος ή των εκφράσεων του προσώπου με τη βοήθεια καμερών ή αισθητήρων με στόχο την αναπαραγωγή τους μέσω ενός avatar.

Κλίμακα Likert (Likert Scale)

Ψυχομετρική κλίμακα που χρησιμοποιείται συνήθως σε ερωτηματολόγια. Συνήθως έχει 5 ή 7 επίπεδα. Παράδειγμα 5-βαθμιας κλίμακας: 1. Διαφωνώ απόλυτα, 2. Διαφωνώ, 3. Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ, 4. Συμφωνώ, 5 Συμφωνώ απόλυτα.

Κοινωνικός Εποικοδομισμός (Social Constructivism)

Θεωρία μάθησης βασισμένη στον εποικοδομισμό, που υποστηρίζει ότι η μάθηση λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένο κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα η ατομική οικοδόμηση της γνώσης να εξαρτάται από τις σχέσεις με τα άλλα μέλη της ομάδας.

Κωδικοποίηση (Coding)

Στα πλαίσια της ανάλυσης ποιοτικών εμπειρικών δεδομένων (π.χ. συνομιλίες χρηστών σε ένα εικονικό περιβάλλον), αφορά την οργάνωση των δεδομένων σε κατηγορίες με στόχο την ποσοτική ανάλυσή τους με στατιστικά εργαλεία.

Λεκτική Επικοινωνία (Verbal Communication)

Η επικοινωνία που γίνεται μέσω γραπτού ή προφορικού λόγου.

Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα – ΜΒΠ (Problem Based Learning - PBL)

Διδακτική στρατηγική που αποσκοπεί στην οικοδόμηση γνώσεων και απόκτηση δεξιοτήτων μέσα από την επίλυση προβλημάτων.

Μεταφορά της Μάθησης (Transfer of Learning)

Δείκτης επιτυχούς μάθησης που μετρά τη δυνατότητα εφαρμογής δεξιοτήτων, γνώσεων και συμπεριφορών σε περιβάλλοντα διαφορετικά από αυτό που αποκτήθηκαν.

Μη Λεκτική Επικοινωνία-ΜΛΕ (Non Verbal Communication-NVC)

Η επικοινωνία που γίνεται με τρόπους που δεν εμπεριέχουν λόγο π.χ. χειρονομίες, στάση σώματος, εκφράσεις προσώπου, χροιά και ένταση φωνής.

Μη Παραμετρικά Στατιστικά (Non Parametric Statistics)

Στατιστικά εργαλεία που δεν προϋποθέτουν ότι τα δεδομένα ακολουθούν κάποια κατανομή.

Παιδαγωγικός Χαρακτήρας (Pedagogical Agent)

Ανθρωπόμορφος εικονικός χαρακτήρας με δυνατότητες λεκτικής και μη λεκτικής επικοινωνίας με στόχο τη υποστήριξη της μάθησης σε ένα εικονικό περιβάλλον.

Παραμετρικά Στατιστικά (Parametric Statistics)

Στατιστικά εργαλεία που προϋποθέτουν ότι τα δεδομένα ακολουθούν ασυμπτωτικά κάποια κατανομή.

Πειραματική Εμπειρική Έρευνα (Experimental Empirical Study)

Εμπειρική έρευνα με στόχο την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας μιας παρέμβασης και της ύπαρξης αιτιώδους σχέσης μεταξύ παρέμβασης και αποτελέσματος χρησιμοποιώντας δύο τυχαία κατανεμημένα δείγματα (πειραματικό και ελέγχου) που διαφέρουν μόνο ως προς την παρέμβαση που δέχτηκαν.

Περιγραφική Εμπειρική Έρευνα (Descriptive Empirical Study)

Εμπειρική έρευνα με στόχο την περιγραφή μιας δεδομένης κατάστασης.

Πλαισιοθετημένη Μάθηση (Situated Learning)

Θεωρία μάθησης που υποστηρίζει ότι η απόκτηση της γνώσης λαμβάνει χώρα μέσα στο περιβάλλον στο οποίο εφαρμόζεται και στο πλαίσιο των αντίστοιχων κοινοτήτων πρακτικής (communities of practice).

Προ – Μετά Τεστ (Pre-Post Test)

Εμπειρική ερευνητική μέθοδος για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας μιας παρέμβασης μέσω της ανίχνευσης διαφορών σε διάφορες μεταβλητές (τεστ) ενός δείγματος πριν και μετά την παρέμβαση.

Στατιστικά Σημαντική Διαφορά (Statistically Significant Difference)

Διαφορά μεταξύ μετρήσεων ή παρατηρήσεων η οποία δεν οφείλεται στην τύχη.

Στατιστικός έλεγχος Mann-Whitney U Test (Mann-Whitney U Test)

Μη παραμετρικός στατιστικός έλεγχος διαφοράς των τιμών μιας μεταβλητής μεταξύ δύο δειγμάτων.

Στατιστικός έλεγχος Wilcoxon Signed Rank Test (Wilcoxon Signed Rank Test)

Μη παραμετρικός στατιστικός έλεγχος διαφοράς των τιμών μιας μεταβλητής ανάμεσα σε συσχετιζόμενες μετρήσεις όπως μετρήσεις πάνω στα ίδια άτομα μεταξύ δύο χρονικών στιγμών (συνήθως για pre-post tests).

Στατιστικός έλεγχος ανεξάρτητων δειγμάτων t-test (Independent Samples t-Test)

Παραμετρικός στατιστικός έλεγχος διαφοράς μέσων όρων μιας μεταβλητής μεταξύ δύο δειγμάτων.

Στατιστικός έλεγχος συσχετισμένων δειγμάτων t-test (Paired-Samples t-Test)

Παραμετρικός στατιστικός έλεγχος διαφοράς μέσων όρων μιας μεταβλητής ανάμεσα σε συσχετιζόμενες μετρήσεις όπως μετρήσεις πάνω στα ίδια άτομα μεταξύ δύο χρονικών στιγμών (συνήθως για pre-post tests).

Σύγχρονη τηλε-Εκπαίδευση (Synchronous Distance Learning)

Εξ αποστάσεως εκπαίδευση βασισμένη στην επικοινωνία με σύγχρονο τρόπο π.χ. τηλεδιάσκεψη.

Συμπεριφορισμός (Behaviorism)

Θεωρία μάθησης που υποστηρίζει ότι μάθηση είναι η αλλαγή της παρατηρούμενης συμπεριφοράς η οποία επιτυγχάνεται μέσω θετικής ή αρνητικής ενίσχυσης (επιβράβευση ή τιμωρία).

Συντελεστής Συσχέτισης Spearman's rho (Spearman's rho Correlation Coefficient)

Μη Παραμετρικός στατιστικός δείκτης για την εκτίμηση της μονοτονικής σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών (0=καθόλου συσχέτιση, ± 1 =τέλεια μονοτονική συσχέτιση).

Συντελεστής Συσχέτισης Pearson's r (Pearson's r Correlation Coefficient)

Παραμετρικός στατιστικός δείκτης για την εκτίμηση της γραμμικής σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών (0=καθόλου συσχέτιση, ± 1 =τέλεια γραμμική συσχέτιση).

Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης (Learning Management System - LMS)

Λογισμικό βασισμένο σε τεχνολογία web με στόχο τη διάθεση, διαχείριση και αξιολόγηση μαθημάτων μέσω δικτύου.

Υποστήριξη (Scaffolding)

Στα πλαίσια του κοινωνικού εποικοδομισμού, είναι η βοήθεια που παρέχεται σε ένα μαθαίνοντα από κάποιον πιο έμπειρο, με σκοπό την επίτευξη ενός μαθησιακού στόχου.

Αγγλικοί όροι

Asynchronous Distance Learning (Ασύγχρονη τηλε-Εκπαίδευση)

Εξ αποστάσεως εκπαίδευση βασισμένη στη μετάδοση εκπαιδευτικού περιεχομένου με ασύγχρονο τρόπο π.χ. με email, forums, blogs, Learning Management Systems.

Avatar (Ανθρωπόμορφη Εικονική Ενσάρκωση)

Τρόπος ενσάρκωσης του χρήστη ενός εικονικού περιβάλλοντος που του παρέχει «φυσική» οντότητα και ταυτότητα.

Behaviorism (Συμπεριφορισμός)

Θεωρία μάθησης που υποστηρίζει ότι μάθηση είναι η αλλαγή της παρατηρούμενης συμπεριφοράς η οποία επιτυγχάνεται μέσω θετικής ή αρνητικής ενίσχυσης (επιβράβευση ή τιμωρία).

Body - Face Tracking (Καταγραφή Κινήσεων Σώματος - Προσώπου)

Καταγραφή των κινήσεων του σώματος ή των εκφράσεων του προσώπου με τη βοήθεια καμερών ή αισθητήρων με στόχο την αναπαραγωγή τους μέσω ενός avatar.

Coding (Κωδικοποίηση)

Στα πλαίσια της ανάλυσης ποιοτικών εμπειρικών δεδομένων (π.χ. συνομιλίες χρηστών σε ένα εικονικό περιβάλλον), αφορά την οργάνωση των δεδομένων σε κατηγορίες με στόχο την ποσοτική ανάλυσή τους με στατιστικά εργαλεία.

Constructivism (Εποικοδομισμός)

Θεωρία μάθησης που υποστηρίζει ότι η γνώση δεν μεταφέρεται, αλλά οικοδομείται με την ενεργό συμμετοχή του μανθάνοντα.

Descriptive Empirical Study (Περιγραφική Εμπειρική Έρευνα)

Εμπειρική έρευνα με στόχο την περιγραφή μιας δεδομένης κατάστασης.

Embodied Virtual Agent (Αυτόνομος Εικονικός Χαρακτήρας)

Ανθρωπόμορφοι εικονικοί χαρακτήρες με δυνατότητες λεκτικής και μη λεκτικής επικοινωνίας με στόχο την προσομοίωσης της ανθρώπινης παρουσίας σε ένα εικονικό περιβάλλον.

Empirical Study (Εμπειρική Έρευνα)

Τρόπος απόκτησης γνώσης μέσω παρατηρήσεων και/ή πειραμάτων.

Experimental Empirical Study (Πειραματική Εμπειρική Έρευνα)

Εμπειρική έρευνα με στόχο την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας μιας παρέμβασης και της ύπαρξης αιτιώδους σχέσης μεταξύ παρέμβασης και αποτελέσματος χρησιμοποιώντας δύο τυχαία κατανεμημένα δείγματα (πειραματικό και ελέγχου) που διαφέρουν μόνο ως προς την παρέμβαση που δέχτηκαν.

Independent Samples t-Test (Στατιστικός έλεγχος ανεξάρτητων δειγμάτων t-test)

Παραμετρικός στατιστικός έλεγχος διαφοράς μέσων όρων μιας μεταβλητής μεταξύ δύο

δειγμάτων.

Learning Management System - LMS (Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης)

Λογισμικό βασισμένο σε τεχνολογία web με στόχο τη διάθεση, διαχείριση και αξιολόγηση μαθημάτων μέσω δικτύου.

Likert Scale (Κλίμακα Likert)

Ψυχομετρική κλίμακα που χρησιμοποιείται συνήθως σε ερωτηματολόγια. Συνήθως έχει 5 ή 7 επίπεδα. Παράδειγμα 5-βαθμιας κλίμακας: 1. Διαφωνώ απόλυτα, 2. Διαφωνώ, 3. Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ, 4. Συμφωνώ, 5 Συμφωνώ απόλυτα.

Mann-Whitney U Test (Στατιστικός έλεγχος Mann-Whitney U Test)

Μη παραμετρικός στατιστικός έλεγχος διαφοράς των τιμών μιας μεταβλητής μεταξύ δύο δειγμάτων.

Multi User Virtual Environments (MUVEs Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών), Virtual Worlds (Εικονικοί Κόσμοι)

Τρισδιάστατα δικτυακά εικονικά περιβάλλοντα, οι χρήστες των οποίων εκπροσωπούνται από ανθρωπόμορφες ενσαρκώσεις (avatars), μέσω των οποίων μπορούν να περιηγούνται σε αυτά, να επικοινωνούν, να συνεργάζονται και να μαθαίνουν.

Non Parametric Statistics (Μη Παραμετρικά Στατιστικά)

Στατιστικά εργαλεία που δεν προϋποθέτουν ότι τα δεδομένα ακολουθούν κάποια κατανομή.

Non Verbal Communication-NVC (Μη Λεκτική Επικοινωνία-ΜΛΕ)

Η επικοινωνία που γίνεται με τρόπους που δεν εμπεριέχουν λόγο π.χ. χειρονομίες, στάση σώματος, εκφράσεις προσώπου, χροιά και ένταση φωνής.

Paired-Samples t-Test (Στατιστικός έλεγχος συσχετισμένων δειγμάτων t-test)

Παραμετρικός στατιστικός έλεγχος διαφοράς μέσων όρων μιας μεταβλητής ανάμεσα σε συσχετιζόμενες μετρήσεις όπως μετρήσεις πάνω στα ίδια άτομα μεταξύ δύο χρονικών στιγμών (συνήθως για pre-post tests).

Parametric Statistics (Παραμετρικά Στατιστικά)

Στατιστικά εργαλεία που προϋποθέτουν ότι τα δεδομένα ακολουθούν ασυμπτωτικά κάποια κατανομή.

Pearson's r Correlation Coefficient (Συντελεστής Συσχέτισης Pearson's r)

Παραμετρικός στατιστικός δείκτης για την εκτίμηση της γραμμικής σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών (0=καθόλου συσχέτιση, ± 1 =τέλεια γραμμική συσχέτιση).

Pedagogical Agent (Παιδαγωγικός Χαρακτήρας)

Ανθρωπόμορφος εικονικός χαρακτήρας με δυνατότητες λεκτικής και μη λεκτικής επικοινωνίας με στόχο τη υποστήριξη της μάθησης σε ένα εικονικό περιβάλλον.

Pre-Post Test (Προ – Μετά Τεστ)

Εμπειρική ερευνητική μέθοδος για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας μιας

παρέμβασης μέσω της ανίχνευσης διαφορών σε διάφορες μεταβλητές (τεστ) ενός δείγματος πριν και μετά την παρέμβαση.

Presence (Αίσθηση Παρουσίας)

Η ψυχολογική κατάσταση, κατά την οποία ο χρήστης ενός εικονικού περιβάλλοντος το εκλαμβάνει ως αληθινό.

Problem Based Learning - PBL (Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα – ΜΒΠ)

Διδακτική στρατηγική που αποσκοπεί στην οικοδόμηση γνώσεων και απόκτηση δεξιοτήτων μέσα από την επίλυση προβλημάτων.

Quasi-Experimental Study (Ημι-Πειραματική Εμπειρική Έρευνα)

Εμπειρική έρευνα με στόχο την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας μιας παρέμβασης και της ύπαρξης αιτιώδους σχέσης μεταξύ παρέμβασης και αποτελέσματος χρησιμοποιώντας δύο μη τυχαία κατανεμημένα δείγματα (πειραματικό και ελέγχου) όπου ο ερευνητής ενδέχεται να ελέγχει τον χωρισμό των ατόμων στις 2 ομάδες.

Scaffolding (Υποστήριξη)

Στα πλαίσια του κοινωνικού εποικοδομισμού, είναι η βοήθεια που παρέχεται σε ένα μαθάνοντα από κάποιον πιο έμπειρο, με σκοπό την επίτευξη ενός μαθησιακού στόχου.

Situated Learning (Πλαισιοθετημένη Μάθηση)

Θεωρία μάθησης που υποστηρίζει ότι η απόκτηση της γνώσης λαμβάνει χώρα μέσα στο περιβάλλον στο οποίο εφαρμόζεται και στο πλαίσιο των αντίστοιχων κοινοτήτων πρακτικής (communities of practice).

Social Constructivism (Κοινωνικός Εποικοδομισμός)

Θεωρία μάθησης βασισμένη στον εποικοδομισμό, που υποστηρίζει ότι η μάθηση λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένο κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα η ατομική οικοδόμηση της γνώσης να εξαρτάται από τις σχέσεις με τα άλλα μέλη της ομάδας.

Social Presence (Αίσθηση Κοινωνικής Παρουσίας)

Η ψυχολογική κατάσταση, κατά την οποία ο χρήστης ενός εικονικού περιβάλλοντος αισθάνεται ότι βρίσκεται μαζί με άλλους, παρόλο που φυσικά είναι μόνος του.

Spatial Presence (Αίσθηση Χωρικής Παρουσίας)

Η ψυχολογική κατάσταση, κατά την οποία ο χρήστης ενός εικονικού περιβάλλοντος αισθάνεται ότι βρίσκεται σε ένα χώρο, διαφορετικό από αυτόν στο οποίο είναι φυσικά.

Spearman's rho Correlation Coefficient (Συντελεστής Συσχέτισης Spearman's rho)

Μη Παραμετρικός στατιστικός δείκτης για την εκτίμηση της μονοτονικής σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών (0=καθόλου συσχέτιση, ± 1 =τέλεια μονοτονική συσχέτιση).

Statistically Significant Difference (Στατιστικά Σημαντική Διαφορά)

Διαφορά μεταξύ μετρήσεων ή παρατηρήσεων η οποία δεν οφείλεται στην τύχη.

Synchronous Distance Learning (Σύγχρονη τηλε-Εκπαίδευση)

Εξ αποστάσεως εκπαίδευση βασισμένη στην επικοινωνία με σύγχρονο τρόπο π.χ.

τηλεδιάσκεψη.

Transfer of Learning (Μεταφορά της Μάθησης)

Δείκτης επιτυχούς μάθησης που μετρά τη δυνατότητα εφαρμογής δεξιοτήτων, γνώσεων και συμπεριφορών σε περιβάλλοντα διαφορετικά από αυτό που αποκτήθηκαν.

Verbal Communication (Λεκτική Επικοινωνία)

Η επικοινωνία που γίνεται μέσω γραπτού ή προφορικού λόγου.

Virtual Camera (Εικονική Κάμερα)

Υποθετική κάμερα μέσα από την οποία ο χρήστης ενός εικονικού περιβάλλοντος παρακολουθεί τις ενέργειές του και μπορεί να την χειρίζεται για να αλλάζει οπτικές.

Virtual Environment (Εικονικό Περιβάλλον)

Περιβάλλον δημιουργημένο από υπολογιστή.

Wilcoxon Signed Rank Test (Στατιστικός έλεγχος Wilcoxon Signed Rank Test)

Μη παραμετρικός στατιστικός έλεγχος διαφοράς των τιμών μιας μεταβλητής ανάμεσα σε συσχετιζόμενες μετρήσεις όπως μετρήσεις πάνω στα ίδια άτομα μεταξύ δύο χρονικών στιγμών (συνήθως για pre-post tests).

Zone of Proximal Development - ZPD (Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης)

Στα πλαίσια του κοινωνικού εποικοδομισμού, είναι η γνώση που μπορεί να οικοδομήσει κάποιος πέρα από τις δυνατότητές του, αν δεχτεί την κατάλληλη υποστήριξη (scaffolding).

Παράρτημα 4:

Εκτεταμένη Περίληψη στα Αγγλικά

Evaluation of a Laboratory Problem Based Learning Activity in a Multi User Virtual Environment

1. Introduction

1.1. Problem Based Learning

Problem-based learning (PBL) is an experiential instructional and learning method in which students learn through facilitated problem solving. In PBL, learners are actively constructing knowledge in small collaborative groups by being reflective and self-directed. The teacher acts as a facilitator guiding student learning, rather than the provider of knowledge (Hmelo-Silver, 2004).

In PBL students will (Barrows & Kelson, 1993):

- Develop their higher order thinking skills (problem-solving, critical thinking, decision-making).
- Acquire an extensive, integrated knowledge base that can be recalled and flexibly applied to other situations (transfer of knowledge).
- Develop effective self-directed learning skills (planning one's own learning, developing and applying strategies, and appropriately using learning resources).
- Develop the attitudes and skills necessary for effective team work with others
- Acquire the lifelong habit of approaching a problem with initiative, diligence and a motivation to learn in order to find a solution.

PBL can also have a positive effect on the instructors, who often find renewed interest and excitement in teaching (PBL@UD, 2012).

PBL is based on the broad learning theory of constructivism, and more specifically on social constructivism and situated learning. Constructivism states that knowledge is not transferred, but rather actively constructed by each learner as a function of his experiences in certain contexts. Social constructivism emphasizes on the importance of social interactions in the acquisition of knowledge (Schunk, 2004). According to Vygotsky (1978), the help of a tutor or a more capable peer can provide a 'scaffold' to a learner, in order to expand his 'zone of proximal development' (ZPD), i.e. the potential learning beyond his present individual abilities. Situated learning focuses on the process of becoming a full participant in a sociocultural community of practice through "Legitimate peripheral participation" (Lave & Wenger, 2006).

1.2. Limitations of PBL in Laboratory

The ability to experiment and solve problems is an important skill in science and engineering. The most appropriate place to acquire this practical skill and relate theory with practice is the laboratory (Feisel & Rosa, 2005). Nevertheless, laboratory education has many limitations that do not allow the application of constructivism and PBL, but favor the behavioral model of learning. The main limitations are presented below:

- It is not possible to implement any experiment because of the different scale of space and time of the various physical phenomena (e.g. atomic to cosmic scale)
- The spatial and temporal capacity of the laboratories is limited (i.e. limited number of students can practice according to strict schedules) (Fayolle, Gravier, & Jailly, 2010; Torres, et al., 2006)
- There is need for qualified staff to work on the workbench (Fayolle, et al., 2010)
- The equipment and expendable supplies are generally expensive (Fayolle, et al., 2010; Feisel & Rosa, 2005)
- Depending on the type of experimentation, there could be a risk of injury for the participants.
- It is not usually possible for the participants to repeat an experiment in order to understand it better.
- Because of the possibility of equipment damage (Torres, et al., 2006) or injury, learners usually follow strict procedures (behavioral model) and are not allowed to freely experiment and try out different approaches in order to actively construct their knowledge (constructivist model)
- Laboratory environment does not usually resemble the production environment (e.g. industry), not allowing for situated learning.
- Laboratory education is difficult or even impossible for distance learners.

1.3. PBL in virtual environments

The advancement of Information and Communication Technologies (ICT) has enabled new ways to experience laboratory education besides the traditional hands-on way (Fayolle, et al., 2010; Feisel & Rosa, 2005):

- remote laboratories, which are digital environments that access and remotely control existing laboratories over the internet
- virtual laboratories, which are environments that simulate existing or non-existing laboratories

Virtual laboratories offer various advantages over the real ones:

- It is usually possible to simulate experiments independently of the scale of space and time of the various physical phenomena (e.g. atomic to cosmic scale). (de Freitas & Veletsianos, 2010; Feisel & Rosa, 2005; Svajger & Valencic, 2003)
- It is possible to observe phenomena not directly observable by human senses (e.g., magnetism) (Svajger & Valencic, 2003)
- The spatial and temporal capacity of the virtual laboratories is practically unlimited since it is based on widely available ICT infrastructure.

- There is no need to buy expensive equipment and expendable supplies.
- Experimentation is safe (S. Cobb, et al., 2009; Feisel & Rosa, 2005; Svajger & Valencic, 2003)
- The participants can control the learning pace and repeat an experiment in order to understand it better (S. Cobb, et al., 2009; de Freitas & Veletsianos, 2010; Lee, et al., 2010).
- Because there is no possibility of equipment damage (Torres, et al., 2006) or injury, learners do not need to follow strict procedures (behavioral model) and can freely experiment and try out different approaches in order to actively construct their knowledge (constructivist model) (S. Cobb, et al., 2009; de Freitas & Veletsianos, 2010)
- Virtual laboratories could be designed to resemble the production environment (e.g. industry) in order to offer a more 'realistic' and 'situated' learning.
- Virtual laboratories can accommodate distance learners (Feisel & Rosa, 2005).
- It is possible to exclude all didactically non relevant objects and processes from the experiment (Svajger & Valencic, 2003).
- It is possible to regulate the complexity of the environment to suit different educational levels (Chen, 2006; Svajger & Valencic, 2003).
- It is possible to implicitly evaluate student performance (Svajger & Valencic, 2003).
- It is possible to enhance the environment with visualizations and other learning materials.

Nevertheless, real experimentation is still irreplaceable in engineering and science since hands on experience and the possibility of unexpected real-world problems cannot be simulated (Fayolle, et al., 2010; Feisel & Rosa, 2005; Gillet, Latchman, Salzmann, & Crisalle, 2001; Nguyen-Ngoc, 2007). Virtual laboratories could be used as a pre-lab experience to give students some idea of what they will encounter in an actual experiment (Dalgarno, et al., 2009; Feisel & Rosa, 2005) or as complementary substitutes for expensive or dangerous physical laboratory exercises (Feisel & Rosa, 2005) and distance learners (Nguyen-Ngoc, 2007).

1.4. Categories of virtual environments

The digital environments that are available for the implementation of virtual laboratories can be classified into four categories according to their capacity for spatial representation and network communication:

- 2Dimensional - Offline: abstractive simulations (e.g. interactive physics, microworlds)
- 3Dimensional - Offline: realistic simulations mainly for individual training (e.g. flight simulator)
- 2Dimensional – Online: environments with focus on collaboration (e.g. shared whiteboards, Learning Managements Systems)
- 3Dimensional – Online: environments that focus both on realistic representation and collaboration (e.g. Multi User Virtual Environments – Virtual Worlds)

Multi-user Virtual Environments (MUEs) is the category that this paper focuses on. MUEs are 3D digital spaces that can be accessed by multiple simultaneous participants represented through avatars, who are able to communicate with each other and to enact collaborative activities (Dede, et al., 2004). Participants communicate synchronously using verbal (text-voice) and non-verbal communication (face and body expressions). MUEs are persistent worlds, which mean that they exist with or without the

presence of participants. The contents and appearance of a MUVE is created and shared by its inhabitants or residents (Sturgeon, et al., 2009). A comprehensive definition of a MUVE is “a synchronous, persistent network of people, represented as avatars, facilitated by networked computers” (Bell, 2008).

A psychological phenomenon that is very important in virtual environments is presence. It is defined as “the subjective experience of being in one place or environment, even when one is physically situated in another.” (Witmer & Singer, 1998, p. 225) or as “the perceptual illusion of non-mediation” (Lombard & Ditton, 1997, para.32). Presence is a subjective psychological response to a virtual environment (Dalgarno & Lee, 2010), that is affected by media, content and user characteristics (IJsselsteijn, et al., 2000). Presence has two main dimensions: spatial presence which measures whether someone feels like “being there” (Heeter, 1992) and social presence which measures whether someone feels like “being with another” (Frank Biocca, et al., 2003, p. 456).

The sense of presence aids engagement and collaboration and has been identified as having key benefits for education and training purposes (de Freitas & Veletsianos, 2010). More specifically presence may influence the learning outcomes and learners’ satisfaction in an educational activity in a virtual environment (Lee, et al., 2010). Studies in a computer-mediated-communication demonstrated that social presence is a significant predictor of students’ satisfaction in online learning (Bulu, 2012).

1.5. PBL in MUVES

The recent emergence of MUVES as a teaching and learning tool is stemming largely from a set of socio-technical transitions such as wider access to broadband, the emphasis upon social and experiential interactions, the development of powerful technologies and platforms, and the advances in the uses and applications of the internet (de Freitas & Veletsianos, 2010). They have received considerable attention as enhanced Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) environments, with the expectation that they will provide an engaging and near face-to face quality of interaction over distance (Sutcliffe & Alrayes, 2012).

PBL is based on the constructivist and situated approach to learning which claims that learners should be able to explore and experiment with the environment while in social negotiation with their peers (Lave & Wenger, 2006; Vygotsky, 1978). MUVES offer unique technological characteristics that induce to their users the psychological response of presence, which in turn transforms these characteristics in to learning affordances (Dalgarno & Lee, 2010; Lee, et al., 2010) that allow for PBL.

More specifically, MUVES provide a common 3D space with adequate representational fidelity and various types of interactivity, where users can act on the objects in the environment, observe the outcomes of their actions and learn by doing (Hew & Cheung, 2010). This leads to a sense of spatial presence. Also, through the use of avatars, MUVES provide identity construction and embodied verbal and non-verbal synchronous communication (Hew & Cheung, 2010), that leads to a sense of social presence (Dalgarno & Lee, 2010; Dickey, 2005a).

The sense of spatial and social presence, i.e. the subjective psychological response to the virtual environment, is required for the transformation of the previously mentioned technical characteristics into learning affordances: enhanced spatial knowledge representation, safe experiential learning, increased motivation and engagement, improved transfer of knowledge through contextualization, effective collaboration (Dalgarno & Lee, 2010).

The learning affordances of MUVES underpin the constructivist and situated approach to learning, on which the pedagogical strategy of PBL is grounded. Figure 1, which is based on the model of learning in 3D Virtual environments proposed by Dalgarno & Lee (2010), concisely illustrates the foregoing.

Figure 1 PBL in MUVes

1.6. Implementations of MUVES

The most frequently used MUVES for educational research, are Active Worlds and Second Life (SL) (Bulu, 2012). Although Active worlds has been used by important researchers in the field (Barab, et al., 2006; Dede, et al., 2004), Second Life has a far larger and active community and many educational institutions are using it for teaching and learning, both locally and from distance (Callaghan, McCusker, Losada, Harkin, & Wilson, 2009; de Freitas & Veletsianos, 2010; Salmon, 2009). Over 300 universities, mostly in the UK and the USA, have own virtual land in SL (Salmon & Hawkridge, 2009).

2. Literature review

MUVES are an emerging medium used in both traditional classrooms and distance education (Dickey, 2005a; Hew & Cheung, 2010; Salmon & Hawkridge, 2009), offering promising instructional benefits that may revolutionize how people learn and work (Chen, 2006). Nevertheless there are several problems in harnessing these benefits.

One common problem when new technologies are adopted and integrated into educational processes, is that they are implemented and used in traditional and recognizable ways (e.g. students watching a video or slideshow presentation in a virtual world classroom (Beltrán Sierra, et al., 2012)). Still, in order to fully exploit the potential of MUVES to implement constructivist pedagogies, a culture of experimentation, trial-and-error, and creativity is needed, along with a deep understanding of their learning affordances (de Freitas & Veletsianos, 2010; Hew & Cheung, 2010). Indeed, MUVES are starting to be used, especially in higher education, for PBL activities, virtual laboratories and field trips (Aydogan, et al., 2010; Jarmon, et al., 2009; Rogers, 2011; Russell, et al., 2008; Salmon & Hawkridge, 2009; Sturgeon, et al., 2009; Thomas & Mead, 2008).

Another problem is that most educational applications are not thoroughly evaluated in terms of their educational effectiveness (Chen, 2006). Many efforts in the field are largely driven by intuition and 'common-sense', rather than being solidly underpinned by research-informed models and frameworks (Dalgarno & Lee, 2010; Salmon & Hawkridge, 2009). Empirical studies are needed to establish the validity of the assumptions about the learning affordances and the educational effectiveness of MUVES (Chen, 2006; Dalgarno & Lee, 2010) According to a literature review by Hew & Cheung (2010), the main empirical research topics on the field are: participants' affective domain (e.g. attitudes, satisfaction), learning outcomes and social interaction.

Although a trend towards empirical evaluation of learning uses of MUVES has started (de Freitas & Veletsianos, 2010), most of the studies are descriptive (Aydogan, et al., 2010; Bulu, 2012; De Lucia, et al., 2009; Esteves, et al., 2011; Hew & Cheung, 2010; Jarmon, et al., 2009; Petrakou, 2010; Rogers, 2011; Sturgeon, et al., 2009) and not experimental i.e. they don't utilize a control group. Without a control group, improvements in students' learning might not necessarily be attributable to the use of virtual worlds per se, but could be a result of other uncontrolled variables such as the instructional strategy used (Hew & Cheung, 2010). Below are cited empirical studies that were found to have experimental design, usually comparing a learning activity in a virtual environment to a real life counterpart.

Ketelhut, Nelson, Clarke, & Dede (2010) created a virtual town called River City in the Active Worlds MUVE, in order to assess various types of inquiry learning in Biology. Using a sample of 2000 middle-school students, they compared three MUVE based variants of constructivist-situated learning

strategies, with a paper-based real life equivalent. They found no differences between the four groups using a post test, although they argue that other types of performance assessment (e.g. reports) are needed to evaluate students understanding. They conclude that MUVes can be used to teach Biology as well or better than traditional approaches.

Hickey, Ingram-Goble, & Jameson (2009) created Quest Atlantis in Active Worlds where learners navigate through the 3D space, interacting with other player and non-player characters in order to complete various tasks. One of the quests was the Taiga Park, where learners had to investigate an ecological problem: why fish population in a river is declining. A group of 116 sixth grade students was used in order to compare the Taiga Park MUVE with the more conventional textbook approach. The learning outcomes were assessed in three levels: close, proximal and distal, but no statistically significant differences were found between the two environments.

Dalgarno, et al. (2009) evaluated the effectiveness of a Virtual Chemistry Laboratory in familiarizing distant university students with laboratory space, equipment and procedures. An experimental design was used, with two groups of students (N=22) exploring the virtual and actual laboratory respectively. There were no significant differences on the measured familiarity with laboratory layout and equipment between the groups, indicating that virtual laboratory is an effective preparative tool especially for distance students.

Cobb, et al. (2009) tried to determine whether the learning gains produced by conducting a biotechnology experiment in a virtual Laboratory in Second Life, were similar to those by observing the same experiment in the physical world laboratory. The results of their study (N=85) showed learning gain in both environments, although no difference between them was detected.

Beltrán Sierra, et al. (2012) compared a university course in electronics, using two groups of students (N=180): the first group followed the subject with the traditional on-site lessons, while the second group followed a mixed approach that combined traditional on-site lessons with virtual sessions in SL. They concluded that although there were not significant differences in the learning outcomes between the two groups, the use of SL increased the motivation to learn, and promoted participation and investigation.

3. Goal of the study

The literature review reveals that MUVes have strong educational potential, generally equivalent with that of real life settings. Nevertheless this has not been proved empirically in the case of PBL activities in virtual laboratories. PBL in virtual laboratories could enable safe, low cost and highly available constructive and situated learning for local or distance learners. It is essential carry out experimental evaluation of the effectiveness of virtual laboratories compared to with traditional on-site experience, especially as the number of distance education programs in science and engineering increases (Feisel & Rosa, 2005). According to Torres, et al. (2006) it is important to evaluate aspects such as the acceptability of virtual laboratories by the students, the effect they have on teaching, the accessibility to the new technologies in the local social environment, and the disadvantages as compared with traditional teaching methods.

The purpose of the study is to fill this gap in literature, by empirically comparing a laboratory PBL activity between the real and virtual world, in terms of **learning outcomes, presence, usability and satisfaction (from collaboration and activity)**.

4. Research Design

4.1. Research stages

In order to achieve the above research goal, a plan was designed comprising of two empirical studies:

- a **descriptive** study (study 1), aiming at making an initial assessment of a virtual world laboratory PBL activity(Vrellis, et al., 2010)
- an **quasi-experimental** study (study 2), aiming at comparing the effectiveness of a virtual world PBL activity in contrast to a real world control condition

4.2. Participants

The participants in both studies were undergraduate students from the Department of Primary Education, University of Ioannina, Greece. The sample was selected from higher education because the need for development and evaluation of virtual laboratories for distance education is greater in that level of education (Dalgarno, et al., 2009; Fayolle, et al., 2010; Feisel & Rosa, 2005; Gillet, et al., 2001).

4.3. PBL Activity

A laboratory PBL activity had to be designed, based on the principles of constructivism i.e. realistic, complex enough, reflective, collaborative (Jonassen, 1994), while also easy to implement. A science subject relevant to the reflection of light and trigonometry was selected because:

- it is not too easy, although relatively simple and familiar to the students of a Primary Education Department
- it can be implemented easily and cost effectively both in the real and virtual world
- it takes advantage of the spatial representational capacity of MUVes

The designed activity involved three main objects: a laser source, a rotating mirror and a target. Participants had to collaborate in order find the correct angle x of the mirror that would reflect the incident laser beam to the target (Figure 2). The problem had to be solved with only one shot, after performing distance measurements and trigonometric calculations. A trial and error approach i.e. trying different angles on the mirror, was not allowed.

The following tools were available to the participants:

- two rulers for measuring horizontal and vertical distances.
- a poster illustrating the law of reflection.
- three posters illustrating the definitions and values of the basic trigonometric functions (sine, cosine and tangent).
- a shared whiteboard
- a calculator

Figure 2 PBL Activity model

In order to solve the problem, students had to recognize that the wanted mirror rotation x was equal to $POA/2$. The angle POA could be calculated through its tangent. So, initially, they had to measure the distances PO and PA by correctly positioning the rulers and then divide the measurements in order to find the tangent of POA . Finally, by using the correct trigonometric table, they could find the angle POA and divide it by 2 to find x .

4.4. MUVE platform

Second Life was selected as the MUVE platform for this study. It is the most frequently used MUVE for educational research (Wankel & Kingsley, 2009). Many institutions own virtual land in it and use it for teaching and learning (Callaghan, et al., 2009; de Freitas & Veletsianos, 2010; Salmon, 2009). The empirical studies were carried out on the 'Earthlab Education Island', which is the virtual land in SL owned by the 'Educational Approaches to Virtual Reality Technologies Laboratory' (Earthlab) of the University of Ioannina.

4.5. Data collection and statistical instruments

The empirical data was collected using questionnaires and video recordings. The questionnaires regarding learning outcomes, usability, realism, collaboration and satisfaction were created by the

researcher based on 7-point Likert scales. Presence was measured with the Temple Presence Inventory (TPI)(Lombard & Ditton, 2000), which is a cross-media, multidimensional, literature-based and well evaluated tool (Lombard, Ditton, & Weinstein, 2009), also based on 7-point Likert scale. Participants could also write a free comment regarding their experience at the end of the questionnaire. The questionnaires were administered in paper-and-pencil format in study 1 and in electronic format in study 2, using the tool www.surveymzmo.com. The data from the questionnaires were imported to SPSS 19 for statistical processing.

Especially in study 2, the participant's comments were coded in order to detect differences between environments using quantitative analysis. Furthermore, audio was extracted from the video recordings in order to measure and compare the amount of speech and silence in both environments.

Kolmogorov–Smirnov normality tests indicated that most of the variables did not have normal distribution. This is why the following non parametric statistical tools were used:

- **Mann-Whitney U Test** to detect differences between groups
- **Wilcoxon Signed Rank Test**, to detect pre-post test differences in the same group
- **Spearman's rho correlation coefficient**, to explore relationships between variables in the same group

5. Descriptive study (study 1)

5.1. Research goals

The first study was descriptive (L. Cohen, et al., 2007), aiming at making an initial assessment of the laboratory PBL activity on the following axes:

- design issues (activity setting, objects freedom degrees, difficulty)
- learning outcomes, presence, usability, realism, collaboration, satisfaction

Another goal was to gain experience in performing PBL activities in SL, in order to better conduct the main experimental study.

5.2. Participants

Participants were 30 students (22 women, 8 men) from the Department of Primary Education, the University of Ioannina, Greece. Their ages were 18-25 (Mean=19.7, SD=1.44). They all had experience in SL, since they were attending a course on SL and its potential educational uses. Their participation was voluntary, motivated by a small bonus in their marks. The participants registered in pairs. They considered themselves moderately experienced in computers (Mean=4.23, SD=1.07) and in SL (Mean=3.90, SD=1.12), but less experienced in videogames (Mean=3.33, SD=1.97).

5.3. Environment

In order to explore the participants' preferences regarding the activity setting, the PBL activity was implemented in two virtual settings: one in a classroom and one in the open air. The first one was used for an introductory lesson and the latter for the main collaborative activity (Figure 3). The laser source and the rotating mirror were placed on a table. The target was an apple hanging from a nearby tree. The posters, calculator and whiteboard were placed near the table. The whiteboard drawing was based on SL primitives.

Figure 3 Classroom and open air setting

5.4. Procedure

Initially, two pilot sessions were conducted in order to solve technical problems regarding voice chat audio quality and screen recording and for familiarization of the researcher with the procedure. The empirical data was gathered from 15 sessions with 30 students. In each session, a pair of two students and the tutor (the researcher) participated. The three participants were physically located in three different rooms and communicated only through SL, using a headset and voice chat. During the session, the screen, microphone and webcam of each participant were recorded. The mean duration of each session was approximately 40 minutes. Before each session, students answered a questionnaire on demographics, technical experience and a pre-test.

Students logged in SL using their own accounts and were asked to teleport to the sandbox (experimentation space) of the 'Earthlab Education Island'. There, they met the tutor who guided them to location of the activity. Before the main activity, a brief introductory lesson was given by the tutor in a virtual classroom, reminding the law of reflection and basic trigonometry (Figure 3). The lesson also included the use of educational material in the form of posters and external web links. In the classroom, students familiarized with the use of the virtual laser, rotating mirror, whiteboard, and calculator. The laser could be switched on and off by clicking on its power supply. The mirror could be rotated in steps of 1 degree by clicking its upper or lower ends. The rotation angle was always visible above the mirror. Participants had also the choice to display the normal to the mirror. Finally, participants familiarized with the use of the rulers, by manipulating them either by the 3D arrows on their ends, or by a dialog menu.

After the lesson, the tutor asked the students to walk outside the virtual classroom, where the main activity setting was located. There, he informed them about the problem they had to solve collaboratively and that he would remain available for assistance. After the end of the activity, the

students answered a post-test and a questionnaire on design issues, presence, usability, realism, collaboration and satisfaction.

5.5. Results

Design issues

One of the characteristics of virtual environments is the direct and intuitive manipulation of virtual objects. In the present activity, students had to move the two rulers in their correct places. 93.3% of the students considered that the most obvious way of manipulation was using the 3D arrows instead of a dialog menu, and 90% of them found this way handier. Students also preferred the educational material presented “in-world” in the form of posters (93.3%), instead of external links. “In-world” material has the advantage of being always visible to all participants during the activity, fostering collaboration and social negotiation. Likewise, 83.3% of the students declared that the “in-world” calculator was handier than the windows calculator. It seems that students prefer “in-world” intuitive object manipulation, educational material and tools instead of “out of world” dialogue menus, browsers and tools that could distract their attention from the environment and learning activity.

Another design issue concerned the degrees of freedom of the virtual objects. Allowing many degrees of freedom not only demands a considerable programming effort, but also could distract participants from achieving the activity goals. In our experimental setting the laser and mirror were in fixed positions allowing students to control only the mirror rotation. This restriction had no negative effects on achieving the activity’s goal, since students did not want to move the laser or the mirror (Mean=2.77, SD=1.92). It seems that not all the technological affordances are necessary in an educational context. Of course, the degrees of freedom depend on the specific instructional design and educational scenario.

Usually, a learning activity takes place in a classroom or a lab. In our case the students had the opportunity to deal with the learning activity both inside a virtual classroom and in an open-air setting. Even though the students were moderately interested (Mean=4.37, SD=2.04) in choosing the activity’s setting, 86.7% of them found the open-air setting more suitable for the activity. A plausible explanation would be that students want to leave conventional educational settings in favor of more task-relevant environments, in accordance with the constructivist approach to learning, but the result could be further investigated.

All student pairs solved the problem with more or less intervention by the tutor, indicating that the difficulty of the activity was within the potential of the students. Students found the activity as very interesting (Mean=6.37, SD=0.92).

Learning outcomes

The learning outcomes were evaluated with a four question post-test about the law of reflection and trigonometry, which was identical to the pre-test. Table 1 presents the scores of the pre and post test, on a scale of 0-4.

Table 1 Pre post test scores

VAR (0-4)	N	Min	Max	Mean	SD
Pre-test	30	1	4	2.86	1.13
Post-test	30	2	4	3.86	.43

Figure 4 Pre-post test scores

Figure 5 Frequency of top score

The mean score of the post-test was 35% higher than the score of the pre-test, and this difference is statistically significant according to Wilcoxon Signed Rank Test ($Z=-3.49$, $p<.01$). This implies that learning took place during the PBL activity in SL. Namely, 90% of the participants top scored at the post test, in comparison to only 43.3% on the pre-test.

Presence

Table 2 presents the scores of various presence dimensions of the TPI questionnaire.

Table 2 Presence dimensions (TPI)

<i>VAR</i>	<i>N</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
<i>Spatial presence</i>	30	1.14	6.71	4.25	1.25
<i>Social presence</i>	30	3.57	6.57	5.29	0.83
<i>Engagement</i>	30	2.50	6.83	5.41	1.04
<i>Social richness</i>	30	2.57	7.00	5.63	0.99
<i>Social realism</i>	30	2.00	7.00	5.47	1.22

Spatial presence score (4.25) was little above the average, indicating a moderate sense of spatial presence in the MUVE. This result is rather expected: SL is a desktop virtual environment that does not exploit all the available immersive VR technologies (Head mounted displays, stereoscopy, motion tracking). High scores of spatial presence are usually associated with highly immersive virtual environments.

Social presence score (5.29) was quite high and definitely higher than that of spatial presence. This can be attributed to the social nature of SL as a multiuser virtual environment that enables social interaction and collaboration, as well as to the collaborative nature of the PBL activity.

Engagement also scored quite high (5.42). It is notable that the question “How engaging was the story?” which was included in this dimension of presence, scored very high (6.37, SD 0.92). This result indicates that the instruction design based on constructivist approaches incorporating authentic tasks engage students in the learning activity. Engagement is an important factor that contributes to effective learning (Ketelhut, et al., 2010; Sutcliffe & Alrayes, 2012), both in real and virtual world environments.

Social richness measures the extent to which users perceive the virtual environment, when it is used to interact with others, as sociable, warm, sensitive, personal or intimate (Lombard & Ditton, 2000). Social richness scored well above the average (5.63). More specifically, students found their experience as

highly responsive (Mean=6.20, SD 0.92) and lively (Mean=6.00, SD 1.25), confirming the social nature of SL.

Social realism evaluates whether the portrayed events would or could occur in the real world. Social realism scored also high (5.47), in accordance with the previous two social dimensions of presence (social presence and social richness).

Usability

Camera control is important in the experience of a 3D virtual environment because it allows users to focus their attention to objects without having to move their avatar: objects can be viewed from different angles (rotate-pan) and distances (zoom). The results showed that the participants could control the camera very easily (Mean=6.00, SD=1.01), without being distracted from their experience in the virtual environment (Mean=2.60, SD=1.65).

The activity objects had obvious control (Mean=5.23, SD=1.45), were easy to use (Mean=5.90, SD=1.062) and did not distract the participants from their experience in the virtual environment (Mean=2.77, SD=1.22).

Although most of the participants found the environment usable, some of them noted in their comments that they had difficulties controlling the camera and objects.

Realism-Non Verbal Communication

The realism of the virtual environment was satisfactory (Mean=5.83, SD=0.98), which implies that the representational fidelity of SL is adequate for PBL activities.

Participants found moderate resemblance (Mean=3.80, SD=1.62) between the avatars and their human operators. Although SL avatars have many appearance parameters that can be adjusted (e.g. race, sex, height, weight, clothing), it is hard to accurately represent a real human being. Moreover, avatar physical resemblance is not always in the intentions of its operator, who in some cases wants to have a different appearance in the virtual world. Avatar movement was considered to moderately resemble to that of their operators (Mean=4.47, SD=1.69). This may be attributed to the fact that SL avatars can only perform preset animations. The Non Verbal Communication (NVC) capabilities of the avatars moderately satisfied the participants (M=3.97, SD=1.75), who wished for more bodily NVC (Mean=5.83, SD=1.28) and facial NVC (Mean=6.10, SD=1.12).

Collaboration

Most of the students evaluated their collaboration in SL as very satisfactory (Mean=6.40, SD=0.72). They felt that they could interact with the other participants (Mean=5.63, SD=0.92) and evaluated their experience as personal (Mean=5.60, SD=1.40) and sociable (Mean=5.83, SD=0.98).

Students found participating in learning activities conducted in SL very important for their education (Mean=6.10, SD=1.15). A basic characteristic of SL is being a persistent (24/7) world. The students evaluated this characteristic positively since they found it important to be able to conduct a learning activity any time of the day (Mean=6.10, SD=.88) and to be able to repeat it whenever they wanted (Mean=6.13, SD=1.04).

Most of them evaluated presence of the tutor in the activity as useful (Mean=5.73, SD=1.20) and necessary (Mean=5.00, SD=1.41), but did not seem to care about having some other form of on-line help available (Mean=3.13, SD=1.52).

Finally, it is worth mentioning that all students (100%), found voice chat to be more useful than text chat for communicating in SL. This result is rather expected since voice chat is more direct and does not

require typing, leaving hands free for navigation and object manipulation. Furthermore, it allows rich non-verbal components of the human voice to pass through.

Satisfaction

The results regarding satisfaction were very positive. Participants felt that the activity came within their interests ($M=5.30$, $SD=1.26$) and considered their experience of participating in a PBL activity in SL as very pleasant ($M=6.40$, $SD=0.77$). It is worth noticing that no one considered the experience negatively ($\min=4$).

As a conclusion, PBL activities in MUVES seem to be pleasant, desirable and interesting to the students of higher education.

5.6. Conclusions of study 1

Study 1 was a descriptive study during which a PBL activity was designed, implemented in SL and evaluated. The results indicated that the PBL activity was well designed, had moderate difficulty, engaged students and produced measurable learning outcomes. The sense of social dimensions of presence of the participants was high, while the sense of spatial presence was moderate (Vrellis, et al., 2012).

Design evaluation highlighted student's preference to "in-world" object manipulation, educational material and tools and the unimportance of implementing all degrees of freedom of virtual objects. The usability of the environment was high, although some participants had difficulties controlling the camera and objects. The realism of the environment was adequate, although more NVC avatar capabilities were desired.

Participants were very satisfied by their collaboration in the virtual environment and the overall experience. They considered participation in learning activities in MUVES as very important for their education. The above conclusions were very encouraging and lead to the implementation of the main experimental study (study 2).

6. Experimental study (study 2)

6.1. Research questions and hypotheses

The main study had experimental nature, aiming at investigating the effectiveness of virtual world PBL activity in contrast to a real world control condition, on the following axes: learning outcomes, usability, collaboration and satisfaction. In order to objectively detect whether communication patterns are altered in the virtual environment, speech and silence duration was measured and analyzed in both environments.

The hypothesis made was that the effectiveness of the virtual world implementation would be similar to that of the real world, indicating that MUVES could offer a low cost, safe and highly available alternative for laboratory PBL activities.

6.2. Participants

Participants were 150 students (131 women, 19 men) of the Department of Primary Education, the University of Ioannina, Greece. The students were assigned in two groups: the real world group (R) (control group) and the virtual world group (V) (experimental group). The assignment of the participants to the groups was not random, therefore the study was **quasi-experimental**. Group V was formed by 78 students (67 women, 11 men, age: Mean=20.86, SD=1.21) most of whom were attending or had attended in the past, a course on the educational potential of SL. Group R was formed by 72 students (64 women, 8 men, age: Mean=20.96, SD=1.68) who had no experience in SL. Their participation was voluntary, motivated by a small bonus in their marks. The participants registered in pairs.

6.3. Environment

Initially, the activity was implemented in the real world, in a spare room of the Department of Primary Education, the University of Ioannina (Figure 6). The objects of the activity were constructed using everyday materials. The laser source was made of a cheap laser pointer which was fixed on a small tripod. The rotating mirror was constructed by attaching a metal protractor to an ordinary beauty mirror. The target was made of orange colored paperboard and was hanged from a mechanism on the wall that allowed it to fall when the laser beam hit it. The rulers were made of wooden rods that had measuring tape glued on them.

An exact replicate of the room and objects was created in SL (Figure 7). The shared whiteboard was based on the free web based collaboration tool www.scribblar.com.

Figure 6 Real world activity setting

Figure 7 Virtual World activity setting

6.4. Procedure

Real world

Initially, three pilot sessions were conducted in order to solve technical problems regarding video recording and for familiarization of the researcher with the procedure. The empirical data was gathered from 36 sessions with 72 students. In each session, a pair of two students and the tutor (the researcher) participated. The mean duration of each session was approximately 37 minutes. Before each session, students answered separately an online questionnaire on demographics, technical experience, personality traits and a pre-test. Then they went with the tutor to the room where the activity was located. There, a brief introductory lesson was given by the tutor, reminding the law of reflection and basic trigonometry, and students familiarized with the use of the laser and the rotating mirror. Then, the

tutor informed them about the problem they had to solve collaboratively and that he would remain available for assistance. After the end of the activity, students answered separately an online questionnaire on presence, usability, realism, collaboration and satisfaction. Also, in order to measure the learning outcomes, students answered a post test, a comprehension test and made a drawing of the solution similar to Figure 2.

Virtual world

The empirical data was gathered from 39 sessions with 78 students. In each session, a pair of two students and the tutor (the researcher) participated. The three participants were physically located in three different rooms and communicated only through SL, using a headset and voice chat. During the session, the screen, microphone and webcam of each participant were recorded. The mean duration of each session was approximately 48 minutes. Before each session, students answered separately an online a questionnaire on demographics, technical experience, personality traits and a pre-test. Students logged in SL using their own accounts and were asked to teleport to the sandbox (experimentation space) of the 'Earthlab Education Island'. There, they met the tutor who guided them to location of the activity, which was an exact replicate of the real world room. There, a brief introductory lesson was given by the tutor, reminding the law of reflection and basic trigonometry, and students familiarized with the use of the virtual laser, rotating mirror, whiteboard, rulers and calculator. Then, the tutor informed the students about the PBL activity they had to solve collaboratively and that he would remain available for assistance. After the end of the activity, students answered separately an online questionnaire on presence, usability, realism, collaboration and satisfaction. Also, in order to measure the learning outcomes, students answered a post test, a comprehension test and made a drawing of the solution similar to Figure 2.

Figure 8 PBL activity in the real world

Figure 9 PBL activity in the virtual world

6.5. Results

Learning outcomes

91.7% of the group R and 100% of the group V, succeeded in solving the PBL activity. The difference between groups is statistically significant according to Mann-Whitney U Test ($Z=-2,593$, $p=0,01$).

Table 3 presents the results of the pre-post test.

Table 3 Pre & post test scores

VAR	Real			Virtual			Mann-Whitney UT	
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Z	p
Pre-test	72	2.21	1.23	78	2.82	1.12	-3.066	.002
Post-test	72	3.68	.57	78	3.58	.74	-0,579	0,563

Figure 10 Pre - post test scores

Figure 11 Percentage of top score

Group V scored higher (2.82) on the pre-test than group R (2.21). The difference between groups is statistically significant according to Mann-Whitney U Test ($Z=-3.066$, $p=.002$). The higher scores of group V can be attributed to its composition, which comprised of students with SL experience. These students were found to have also better background on physics and mathematics.

Post-test scores were higher than pre-test scores in both groups. The difference is statistically significant according to Related samples Wilcoxon Signed Rank Test: group R: ($Z=-6,437$, $p=0,000$), group V: ($Z=-5,696$, $p=0,000$), **indicating that learning took place during the activity in both environments.**

The difference between groups on the post test, is not statistically significant according to Mann-Whitney U Test ($Z=-0,579$, $p=0,563$), but it is statistically significant according to ANCOVA adjusting for the pre-test (covariate) [$F(1,147) = 6,623$, $p=.011$, partial eta squared=.043]. This may indicate an advantage for the real environment. Nevertheless, this is not supported by the overall learning outcome (Table 4), which is the sum of scores of post-test (range 0-4), comprehension test (range 0-4), and the drawing (range 0-8). The mean overall learning outcome (range=0-16) was high in both environments ($R=14.22$, $V=14.61$), and the difference is not statistically significant according to Mann-Whitney U Test ($Z=-1.324$, $p=0.185$), as well as, according to ANCOVA adjusting for the pre-test (covariate) [$F(1,147)=.002$, $p=.960$, partial eta squared=.000].

Table 4 Overall learning outcome

VAR	Real			Virtual			Mann-Whitney	
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Z	p
Overall learning outcome	72	14.22	2.20	78	14.61	2.01	-1.324	0.185

This indicates that the virtual environment has the same overall learning outcome with the real one.

Presence

Table 5 presents the scores on various presence dimensions of the TPI questionnaire. Only Shared engagement (part of Engagement dimension that makes sense in real environment) and Social richness were measured in the real environment.

Table 5 Presence dimensions (TPI)

VAR	Real			Virtual			Mann-Whitney	
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Z	p
Spatial presence	-	-	-	78	4.50	1.08	-	-
Social presence	-	-	-	78	5.37	.77	-	-
Engagement	-	-	-	78	5.47	1.06	-	-
Shared engagement	72	5.79	1.12	78	5.71	.95	-1.008	0.313
Social richness	72	5.72	.89	78	5.40	1.02	-2.055	0.040
Social realism	-	-	-	78	5.61	1.24	-	-

Presence results for the virtual environment were similar to those of study 1: Spatial presence was moderate, while social dimensions were high. Lower scores of spatial presence are related to the desktop VR nature of SL, while higher scores of social dimensions of presence are related to the social nature of MUEs and the collaborative nature of the PBL activity.

Shared engagement was high in both environments and the difference was not statistically significant according to Mann-Whitney U Test ($Z=-1.008$, $p=0.313$). This indicates that the virtual environment is equally capable with the real environment, in engaging students in the PBL activity. Nevertheless social richness was found higher in the real environment according to Mann-Whitney U Test ($Z=-2.055$, $p=0.040$). The result is expected since the real environment is more direct, alive and interactive than the virtual one which is only a simulation.

Usability

Table 6 presents the scores regarding usability in both environments.

Table 6 Usability

VAR	Real			Virtual			Mann-Whitney	
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Z	p
Appropriate	72	6.06	1.06	78	5.87	1.12	-1.124	0.261
Perception of the environment	72	5.44	1.29 9	78	5.81	1.12 9	-1.740	0.082
Object control	72	5.72	1.22	78	5.50	1.25	-1.336	0.182
Ruler control	72	5.50	1.24	78	5.47	1.21	-0.186	0.853

<i>Whiteboard usefulness</i>	72	6.57	1.01	78	6.35	1.09	-1.888	0.059
<i>Whiteboard usability</i>	-	-	-	78	5.40	1.18	-	-
<i>Deixis</i>	72	5.74	1.23	78	5.90	1.21	-0.913	0.361

The setting of the activity was considered appropriate in both environments, and the perception of the participants was high. Objects and the rulers were equally easy to control. Whiteboard was considered very useful in both environments. Scribbler based whiteboard was considered much more useful (6.35), than the one used in study 1 (4.57) which was based on SL primitives and thus more coarse. Deixis was also considered equally easy in both environments. **Overall, Mann-Whitney U Test detected no differences between the environments, regarding usability variables.**

Realism-Non Verbal Communication

Table 7 presents the scores regarding realism and NVC for the virtual environment.

Table 7 Realism - NVC

VAR	Virtual		
	N	Mean	SD
<i>Environment realism</i>	78	5.95	.979
<i>Avatar appearance</i>	78	4.40	1.79
<i>Avatar movement</i>	78	4.47	1.61
<i>Avatar NVC</i>	78	3.49	1.60
<i>Need for more bodily NVC</i>	78	5.69	1.42
<i>Need for more facial NVC</i>	78	5.46	1.72

The results regarding realism and NVC are similar to those of study 1. The realism of the virtual environment was high, which implies that the representational fidelity of SL is adequate for PBL activities. Participants were moderately satisfied by the avatar appearance and movement and would like more NVC capabilities.

Collaboration

Table 8 presents results regarding collaboration.

Table 8 Collaboration

VAR	Real			Virtual			Mann-Whitney	
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Z	p
<i>Satisfaction from collaboration</i>	72	5.93	1.47	78	6.21	.98	-0.443	0.658
<i>Tutor useful</i>	72	6.29	1.06	78	6.31	.79	-0.700	0.484
<i>Tutor needed</i>	72	4.85	1.27	78	4.62	1.47	-0.910	0.363

Students in both groups considered their collaboration very satisfactory. Although they thought the tutor was moderately needed, they found his presence very useful. **Overall Mann-Whitney U Test detected no differences between the environments regarding satisfaction form collaboration.**

Satisfaction from the activity

Table 9 presents results regarding satisfaction from the activity.

Table 9 Satisfaction from the activity

VAR	Real			Virtual			Mann-Whitney	
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Z	p
Satisfaction from activity	72	5.86	1.27	78	6.09	.96	-0.733	0.464
Hypothetical environment choice (1=Real, 7=Virtual)	72	1.86	1.45	78	4.40	1.95	-7.349	.000

Participants in both environments found the activity very pleasurable (R=5.86, V=6.09). The difference is not statistically significant according to Mann-Whitney U Test (Z=-0,733, p=0,464).

Participants were asked which environment they would chose for the activity if they did it again. **Results indicated that they would again choose the environment in which they had already participated. Nevertheless the preference did not have the same intensity in both groups:**

- 62,5% (45 students) of group R, would chose again with absolute confidence (1) the real environment. This indicates that the majority of Group R explicitly considers the real environment as the most appropriate for the PBL activity. This is expected, since the virtual environment is only a limited simulation of the real one. Possibly though, this explicit preference to the real environment could be due to technophobia that usually defines people with more theoretical background (like the majority of Group R).
- Students in group V were less explicit in their hypothetical choice of environment. Although they leaned slightly towards the virtual environment, only 17.9% (14 students) would choose it again with absolute confidence (7). This shows that although group V participants prefer the virtual environment, they also appreciate the real version, where they would gain more tangible experiences and have more direct communication.

Correlations

Table 10 presents Spearman's rho correlation coefficients between presence dimensions, learning outcomes, and attitude. The strength of statistically significant correlations (**p<0,05**) was categorized according to the classification and color code of Table 11 (Hinkle, et al., 2003).

Table 10 Correlations

	VAR	Spearman's rho	Overall learning outcome	Spatial Presence	Social Presence	Engagement	Shared Engagement	Social Richness	Social Realism	Satisfaction from collaboration	Satisfaction from activity	Hyp. Envir. choice
REAL	Overall learning outcome	ρ					,253	,320		,025	,274	-,042
		p					,032	,006		,838	,020	,727
	Spatial Presence	ρ										
		p										
	Social Presence	ρ										
		p										
	Engagement	ρ										
		p										
	Shared Engagement	ρ	,253					,651		,406	,691	-,186
		p	,032					,000		,000	,000	,118
	Social Richness	ρ	,320				,651			,387	,640	-,169
		p	,006				,000			,001	,000	,155
VIRTUAL	Overall learning outcome	ρ		,120	,007	,158	,234	,038	,132	,174	,206	,175
		p		,297	,953	,168	,039	,740	,248	,129	,071	,125
	Spatial Presence	ρ	,120		,536	,580	,532	,385	,303	,171	,376	,114
		p	,297		,000	,000	,000	,000	,007	,135	,001	,319
	Social Presence	ρ	,007	,536		,599	,565	,426	,303	,269	,432	,262
		p	,953	,000		,000	,000	,000	,007	,017	,000	,021
	Engagement	ρ	,158	,580	,599		,926	,705	,456	,412	,667	,290
		p	,168	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,010
	Shared Engagement	ρ	,234	,532	,565	,926		,700	,525	,420	,744	,384
		p	,039	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,001
	Social Richness	ρ	,038	,385	,426	,705	,700		,491	,306	,651	,355
		p	,740	,000	,000	,000	,000		,000	,006	,000	,001
VIRTUAL	Social Realism	ρ	,132	,303	,303	,456	,525	,491		,228	,399	,153
		p	,248	,007	,007	,000	,000	,000		,045	,000	,182
	Satisfaction from collaboration	ρ	,174	,171	,269	,412	,420	,306	,228		,274	,262
		p	,129	,135	,017	,000	,000	,006	,045		,015	,020
	Satisfaction from activity	ρ	,206	,376	,432	,667	,744	,651	,399	,274		,470
		p	,071	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,015		,000
	Hypothetical environment choice	ρ	,175	,114	,262	,290	,384	,355	,153	,262	,470	
		p	,125	,319	,021	,010	,001	,001	,182	,020	,000	

Table 11 Classification and color code of correlation strength

<i>Correlation coefficient</i>	<i>Strength</i>	<i>Correlation coefficient</i>	<i>Strength</i>
,90 - 1,00	very strong positive	-,90 - 1,00	very strong negative
,70 - ,90	Strong positive	-,70 - ,90	Strong negative
,50 - ,70	Moderate positive	-,50 - ,70	Moderate negative
,30 - ,50	Weak positive	-,30 - ,50	Weak negative
,00 - ,30	Insignificant positive	,00 - ,30	Insignificant negative

The following conclusions can be drawn regarding correlations:

- The overall learning outcome:
 - is weakly positively correlated with social richness in the real environment.
 - is not practically correlated with any presence dimension in the virtual environment.
- The satisfaction from collaboration:
 - In real environment is weakly positively correlated with shared engagement, social richness and satisfaction from the activity. It is also weakly negatively correlated with hypothetical environment choice, i.e. those who were not satisfied with the collaboration in the real environment would prefer the virtual version.
 - In the virtual environment it is weakly positively correlated with engagement, shared engagement and social richness.
- The satisfaction from the activity:
 - In the real environment is moderately positively correlated with shared engagement and social richness and weakly positively correlated with satisfaction from collaboration.
 - In the virtual environment it is positively correlated with all presence dimensions (strongly with shared engagement, moderately with engagement and social richness, weakly with spatial presence, social presence and social realism. It is weakly positively correlated with hypothetical environment choice, i.e. those who were not satisfied from the collaboration in the virtual environment would prefer the real version.
- As expected, shared engagement is very strongly correlated with engagement.
- Engagement is strongly correlated with social richness implying that socially rich PBL activities tend to engage participants.

As an overall conclusion presence dimensions and satisfaction are positively correlated, but none of them is correlated to learning outcomes.

Quantitative analysis of comments

Participants had the option to write a free comment at the end of the questionnaire. Overall, 50 comments were collected from the 72 participants of group R and 49 comments were collected from the 78 participants of group V. These comments were carefully read by the researcher in order to find recurring remarks. The most frequent remarks were given a short label or code. These codes were classified as positive or negative.

Table 12 presents the frequencies of the positive and negative codes as percentage of the sum of all codes attributed to all comments. It also presents the frequencies of comments with at least one positive or negative code as percentage of the sum of all comments. Figure 12, Figure 13 illustrate these data as histograms.

Table 12 Positive and Negative Codes forr comments

Group	Code type	Codes		Comments	
		Valid		Valid	
		N	Percent	N	Percent
Real	Positive	88	88,0%	46	92,0%
	Negative	12	12,0%	10	20,0%
	All	100	100,0%	50	100,0%
Virtual	Positive	88	75,2%	45	91,8%
	Negative	29	24,8%	25	51,0%
	All	117	100,0%	49	100,0%

Figure 12 Frequencies of the positive and negative codes, as percentage of the sum of all codes

Figure 13 Frequencies of comments with at least one positive or negative code, as percentage of the sum of all comments.

92% of the comments of group R and 91.8% of the comments of group V, contained at least one positive code. This indicates that almost every participant that wrote a comment, made a positive remark in both groups. Nevertheless, 51% of the comments of Group V contain at least one negative code, in contrast to only 20% of the group R. This suggests that there were more than twice comments with at least one negative remark in the group V. This is rather expected, since the virtual environment of SL is a mediated environment that poses several limitations (in realism, non-verbal communication, quality of movement and sound) and control demands (avatar, camera, whiteboard) to its users.

88% of the codes in group R and 75.2% in group V were positive, while 12% in group R and 24.8% in group V were negative. This indicates that the majority of codes were positive in both groups, although the negative codes were twofold in group V.

Table 13 presents analytically the frequencies of all codes sorted descending by group R, as percentages of the sum of all codes and the sum of all comments.

Table 13 Positive and negative codes

Code	Real			Virtual		
	Codes*		Comments	Codes		Comments
	N	% (N/100)	% (N/50)	N	% (N/117)	% (N/49)
Practical application of theoretical knowledge	15	15.0%	30.0%	0	0%	0%
Overall satisfaction	12	12.0%	24.0%	20	17.1%	40.8%
Interesting activity	12	12.0%	24.0%	17	14.5%	34.7%
Positive presence of tutor	11	11.0%	22.0%	1	0.9%	2.0%
Positive educational environment design	10	10.0%	20.0%	6	5.1%	12.2%
Learning	8	8.0%	16.0%	1	0.9%	2.0%
Target fall	6	6.0%	12.0%	1	0.9%	2.0%

Satisfactory collaboration	5	5.0%	10.0%	7	6.0%	14.3%
Anxiety- awkwardness due to video recording	5	5.0%	10.0%	0	0%	0%
Wish for more similar activities	3	3.0%	6.0%	6	5.1%	12.2%
Difficult activity	3	3.0%	6.0%	1	0.9%	2.0%
Directness	2	2.0%	4.0%	0	0%	0%
Preference to real environment	2	2.0%	4.0%	3	2.6%	6.1%
Anxiety	2	2.0%	4.0%	1	0.9%	2.0%
Engagement	1	1.0%	2.0%	1	0.9%	2.0%
Unprecedented	1	1.0%	2.0%	5	4.3%	10.2%
Small room	1	1.0%	2.0%	4	3.4%	8.2%
Not satisfactory environment	1	1.0%	2.0%	0	0%	0%
Interactive environment	0	0%	0%	1	0.9%	2.0%
Realistic environment	0	0%	0%	3	2.6%	6.1%
Whiteboard usefulness	0	0%	0%	3	2.6%	6.1%
Voice chat usefulness	0	0%	0%	2	1.7%	4.1%
Preference to virtual environment	0	0%	0%	3	2.6%	6.1%
Object usability	0	0%	0%	1	0.9%	2.0%
SL potential for Laboratory activities	0	0%	0%	3	2.6%	6.1%
Social presence	0	0%	0%	2	1.7%	4.1%
Spatial presence	0	0%	0%	2	1.7%	4.1%
Not satisfactory voice chat	0	0%	0%	3	2.6%	6.1%
Difficulty in using rulers	0	0%	0%	4	3.4%	8.2%
Difficulty in using camera	0	0%	0%	5	4.3%	10.2%
Difficulty in using whiteboard	0	0%	0%	2	1.7%	4.1%
Need for more NVC	0	0%	0%	8	6.8%	16.3%
Discontentment -Headache	0	0%	0%	1	0.9%	2.0%
TOTAL	100	100.0%	200.0%	117	100.0%	238.8%

Positive codes

The most frequent positive code in group R (15%) was 'Practical application of theoretical knowledge'. Nevertheless, this code did not appear at all in the comments of group V. This implies that students in group V did not consider their experience as practical application of theoretical knowledge to the extent of those in Group R. In addition, although the code 'learning' appears with 8% frequency in group R, it only appears with 0.9% in group V. This is in accordance with the much lower frequency (0.9%) of 'Positive presence of tutor' code in group V compared to 11% in group R. Nevertheless, this result is not confirmed by the corresponding questionnaire items evaluating the presence of the tutor (Table 8) and the personal experience of the researcher. **These findings indicate that the virtual environment was experienced as less educational than the real one.** At first, this seems to reduce its learning affordance. Nevertheless, if the fact that the overall learning outcome was the same in both environments is taken in to account, it may suggest that participants of the virtual environment treat it more like an informal or implicit learning environment, i.e. an environment that learning takes place unconsciously (Eraut, 2000; Reber, 1996). This is in correspondence with the fact that the tutor is more 'invisible' in the virtual environment, and also the fact that the highest frequency code in group V is 'Overall satisfaction' (17.1%), which is only second in frequency in group R (12%). This may indicate that the participants in

group V were more satisfied from their experience, although this is not confirmed by the corresponding questionnaire item (Table 9).

The code “Interesting activity” had similar and relatively high frequency in both environments (R=12%, V=14,5%), confirming the results of the corresponding questionnaire item (Table 5, Shared engagement). Also the code “Satisfactory collaboration” had similar frequency in both environments (R=5%, V=6%), confirming the results of the corresponding questionnaire item (Table 8).

Negative codes

The most frequent negative code in group R (5%) was “Anxiety - awkwardness due to video recording”. Nevertheless, this code did not appear at all in the comments of group V, although screen and video capture was taking place there too. This implies that video recording is more stressful in the real environment. In addition the code “Anxiety” was more frequent in the real environment (R=2%, V=0,9%), implying that the conduction of the PBL activity is more stressful in the real world than in the virtual one. This maybe because real environment requires physical attendance and action from the participants, in contrast to the virtual environment which only requires mediated presence and allows for more isolated participation. On the other hand, the “Anxiety” code may be more frequent in group R because of their poorer background in science and mathematics, which was also suggested by the higher frequency of the code “Difficult activity” (R=3%, V=0.9%).

Quite interesting is the frequency of the negative code “Small room”, which was more prevalent in the virtual environment (3,4%), than the real one (1%). This implies the experience of spatial presence by the participants of the group V, but also the possible need for representation of virtual spaces in larger dimensions than the real ones, mainly because of the coarse control a user has over his avatar, in relation to the precise control of his body in the real world.

The more frequent negative code in group V (6.8%) was the “Need for more NVC”, which implies its importance for the participants. The next more frequent negative codes in group V were related to control and technical difficulties (camera, rulers, voice chat quality, whiteboard).

Speech analysis

Virtual environment sessions lasted approximately 11 minutes longer (around 30% more) than those in the real environment (R=36':56'' V=47':59''). In order to explain the longer duration of virtual environment sessions, the following hypotheses were made:

- H1: there is more speech in the virtual environment sessions
- H2: there is more silence in the virtual environment sessions

H1 is based on the assumption that participants need to communicate more in order to substitute for reduced NVC in the virtual environment (e.g. "yes, I see it" instead of a nod, or "the black box on the table" instead of a deictic gesture)(Kirk, et al., 2007). In addition they have to deal with audio chat glitches (e.g. "what did you say", "I didn't hear you") and control problems (e.g. "I cannot move the ruler", "how do I zoom in?").

H2 is based on the assumption that participants in the virtual environment need more time (silent periods) in order to perform the necessary control procedures (for avatar, camera, ruler, whiteboard).

In order to test the above hypotheses, a quantitative analysis of speech and silence periods was performed according to the following steps:

- two audio excerpts were extracted from each session's video recording: introduction and collaboration
- A noise reduction filter was applied to the audio excerpts (group V only)
- The audio volume was leveled in both groups
- The periods of speech were automatically marked
- The distributions of various speech and silence variables were calculated
- A comparison between groups was made in order to detect differences

The audio processing software used, was the Adobe Audition CS6.

Two audio excerpts were extracted from each session because each session consisted of two distinct phases: introduction and collaboration. The source and the nature of speech in these phases was quite different: in the introduction phase, the tutor was the main speaker and students were asking explanatory questions, while in collaboration phase students were the main speakers and tutor was occasionally providing help. The excerpts did not contain idle time from the beginning and ending of the recording, communication trials, or intermission periods due to network problems. The audio excerpts were saved in compressed ogg files (f=44100Hz, 16bit/sample, mono).

The noise in virtual sessions mainly came from keyboard or mouse clicks and communication noise. Thus, it was easy to be automatically filtered out using a proper noise print and the noise reduction function of the software. Nevertheless, the noise in the real sessions mainly came from ruler knockings during measurements and steps on the floor (because many participants were women wearing heeled shoes). This type of noise was not possible to be filtered out automatically, because it had similar frequency spectrum with speech. Manual noise removal was not feasible, so finally, no noise filtering was made in group R audio excerpts.

Because the recordings were made with different equipment in each environment, the audio levels were different: real environment audio levels were lower because there was only one microphone located on the table, quite far from each participant, while virtual environment audio levels were higher due to the fact that the microphone of each participant was on the headset, very near to his/her mouth. The audio levels were equalized in both environments using the 'Speech Volume Leveler' function of the software.

The marking of speech and silence periods was done automatically using the 'mark audio' function of the software with the following settings: threshold level=40db, minimum period=200ms. In order to test the reliability of the automatic marking, small sections (of around 5 minutes each) of the recordings

from both environments were manually marked by the researcher. It was found that the automatic procedure marked 7% more speech in the real environment and 2,8% more speech in the virtual environment. The beneficial influence of the noise reduction filter in the virtual environment was evident. The errors were considered acceptable for the speech analysis.

The results of the automatic marking were exported as XML files (adobe XMP) and then were imported into SPSS 19 for statistical processing. The distributions of following variables were computed for the introduction and collaboration phases:

- speech/silence total duration
- speech/silence percentage
- speech/silence period duration
- speech/silence periods number

Introduction phase results

Figure 14, Figure 15, Figure 16, Figure 17, illustrate the mean values of the variables for the introduction phase.

Figure 14 Mean speech & silence total duration during introduction

Figure 15 Mean speech & silence percentage during introduction

Figure 16 Mean speech & silence period duration during introduction

Figure 17 Mean speech & silence periods number during introduction

The following conclusions can be made for speech and silence in the introduction phase:

- The mean total duration of introduction is longer in the virtual environment mainly due to increased silence and less to due to increased speech.
- The mean total duration of speech is larger in virtual environment as absolute value, but smaller as percentage of the total duration of introduction.
- The speech periods are more and shorter in the virtual environment, but less and longer in the real environment.
- The silence periods are more and longer in the virtual environment, but less and shorter in the real environment.
- The longer total silence duration in the virtual environment is probably due to the necessary control procedures (for avatar, camera, rulers).
- The number of speech and silence periods is much larger in the virtual environment due to:
 - Lack of NVC that allows for speaker switching with overlapping speech: e.g. in real environment a participant could speak continuously while receiving nods from his partner, or could pass the floor with a gaze. These nonverbal signals that regulate conversation in real world must take verbal form in the virtual world (e.g. “yes”, “what do you think?”)
 - The need for silent control procedures that interrupt speech (for avatar, camera, rulers)

Collaboration phase results

Figure 18, Figure 19, Figure 20, Figure 21, illustrate the mean values of the variables for the collaboration phase.

Figure 18 Mean speech & silence total duration during collaboration

Figure 19 Mean speech & silence percentage during collaboration

Figure 20 Mean speech & silence period duration during collaboration

Figure 21 Mean speech & silence periods number during collaboration

The following conclusions can be made for speech and silence in the collaboration phase:

- The mean total duration of collaboration is longer in the virtual environment due to increased silence.
- The mean total duration of speech, both as absolute value and as percentage of the total duration of the collaboration, is shorter in the virtual environment.

- The speech periods are more and shorter in the virtual environment, but less and longer in the real environment. This effect is reduced in relation to introduction phase, due to the silent reflection periods needed during problem solving.
- The silence periods are more and longer in the virtual environment, but less and shorter in the real environment. This effect is reduced in relation to introduction phase, due to the silent reflection periods needed during problem solving.
- The longer total silence duration in the virtual environment is probably due to the necessary control procedures (for avatar, camera, rulers and whiteboard). This effect is reduced in relation to introduction phase, due to the silent reflection periods necessary during problem solving.
- The number of speech/silence periods is larger in the virtual environment due to:
 - Lack of NVC that allows for speaker switching with overlapping speech: e.g. in real environment a participant could speak continuously while receiving nods from his partner or could pass the floor with a gaze. These nonverbal signals that regulate conversation in real world must take verbal form in the virtual world (e.g. “yes”, “what do you think?”)
 - The need for silent control procedures that interrupt speech (for avatar, camera, rulers, whiteboard)

This effect is reduced in relation to introduction phase, due to the silent reflection periods necessary during problem solving.

Conclusions about speech and silence during the activity

Table 14 presents virtual to real ratios of speech and silence variables.

Table 14 Virtual/Real ratios of speech & silence variables

<i>Virtual/Real</i>	<i>Introduction</i>	<i>Collaboration</i>
<i>Mean total duration</i>	1.86	1.21
<i>Speech mean total duration</i>	1.37	0.87
<i>Silence mean total duration</i>	10.54	2.21
<i>Speech mean total duration / silence mean total duration</i>	0.13	0.39
<i>Speech mean percentage</i>	0.73	0.71
<i>Silence mean percentage</i>	5.63	1.90
<i>Speech mean period duration</i>	0.24	0.49
<i>Silence mean period duration</i>	1.93	1.49
<i>Mean number of periods</i>	5.44	1.61
<i>Mean SD of the speech periods</i>	0.22	0.40
<i>Mean SD of the silence periods</i>	3.52	2.07

The following conclusions can be made for virtual to real ratios of speech and silence variables:

- The mean duration of the phases is longer in the virtual environment. The effect is more prominent in the introduction phase.
- The mean speech/silence ratio is smaller in the virtual environment. The effect is more prominent in the introduction phase.

- The mean speech total duration in the virtual environment is longer during introduction and shorter during collaboration.
- The mean silence total duration is longer in the virtual environment. The effect is more prominent in the introduction phase.
- The mean speech period duration is shorter in the virtual environment. The effect is more prominent in the introduction phase.
- The mean silence period duration is longer in the virtual environment. The effect is more prominent in the introduction phase.
- The mean number of periods of speech and silence is larger in the virtual environment. The effect is more prominent in the introduction phase.
- The mean SD of the speech periods is smaller in the virtual environment, suggesting that the speech periods tend to be more uniform in the virtual environment. The effect is more prominent in the introduction phase.
- The mean SD of the silence periods is larger in the virtual environment, suggesting that the silence periods tend to be more varied in the virtual environment possibly due to the necessary control procedures. The effect is more prominent in the introduction phase.

The following overall conclusions can be made for speech and silence:

- Although virtual environment sessions last longer, **the mean total speech duration is approximately the same** (slightly longer in introduction, slightly shorter in collaboration). Nevertheless, if it is taken into account, that some of the speech in virtual environment deals with reduced NVC and technical problems (audio chat, control procedures), then **we conclude that the useful speech (related to the activity) is shorter in the virtual environment.**
- The mean total silence duration is longer and the speech/silence ratio is smaller in the virtual environment. This is due to the necessary control procedures (for avatar, camera, rulers, whiteboard)
- The virtual environment seems to 'impose' a more fragmented pattern of speech (more frequent speaker switching, shorter speech periods and longer silence periods). This pattern can be attributed to the need for control procedures and the reduced NVC.

The above findings are in accordance with studies comparing speech patterns between face to face and mediated (audio/video) conversation. During a mediated conversation, NVC and especially gaze, are substantially reduced. Gaze regulates the flow of conversation, provides feedback from the listener and communicates emotions (Argyle & Cook, 1976; Kendon, 1967; Sellen, 1992). It has been found that there are more and longer pauses during dyadic conversations when visual cues are reduced (Argyle, et al., 1968). In face to face conversations speaker switching usually happens quicker with simultaneous speech, while in mediated conversations speaker switching involves longer pauses (Sellen, 1992). Simultaneous speech, which is more common in face to face conversations, may indicate a problem in floor control or maybe interactivity and spontaneity. The pauses, which are more common in mediated conversations, may indicate reluctance to attempt to take the floor of the conversation. Face to face meetings are thus considered less polite and orderly but more interactive (K. M. Cohen, 1982), while

mediated conversations are perceived to be less spontaneous, more formal and more socially distant (Rutter, 1987).

Regarding the initial hypotheses, the conclusion is that H1 is not valid (there is not more speech in virtual environment), while H2 is valid (there is more silence in the virtual environment).

6.6. Conclusions of study 2

Overall Learning Outcome

The virtual environment has the same measurable overall learning outcome with the real environment. This result is supported by other studies comparing MUVES with real life equivalents (Beltrán Sierra, et al., 2012; S. Cobb, et al., 2009; Dalgarno, et al., 2009; Hickey, et al., 2009; Ketelhut, et al., 2010; Sutcliffe & Alrayes, 2012), **but this study is the first one to prove it for a laboratory PBL activity in higher education.** Dalgarno (2009) suggested that the virtual chemistry laboratory can be an effective tool to help university students develop their familiarity with the laboratory environment prior to their laboratory sessions. Ketelhut, et al (2010) showed that River City MUVE can teach middle-school students standards-based biological content infused with complex inquiry skills as well or better than good traditional approaches do. Hickey, et al (2009) showed that the learning outcomes of Quest Atlantis MUVE on ecological sciences, were similar to those obtained by students using a conventional text based curriculum in primary education. S. Cobb, et al (2009) found no difference in learning outcomes of a biotechnology experiment in SL and real life demonstration. Beltrán Sierra, et al. (2012) did not find learning outcomes differences when they taught a university course in electronics partially in SL. Sutcliffe & Alrayes (2012) found no performance differences in a survival prioritization problem posed face to face and SL.

Nevertheless, there are indications in this study that learning in the virtual environment is not as concrete as in the real one. One indication is the fact that although the background of group V participants was better (higher pre-test score), there was no difference in the overall learning outcome. This implies that real environment is more efficient, since Group R participants achieved the same learning outcome despite their lower pretest scores. Nevertheless, the ANCOVA adjusting for the pre-test (covariate) did not confirm this assumption for the overall learning outcome, but only for post-test. Another indication is the existence of positive correlation between the pre-test and the overall learning outcome, only for group V. This implies that the learning outcome in the real environment is independent of previous knowledge and thus more robust and concrete.

Finally, according to the quantitative analysis of the participant's comments, the virtual environment was considered less educational (less remarks on learning, practical application of theoretical knowledge, tutor presence), but more pleasurable. Given that the overall learning outcome was the same in both environments, this might imply that virtual environment is considered more an informal or implicit learning environment, where learning takes place unconsciously (Eraut, 2000; Reber, 1996) and more pleasantly.

Overall learning outcomes were not found to be correlated with presence. Maybe this is due to the collaborative nature of the PBL activity which is mostly based on effective communication and thus social presence. Because social dimensions of presence in this study were high and did not have large variability, a correlation with the learning outcome could not be established. Studies that have found positive correlations with presence are related to learning content that mostly depends on effective spatial representation, like electromagnetism (Salzman, et al., 1999) or frog anatomy (Lee, et al., 2010)

Presence

In the virtual environment spatial presence were moderate, while social dimensions were high. Lower scores of spatial presence are related to the desktop VR nature of SL and higher scores of social dimensions of presence are related to the social nature of MUVES and the collaborative nature of the PBL activity.

Shared engagement and social richness were high in both environments. Social richness was higher in the real environment, since the real environment is more direct, alive and interactive than the virtual one which is only a simulation. Shared engagement was roughly the same indicating that both environments are equally capable in engaging students in a PBL activity.

Social presence dimensions were correlated with the satisfaction from the activity, but not with the learning outcome. This is in accordance with literature findings that support that social presence is positively correlated with student satisfaction in CSCL activities (Beltrán Sierra, et al., 2012; Bulu, 2012; S. C. Cobb, 2009; Gunawardena & Zittle, 1997; Hostetter & Busch, 2006; Richardson & Swan, 2003; Sutcliffe & Alrayes, 2012).

The high levels of social presence induced in MUVES could eliminate the perceived isolation that students face when using platforms made for simulation or remote access of laboratory equipment that do not take in to consideration the social context of interaction and collaboration among students and teachers in traditional hands-on laboratories. (Feisel & Rosa, 2005; Vargas, et al., 2011)

Usability

Usability was high in both environments according to questionnaire answers. Nevertheless, the increased activity duration and silence percentage in the virtual environment reveals the burden of control procedures in the mediated environment of SL. This is also confirmed by remarks in the comments regarding control difficulties in the virtual environment.

The increased duration of activities that take place in virtual environments has been noted in other comparative studies. Feisel & Rosa (2005) found that although the mean time to complete simulated laboratory exercises is about the same with real ones, its standard deviation is significantly higher. Sutcliffe & Alrayes (2012) compared collaborative solving of a survival prioritization problem in SL with a face to face control condition. They found that the activity duration in SL was more than double, but it must be noted that only text chat was used for communication. Most of their participants preferred face-to-face interaction over Second Life, citing natural communication as the main reason, followed by easy and rapid of interaction (Sutcliffe & Alrayes, 2012).

Another interesting finding of the current study is the participant's wish for more NVC avatar capabilities which was evident both in questionnaire answers and comments.

As a conclusion, although control procedures elongate the duration of the activity in SL, it can be a usable platform for PBL activities that nevertheless needs to be enriched with more NVC avatar capabilities that facilitate communication.

Collaboration

Satisfaction from collaboration was high in both environments. Nevertheless, it seems that the virtual environment seems to 'impose' a more fragmented pattern of verbal communication (more frequent speaker switching, shorter speech periods and longer silence periods, less overall speech). This pattern can be attributed to the need for control procedures and the reduced NVC (Argyle & Cook, 1976; Kendon, 1967; Sellen, 1992).

Satisfaction

Satisfaction from the activity was high in both environments. This was evident both in questionnaire answers and comments. It indicates that PBL activities engage and motivate students regardless of the implementation environment.

Satisfaction from the activity was positively correlated with presence dimensions and especially engagement and social richness. This finding is in accordance with the literature that supports that social presence is positively correlated with student satisfaction in CSCL activities (Bulu, 2012; S. C. Cobb, 2009; Gunawardena & Zittle, 1997; Hostetter & Busch, 2006; Richardson & Swan, 2003).

Although satisfaction was high in both environments, there were indications that the virtual environment was more pleasurable. This is supported by other studies. Beltrán Sierra, et al. (2012) found that using SL increments motivation toward electronic related subjects, and promotes participation and investigation, due to the fact that this tool makes learning possible in a funnier, more interactive and deeper way than if it had been taught in a master class. Sutcliffe & Alrayes (2012) think that students' response to virtual worlds seems promising in terms of increasing motivation and engagement in learning, since the user experience is stimulating and different.

Finally, there is indication that the real environment can be more stressful than the virtual one. This is an advantage of MUVes that has been also pointed out by M. W. Bell, Smith-Robbins, & Withnail (2010): "Arguably, experimentation in a virtual world can occur without the constraints of "real world" consequences and stresses which aids in creating that state of relaxed alertness while sitting in front of a computer and flying through the virtual world".

Despite the increased pleasurable nature of the virtual environment, participants more explicitly preferred the real environment. This is of course rather expected since the real environment provides more tangible experiences and direct communication. Many researchers support this view. Sutcliffe & Alrayes (2012) suggest that MUVes like SL should rather complement real-life experiences, than being an effective substitute for them. Torres, et al. (2006) state that "although an increasing number of students happily accept a virtual laboratory that offers them a flexible timetable for their experiments, the majority prefers to have a real laboratory at the university where they can work together with their classmates; they also consider teacher support to be essential. In other words, students consider the virtual laboratory to be a valuable complement to the teacher and traditional teaching, but not as substitute for them". Vargas, et al. (2011) found that although most of the students were satisfied with the remote lab but only half of them thought that it was better than traditional methods. The dissatisfaction rates were low and the main source of it was the inability to work directly with the actual equipment. In order to solve this problem they propose "blended learning;" that is, to first carry out face-to-face classes where students can interact and experiment in situ with the real plant, and, afterwards, to allow them access to the experimental environment to remotely complete their practical exercises (Vargas, et al., 2011). This blended learning technique is proposed conversely by other researchers, i.e. first to familiarize in the virtual laboratory in order to be better prepared for the real one. (S. Cobb, et al., 2009; Dalgarno, et al., 2009).

6.7. Limitations of study 2

The main limitations of study 2 were:

- The quasi experimental nature of it because of the non-random group distribution which was evident in pre-test results.
- The fact that the sample was comprised mostly by women. This is because the study was carried out in a department of primary education.

7. Overall conclusions and future research

This study showed that MUVES like SL can provide a complementary or even an alternative environment for higher education laboratory PBL activities, with similar learning outcomes, engagement, usability and satisfaction with the real one.

The assets of MUVES (low cost, safety, availability) could permit the wide use of PBL activities in higher education with all of its advantages: engagement, critical thinking, collaborative skills, situated cognition, transfer of knowledge.

Future research in the following subjects could maximize the educational efficiency of MUVES:

- The integration of face and body tracking technologies that are currently becoming widely available (e.g. through the use of webcams or sensors like Microsoft Kinect). These technologies could allow important interpersonal NVC signals (Wigham & Chanier, 2012) that are currently filtered out (Verhulsdonck & Ford Morie, 2009), to pass through and enrich collaboration in MUVES. They could also make time consuming control procedures easier, with natural interaction procedures (Wigdor & Wixon, 2011) i.e. camera movement with hand gestures or writing to the whiteboard with free air finger tracking.
- The development and use of Autonomous Embodied Pedagogical Agents that would provide personalized help during the PBL activities. These agents could take different forms and roles (peer or teacher) and offer cognitive and emotional support to learners through verbal and non verbal modes (Hayashi, 2012). The development of such agents is not easy and demands interdisciplinary research in cognition, artificial intelligence, and computer graphics. Nevertheless, their use could maximize the availability and effectiveness of those PBL activities that are dependent on the presence of a tutor.

8. References

- Annetta, L. A., Foltz, E., & Klesath, M. (2010). *V-Learning: Distance Education in the 21st Century Through 3D Virtual Learning Environments*: Springer.
- Argyle, M. (1975). *Bodily Communication*: Methuen.
- Argyle, M., & Cook, M. (1976). *Gaze and Mutual Gaze*: Cambridge University Press.
- Argyle, M., Lalljee, M., & Cook, M. (1968). The Effects of Visibility on Interaction in a Dyad. *Human Relations*, 21, 3-17.
- Aydogan, H., Aras, F., & Karakas, E. (2010, 22-24 June 2010). *An assessment on distance education in a 3D virtual environment: How to produce electricity in a hydroelectric power plant*. Paper presented at the 2nd International Conference on Education Technology and Computer (ICETC).
- Bainbridge, W. S. (2007). The Scientific Research Potential of Virtual Worlds. *Science*, 317(5837), 472-476.
- Barab, S. A., Sadler, T. D., Heiselt, C., Hickey, D., & Zuiker, S. (2006). Relating Narrative, Inquiry, and Inscriptions: Supporting Consequential Play. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 59-82.
- Barrows, H. S., & Kelson, A. M. (1993). *Problem-Based Learning: A Total Approach to Education*. Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine.
- Bell, M. W. (2008). Toward a Definition of "Virtual Worlds". *Journal of Virtual Worlds Research*, 1(1).
- Bell, M. W., Smith-Robbins, S., & Withnail, G. (2010). This is Not a Game – Social Virtual Worlds, Fun, and Learning. In A. Peachey (Ed.), *Researching Learning in Virtual Worlds*: Springer-Verlag.
- Beltrán Sierra, L. M., Gutiérrez, R. S., & Garzón-Castro, C. L. (2012). Second Life as a support element for learning electronic related subjects: A real case. *Computers & Education*, 58(1), 291-302.
- Benford, S., Greenhalgh, C., Rodden, T., & Pycck, J. (2001). Collaborative Virtual Environments. *Communications of the ACM*, 44(7), 79-85. Retrieved from <http://www.mrl.nott.ac.uk/~sdb/research/downloadable%20papers/cves-overview.pdf>
- Biocca, F. (1997). The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2).
- Biocca, F., & Harms, C. (2002). Defining and measuring social presence: Contribution to the Networked Minds Theory and Measure. *Proceedings of the Fifth Annual International Workshop PRESENCE 2002*, 7-36.
- Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J. K. (2003). Toward a More Robust Theory and Measure of Social Presence: Review and Suggested Criteria. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 456-480.
- Bulu, S. T. (2012). Place presence, social presence, co-presence, and satisfaction in virtual worlds. *Computers & Education*, 58(1), 154-161.
- Bystrom, K.-E., Barfield, W., & Hendrix, C. (1999). A Conceptual Model of the Sense of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(2), 241-244.
- Callaghan, M., McCusker, K., Losada, J. L., Harkin, J., & Wilson, S. (2009). Engineering Education Island: Teaching Engineering in Virtual Worlds. *ITALICS, Innovation in Teaching And Learning in Information and Computer Sciences*, 8(3).
- Chen, C. J. (2006). The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment. *Australasian Journal of Educational Technology*, 22(1), 39-63.
- Cobb, S., Heaney, R., & Henderson-Begg, S. (2009). The Learning Gains and Student Perceptions of a Second Life Virtual Lab. *Bioscience Education*, 13(5). Retrieved from <http://www.bioscience.heacademy.ac.uk/journal/vol13/beej-13-5.aspx>

- Cobb, S. C. (2009). Social presence and online learning: a current view from a research perspective. *Journal of Interactive Online Learning*, 8(3), 241–254.
- Cohen, K. M. (1982). Speaker interaction: Video teleconferences versus face-to-face meetings. *Proceedings of Teleconferencing and Electronic Communications*, 189-199.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*: Routledge.
- Cree, V. E., & Macaulay, C. (2000). *Transfer of learning in professional and vocational education*: Routledge.
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W., & Bedgood, D. R. (2009). Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance Education chemistry students. *Computers & Education*, 53(3), 853-865.
- 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 Freitas, S., & Veletsianos, G. (2010). Editorial: Crossing boundaries: Learning and teaching in virtual worlds. *British Journal of Educational Technology*, 41(1).
- De Lucia, A., Francese, R., Passero, I., & Tortora, G. (2009). Development and evaluation of a virtual campus on Second Life: The case of SecondDMI. *Computers & Education*, 52(1), 220-233.
- Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Dede, C., Nelson, B., Ketelhut, D. J., Clarke, J., & Bowman, C. (2004). *Design-based research strategies for studying situated learning in a multi-user virtual environment*. Paper presented at the Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences.
- Dickey, M. D. (2005a). Brave new (interactive) worlds: A review of the design affordances and constraints of two 3D virtual worlds as interactive learning environments. *Interactive Learning Environments*, 13(1-2), 121-137.
- Duncan, I., Miller, A., & Jiang, S. (2012). A taxonomy of virtual worlds usage in education. *British Journal of Educational Technology*, Early View (Online Version of Record published before inclusion in an issue).
- Eraut, M. (2000). Non-formal learning and tacit knowledge in professional work. *British Journal of Educational Psychology*, 70(1), 113-136.
- Esteves, M., Fonseca, B., Morgado, L., & Martins, P. (2011). Improving teaching and learning of computer programming through the use of the Second Life virtual world. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), 624-637.
- Fayolle, J., Gravier, C., & Jailly, B. (2010). *Collaborative remote laboratory in virtual world*. Paper presented at the Proceedings of the 10th WSEAS international conference on applied informatics and communications, and 3rd WSEAS international conference on Biomedical electronics and biomedical informatics.
- Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education*, 94, 121--130.
- Fiedler, M., & Haruvy, E. (2009). The lab versus the virtual lab and virtual field—An experimental investigation of trust games with communication. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 72(2), 716-724.
- Fung, Y. Y. H. (2004). Collaborative online learning: interaction patterns and limiting factors. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 19(2), 135-149.
- Garrison, D. R. (1990). An analysis and evaluation of audio teleconferencing to facilitate education at a distance. *American Journal of Distance Education*, 4(3), 13-24.
- Garrison, D. R., & Anderson, T. (2003). *E-Learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice*. New York: RoutledgeFalmer.
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*: Palgrave Macmillan.
- Gee, J. P. (2005). Learning by Design: good video games as learning machines. *E-Learning*, 2(1), 5-16.

- Gillet, D., Latchman, H., Salzmann, C., & Crisalle, O. (2001). Hands-on laboratory experiments in flexible and distance learning. *Journal of Engineering Education*, 90(2), 187-191.
- Gunawardena, C. N., & Zittle, F. J. (1997). Social presence as a predictor of satisfaction within a computer-mediated conferencing environment. *American Journal of Distance Education*, 11(3), 8-26.
- Hayashi, Y. (2012). On Pedagogical Effects of Learner-Support Agents in Collaborative Interaction Intelligent Tutoring Systems. In S. Cerri, W. Clancey, G. Papadourakis & K. Panourgia (Eds.), (Vol. 7315, pp. 22-32): Springer Berlin / Heidelberg.
- Heeter, C. (1992). Being There: The Subjective Experience of Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(2), 262-271. Retrieved from <http://commtechlab.msu.edu/randd/research/beingthere.html>
- 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.
- Hickey, D., Ingram-Goble, A., & Jameson, E. (2009). Designing Assessments and Assessing Designs in Virtual Educational Environments. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 187-208.
- Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences*: Houghton Mifflin.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Holmberg, B. (1995). *Theory and practice of distance education*: Routledge.
- Holmes, J. (2007). Designing agents to support learning by explaining. *Computers & Education*, 48(4), 523-547.
- Hostetter, C., & Busch, M. (2006). Measuring up online: the relationship between social presence and student learning satisfaction. *Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 6(2), 1-12.
- Howell, S. L., Williams, P. B., & Lindsay, N. K. (2003). Thirty-two Trends Affecting Distance Education: An Informed Foundation for Strategic Planning. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 6(3).
- IJsselstein, W. A., Ridder, H., Freeman, J., & Avons, S. E. (2000). Presence: Concept, determinants and measurement. *SPIE*, 3959, 520-529. Retrieved from http://www.ijsselstein.nl/papers/SPIE_HVEI_2000.pdf
- Jarmon, L., Traphagan, T., Mayrath, M., & Trivedi, A. (2009). Virtual world teaching, experiential learning, and assessment: An interdisciplinary communication course in Second Life. *Computers & Education*, 53(1), 169-182.
- John, O. P., Robins, R. W., & Pervin, L. A. (2008). *Handbook of personality: theory and research*: Guilford Press.
- Jonassen, D. H. (1994). Thinking Technology: Toward a Constructivist Design Model. *Educational Technology*, 34(4), 34-37.
- Jonassen, D. H., Peck, K. L., & Wilson, B. G. (1999). *Learning with technology: a constructivist perspective*: Merrill.
- Kendon, A. (1967). Some functions of gaze-direction in social interaction. *Acta Psychol (Amst)*, 26(1), 22-63.
- Ketelhut, D. J., Nelson, B. C., Clarke, J., & Dede, C. (2010). A multi-user virtual environment for building and assessing higher order inquiry skills in science. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 56-68.
- Kirk, D., Rodden, T., & Fraser, D. S. (2007). *Turn it this way: grounding collaborative action with remote gestures*. Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

- Lave, J., & Wenger, E. (2006). *Situated learning: legitimate peripheral participation*: Cambridge Univ. Press.
- Lee, E. A.-L., & Wong, K. (2008). A Review of Using Virtual Reality for Learning Transactions on Edutainment I. In Z. Pan, A. Cheok, W. Müller & A. El Rhalibi (Eds.), (Vol. 5080, pp. 231-241): Springer Berlin / Heidelberg.
- Lee, E. A.-L., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 55(4), 1424-1442.
- LindenLab. (2011). Second Life Education: The Virtual Learning Advantage: Linden Lab.
- Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the Heart of It All: The Concept of Presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2). Retrieved from <http://jcmc.indiana.edu/vol3/issue2/lombard.html>
- Lombard, M., & Ditton, T. (2000). *Measuring Presence: A literature-based approach to the development of a standardized paper-and-pencil instrument*. Paper presented at the Presence 2000: The Third International Workshop on Presence.
- Lombard, M., Ditton, T. B., & Weinstein, L. (2009). Measuring (tele)presence: The Temple Presence Inventory. *Twelfth International Workshop on Presence*. Retrieved from http://www.temple.edu/ispr/prev_conferences/proceedings/2009/Lombard_et_al.pdf
- Macías-Díaz, A. (2008). *Survey of e-business module (MN5553)*: School of Management report, St Andrews University, St Andrews, Scotland.
- Moulder, S. (2004). *Fun with a purpose*. Paper presented at the Serious games summit.
- Nguyen-Ngoc, A. (2007). Activity Theoretical Analysis and Design Model for Web-Based Experimentation. In J. Jacko (Ed.), *Human-Computer Interaction. Interaction Design and Usability* (Vol. 4550, pp. 204-213): Springer Berlin Heidelberg.
- O'Connor, C., Sceiford, E., Wang, G., Foucar-Szocki, D., & Griffin, O. (2003). Departure, Abandonment, and Dropout of E-learning: Dilemma and Solutions. Retrieved from http://independent.academia.edu/TJTaylor/Papers/1396490/Departure_Abandonment_and_Dropout_-_Dilemma_Solutions_-_James_Madison_University_2003
- Papachristos, N. M., Vrellis, I., Natsis, A., & Mikropoulos, T. A. (2013). The role of environment design in an educational Multi-User Virtual Environment. *British Journal of Educational Technology*, n/a-n/a.
- PBL@UD. (2012). Problem-Based Learning at University of Delaware. Retrieved from <http://www.udel.edu/inst/why-pbl.html>
- Pérez-García, M. (2009). MUVEnation: A European peer-to-peer learning programme for teacher training in the use of MUVes in education. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 561-567.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). Transfer of Learning, *International Encyclopedia of Education* (Second ed.). Oxford, England: Pergamon Press.
- Petrakou, A. (2010). Interacting through avatars: Virtual worlds as a context for online education. *Computers & Education*, 54(4), 1020-1027.
- Petty, G. (2004). *Teaching today: a practical guide*: Nelson Thornes.
- Picciano, A. (2002). Beyond student perceptions: Issues of interaction, presence, and performance in an online course. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 6(1), 21-40. Retrieved from http://sloanconsortium.org/sites/default/files/v6n1_picciano_1.pdf
- Reber, A. S. (1996). *Implicit Learning and Tacit Knowledge: An Essay on the Cognitive Unconscious*: Oxford University Press, Incorporated.
- Richardson, J. C., & Swan, K. (2003). Examining social presence in online courses in relation to students' perceived learning and satisfaction. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 7(1).

- Rogers, L. (2011). Developing simulations in multi-user virtual environments to enhance healthcare education. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), 608-615.
- Rourke, L., Anderson, T., Garrison, D. R., & Archer, W. (1999). Assessing Social Presence In Asynchronous Text-based Computer Conferencing. *Journal of Distance Education*, 14(2), 50-71. Retrieved from <http://www.jofde.ca/index.php/jde/article/view/153/341>
- Russell, D., Davies, M., & Totten, I. (2008, 17-19 Nov. 2008). *GEOWORLDS: Utilizing Second Life to Develop Advanced Geosciences Knowledge*. Paper presented at the Digital Games and Intelligent Toys Based Education, 2008 Second IEEE International Conference on.
- Rutter, D. R. (1987). *Communicating by telephone*: Pergamon Press.
- Saba, F. (2004). Strategies to Succeed in Distance Learning. Retrieved from <http://distance-educator.com/strategies-to-succeed-in-distance-learning/>
- Salmon, G. (2009). The future for (second) life and learning. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 526-538.
- Salmon, G., & Hawkrigde, D. (2009). Editorial: Out of this world. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 401-413.
- Salzman, M. C., Dede, C., Loftin, R. B., & Chen, J. (1999). A Model for Understanding How Virtual Reality Aids Complex Conceptual Learning. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(3), 293-316.
- Salzmann, C., Saucy, P., Gillet, D., & Mondada, F. (1999). Sharing of Unique or Expensive Equipment for Research and Education.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351-371.
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266-281.
- Schunk, D. H. (2004). *Learning theories: an educational perspective*: Pearson/Merrill/Prentice Hall.
- Schutte, J. G. (1997). Virtual Teaching in Higher Education: The New Intellectual Superhighway or Just Another Traffic Jam? Retrieved from <http://www.csun.edu/sociology/virexp.htm>
- Sellen, A. J. (1992). *Speech patterns in video-mediated conversations*.
- Slater, M., Usoh, M., & Steed, A. (1994). Depth of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 3, 130-144.
- Sturgeon, T., Allison, C., & Miller, A. (2009, 18-21 Oct. 2009). *Exploring 802.11: real learning in a virtual world*. Paper presented at the Frontiers in Education Conference, 2009. FIE '09. 39th IEEE.
- Sutcliffe, A., & Alrayes, A. (2012). Investigating user experience in Second Life for collaborative learning. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70(7), 508-525.
- Svajger, J., & Valencic, V. (2003). Discovering electricity by computer-based experiments. *Education, IEEE Transactions on*, 46(4), 502-507.
- Swan, K. (2002). Immediacy, social presence, and asynchronous discussion. In J. R. Bourne & J. C. Moore (Eds.), *Elements of Quality Online Education: Learning Effectiveness, Cost Effectiveness, Access, Faculty Satisfaction, Student Satisfaction* (Vol. 3). Needham, MA: Sloan Consortium.
- Thomas, L. D., & Mead, P. (2008, 22-25 Oct. 2008). *Work in progress - implementation of Second Life in electromagnetic theory course*. Paper presented at the Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual.
- Torres, F., Candelas, F., Puente, S., Pomares, J., Gil, P., & Ortiz, F. (2006). Experiences with Virtual Environment and Remote Laboratory for Teaching and Learning Robotics at the University of Alicante. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 766-776.
- Traphagan, T. W., Chiang, Y.-h. V., Chang, H. M., Wattanawaha, B., Lee, H., Mayrath, M. C., et al. (2010). Cognitive, social and teaching presence in a virtual world and a text chat. *Computers & Education*, 55(3), 923-936.

- Tu, C.-H., & Mclsaac, M. (2002). The Relationship of Social Presence and Interaction in Online Classes. *American Journal of Distance Education*, 16(3), 131-150.
- Vargas, H., Jose Sanchez, M., Jara, C. A., Candelas, F. A., Torres, F., & Dormido, S. (2011). A Network of Automatic Control Web-Based Laboratories. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4, 197-208.
- Verhulsdonck, G., & Ford Morie, J. (2009). Virtual Chironomia: Developing Non-verbal Communication Standards in Virtual Worlds. *Journal of Virtual Worlds Research*, 2(3), 3-10.
- Vrellis, I., Papachristos, N. M., Bellou, J., Avouris, N., & Mikropoulos, T. A. (2010, 5-7 July 2010). *Designing a Collaborative Learning Activity in Second Life - An Exploratory Study in Physics*. Paper presented at the Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010 IEEE 10th International Conference on.
- Vrellis, I., Papachristos, N. M., Natsis, A., & Mikropoulos, T. A. (2012). Presence in a Collaborative Science Learning Activity in Second Life. In A. Jimoyiannis (Ed.), *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 241-251). New York: Springer.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* (M. Cole, Trans.): Harvard University Press.
- Wankel, C., & Kingsley, J. (2009). *Higher Education in Virtual Worlds: Teaching and Learning in Second Life*: Emerald Group Pub.
- Wegerif, R. (1998). The social dimension of asynchronous learning networks. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 2(1). Retrieved from http://sloanconsortium.org/sites/default/files/v2n1_wegerif_1.pdf
- Wigdor, D., & Wixon, D. (2011). *Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture*: Elsevier Science.
- Wigham, C. R., & Chanier, T. (2012). A study of verbal and nonverbal communication in Second Life. Retrieved from <http://edutice.archives-ouvertes.fr/docs/00/67/41/38/PDF/recall-wigham-chanier-edutice120227.pdf>
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240.
- Woolfolk, A. E. (2006). *Educational Psychology*: Pearson College Division.
- Κωλέτσου, Ε., Βρέλλης, Ι., & Μικρόπουλος, Τ. (2012). *Τα εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών ως ψηφιακές τάξεις*. Paper presented at the 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση".