

Διεθνής
Ηλεκτρονική Περιοδική Έκδοση

Θεωρία και Έρευνα στις Επιστήμες της Αγωγής

Τεύχος 23

Οκτώβριος 2017
Έκδοση: Ελεύθερο Πανεπιστήμιο Πολιτών
ISSN: 2407-9669
Πάτρα



Θεματικός τόμος

Καινοτομία στην Εκπαίδευση

Περιεχόμενα

- Από τον σημερινό μαθητή στον αυριανό ενεργό και σκεπτόμενο πολίτη** 7
Ταστάνη Ελπινίκη Χ.
- Τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα και άτυπη μάθηση. Προς ένα μοντέλο ερμηνείας των μαθησιακών αποτελεσμάτων** 32
Φωκίδης Εμμανουήλ
- Βιωματική μάθηση της ιστοπαθολογίας μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας εξ αποστάσεως Hiron** 49
Μπελεζίνη Ευσταθία-Θωμοπούλου Γεωργία Ελένη-Αγρογιάννης Γεώργιος-Πατσούρης Ευστράτιος-Λάζαρης Ανδρέας
- Θεωρητική αναπροσαρμογή της μετάφρασης ως επιστήμης στο σύγχρονο σχολικό μάθημα ξένων γλωσσών: Προσεγγιστικοί συλλογισμοί και προτάσεις με βάση την προϋπόθεση ανάπτυξης διαμεσολαβητικών δεξιοτήτων** 67
Νεράντζης Δαμιανός

Φωκίδης Εμμανουήλ

Τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα και άτυπη μάθηση. Προς ένα μοντέλο ερμηνείας των μαθησιακών αποτελεσμάτων

Περίληψη

Η μελέτη εξετάζει τους παράγοντες που διαμορφώνουν τα μαθησιακά αποτελέσματα σε τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα άτυπης μάθησης. Η χρησιμότητα, η ευκολία χρήσης, η παρουσία, η παροχή κινήτρων, η πιστότητα της αναπαράστασης, η ευχαρίστηση, καθώς και τα αποτελέσματα από διαγνωστικό τεστ γνώσεων, χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία ενός ερμηνευτικού μοντέλου. Δεδομένα συλλέχθηκαν με τη χρήση ερωτηματολογίου από 246 συμμετέχοντες αμέσως μετά την περιήγησή τους σε ένα εικονικό περιβάλλον. Η ανάλυσή τους έδειξε ότι 11 από τα 22 ερευνητικά ερωτήματα μπορούσαν να υποστηριχθούν. Ένα 66% της μεταβλητότητας των μαθησιακών αποτελεσμάτων εξηγήθηκε από τους παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν, με την πιστότητα της αναπαράστασης να ασκεί την ισχυρότερη επιρροή. Ο ίδιος παράγοντας άσκησε σημαντική επιρροή στην παρουσία αλλά και στην ευχαρίστηση που νιώθει κάποιος όταν χρησιμοποιεί ένα εικονικό περιβάλλον. Η εργασία ολοκληρώνεται με την ανάλυση της σημασίας των ευρημάτων.

Λέξεις κλειδιά: άτυπη μάθηση, δομικά μοντέλα εξισώσεων, κίνητρα, παρουσία, τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα

3D virtual environments and informal learning. Toward the development of a model for explaining the learning outcomes

Abstract

The study is an attempt to explain the factors that influence the learning outcomes when using 3D virtual environments in informal learning settings. Perceived usefulness, perceived ease of use, presence, motivation, the realism of the application, enjoyment, as well as the results of a short test were used so as to develop an explanatory model. Self-reported data was gathered from 246 participants using a questionnaire that was completed after finishing their visit to a virtual environment that was available to them. Out of the 22 initial research hypotheses, 11 were supported by the data. Overall, 66% of the variance in the learning outcomes was explained, while the applications' realism was the most influential factor. In addition, this factor appeared to have a strong influence in presence as well as in the enjoyment when using a virtual environment. The findings' implications are also discussed.

Keywords: 3D virtual environments, informal learning, motivation, presence, structural equation modeling

1. Εισαγωγή

Η άτυπη μάθηση μπορεί να οριστεί ως η διαδικασία με την οποία τα άτομα μαθαίνουν, αποκτούν στάσεις και δεξιότητες, σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους, από τις καθημερινές τους εμπειρίες και από τις επιδράσεις του περιβάλλοντος¹. Συνεπώς, αντίθετα με την τυπική μάθηση, δεν έχει συγκεκριμένη διάρθρωση, μαθησιακούς στόχους, χρονική διάρκεια και διδακτική υποστήριξη. Έτσι, δύσκολα μπορεί να τεθεί κάτω από ένα συγκεκριμένο πλαίσιο² και γι' αυτό άλλωστε δεν υπάρχει πιστοποίηση των γνώσεων που αποκτώνται. Ένα από τα πιο διαχρονικά παραδείγματα άτυπης μάθησης είναι τα μουσεία, που εξ' ορισμού είναι χώροι σκόπιμα σχεδιασμένοι έτσι ώστε να διευκολύνουν την ελεύθερη επιλογή στο τι θα μάθει κάποιος³. Η μάθηση σε αυτά είναι σποραδική και καθοδηγούμενη από τον ενδιαφερόμενο, χαρακτηριστικά που είναι σε ευθεία αντίθεση με την αυστηρά δομημένη διαδικασία μάθησης σε μία τάξη⁴.

1 Jeffs, T., & Smith M. (1990). Educating informal educators. In T. Jeffs & M. Smith (Eds.), *Using informal education*. Buckingham: Open University Press, p. 104.

2 Wenger, E. and Snyder, W. (2000). Communities of practice: The organizational frontier. *Harvard Business Review*, 78(1), p. 141.

3 National Research Council. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: National Academies, p. 185.

4 Honey, M. A., & Hilton, M. (2011). *Learning science through computer games and simulations*. Washington, DC: National Academies, pp 164-165.

Τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα (ΕΠ) είναι μία από τις τεχνολογίες που τα τελευταία χρόνια συγκεντρώνουν το ενδιαφέρον των ερευνητών σχετικά με τα μαθησιακά τους αποτελέσματα. Υπάρχουν διάφορες μορφές ΕΠ ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιείται, αλλά στην παρούσα εργασία το ενδιαφέρον επικεντρώνεται σε αυτά που δεν χρειάζονται ιδιαίτερο εξοπλισμό και, ως εκ τούτου, μπορούν να εκτελεστούν στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές που διαθέτει η μεγάλη πλειοψηφία των χρηστών. Μελέτες έχουν δείξει ότι οι τα ΕΠ επιτυγχάνουν ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα, παρέχουν θετικές μαθησιακές εμπειρίες, όπως διασκέδαση, ευκολία κατανόησης του διδακτικού αντικειμένου, ικανοποίηση, εμπράγματα εμπειρίες και τέλος τη δυνατότητα ομαδικής εργασίας⁵. Η προσαρμοστικότητά τους σε διαφορετικά εκπαιδευτικά σενάρια και διδακτικές μεθόδους, τα καθιστά ένα ενδιαφέρον εργαλείο και της άτυπης μάθησης, αν και στο πεδίο αυτό υπάρχουν σημαντικά λιγότερες έρευνες⁶.

Όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως εγείρουν ερευνητικά ερωτήματα σχετικά με την άτυπη μάθηση σε συνδυασμό με τα ΕΠ. Ίσως το πιο ενδιαφέρον από αυτά είναι οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων σε τέτοια περιβάλλοντα. Ως εκ τούτου, και όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια, η παρούσα εργασία: (α) κατασκεύασε ένα πρώτο ερμηνευτικό μοντέλο των παραγόντων που επηρεάζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα σε τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα άτυπης μάθησης και (β) διερεύνησε τις μεταξύ τους σχέσεις.

2. Βιβλιογραφική επισκόπηση και δημιουργία ενός πρώτου ερμηνευτικού μοντέλου

Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, διαπιστώθηκε ότι ο ρεαλισμός των ΕΠ, η πιστότητα της τρισδιάστατης αναπαράστασης, έτσι όπως τουλάχιστο τη θεωρεί το κάθε άτομο ξεχωριστά, παίζει σημαντικό ρόλο στην εμπειρία του σε ένα ΕΠ και, κατ' επέκταση, στα μαθησιακά αποτελέσματα⁷. Έτσι, στο προτεινόμενο μοντέλο συμπεριλήφθηκε ως παράμετρος η υποκειμενική αντίληψη της πιστότητας της αναπαράστασης του ΕΠ (ΥΠΑ). Η υποκειμενική ευκολία χρήσης (ΥΕΧ) είναι ακόμα μία παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη, μιας και έχει βρεθεί ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην εμπειρία που έχει κάποιος όταν χρησιμοποιεί εργαλεία της Πληροφορικής και, κατ' επέκταση, των μαθησιακών αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη χρήση τους⁸.

5 Harrington, M. C. (2012). The virtual trillium trail and the empirical effects of freedom and fidelity on discovery-based learning. *Virtual Reality*, 16(2), p. 116.

6 Bonis, B., Stamos, J., Vosinakis, S., Andreou, I., & Panayiotopoulos, T. (2009). A platform for virtual museums with personalized content. *Multimedia tools and applications*, 42(2), p. 153.

7 Dalgarno, B., Hedberg, J., & Harper, B. (2002). *The contribution of 3D environments to conceptual understanding*. Paper presented at the ASCILITE 2002, Auckland, New Zealand, p. 446.

8 Dalgarno, B., Hedberg, J., & Harper, B. (2002). *The contribution of 3D environments to conceptual*

Η υποκειμενική χρησιμότητα (ΥΧ) ορίζεται ως ο βαθμός που ο χρήστης θεωρεί ότι η υπό εξέταση τεχνολογία θα του επιτρέψει να επιτύχει πιο εύκολα και αποτελεσματικά τους στόχους του από το εάν χρησιμοποιούσε κάποια άλλη μέθοδο⁹. Μάλιστα, ως παράμετρος επηρεάζεται σημαντικά από την ΥΕΧ, αλλά και επηρεάζει την πορεία της μαθησιακής διαδικασίας¹⁰. Συνεπώς θα πρέπει να περιληφθεί στο προτεινόμενο μοντέλο.

Οι σύγχρονες γνωστικές θεωρίες δεν θεωρούν τα κίνητρα για μάθηση ως ένα στατικό γνώρισμα, αλλά ως εγγενώς ευμετάβλητα και ευαίσθητα στον τρόπο που παρουσιάζεται το περιεχόμενο¹¹. Ερευνητές θεωρούν ότι τα χαρακτηριστικά των ΕΠ, όπως η τρισδιάστατη παρουσίαση, η αλληλεπίδραση και ο αυξημένος έλεγχος στο τι επιλέγει ο χρήστης να δει, κατ' ουσία δηλαδή στοιχεία που συγκροτούν την ΥΠΑ και την ΥΕΧ, μπορεί να επηρεάσουν τα κίνητρα¹² και δικαιολογούν τη συμπερίληψη της παροχής κινήτρων (ΠΚ) ως ενός ακόμα παράγοντα στο μοντέλο.

Ο παράγοντας διασκέδαση σε ένα ΕΠ, θα μπορούσε να οριστεί ως ο βαθμός στον οποίο ο χρήστης θεωρεί ότι η χρήση του είναι μία ευχάριστη εμπειρία¹³. Ένας μεγάλος αριθμός από μελέτες έδειξαν ότι οι θετικές εμπειρίες, όπως η ευχαρίστηση, συμβάλλουν στην απόκτηση γνώσεων¹⁴. Ως εκ τούτου, η υποκειμενική ευχαρίστηση (ΥΕ) περιλήφθηκε στο προτεινόμενο μοντέλο.

Ο τελευταίος παράγοντας που συμπεριλήφθηκε είναι ίσως ο πιο καλά μελετημένος και αφορά την έννοια της παρουσίας, την αίσθηση που έχει κάποιος σε ένα ΕΠ ότι βρίσκεται παρών εκεί και όχι στον πραγματικό κόσμο. Μελέτες επισημαίνουν ότι ως παράγοντας εξαρτάται από την πιστότητα της αναπαράστασης, τις αλληλεπιδράσεις με τα αντικείμενα και από τον έλεγχο του χρήστη επάνω στην εφαρμογή¹⁵, δηλαδή από παράγοντες που ήδη έχουν περιληφθεί στο προτεινόμενο μοντέλο. Επίσης, έχει βρεθεί ότι επηρεάζει σημαντικά τα μαθησιακά αποτελέσματα¹⁶.

Το προτεινόμενο ερμηνευτικό μοντέλο (Εικόνα 1), ενσωματώνει όλες τις πιθανές σχέσεις μεταξύ των παραγόντων που συμπεριλήφθηκαν στο μοντέλο.

understanding. Paper presented at the ASCILITE 2002, Auckland, New Zealand, p. 448.

9 Hong, S. J., & Tam, K. Y. (2006). Understanding the adoption of multipurpose information appliances: The case of mobile data services. *Information Systems Research*, 17(2), pp. 176-177.

10 Teo, T. (2011). Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test. *Computers & Education*, 57(4), p. 2438.

11 Linnenbrink, E. A., & Pintrich, P. R. (2002). Motivation as an enabler for academic success. *School Psychology Review*, 31(3), p. 314.

12 McLellan, H. (2004). Virtual Realities. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*. Mahwah, NJ: Erlbaum Associates, pp. 246-247.

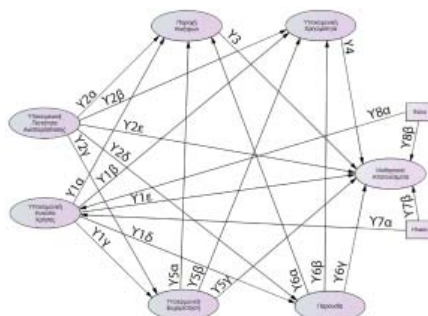
13 Ducoffe, R. H. (1996). Advertising value and advertising on the web. *Journal of Advertising Research*, 36(5), p. 27.

14 Harrington, M. C. (2012). The virtual trillium trail and the empirical effects of freedom and fidelity on discovery-based learning. *Virtual Reality*, 16(2), p. 115.

15 Dalgarno, B., Hedberg, J., & Harper, B. (2002). *The contribution of 3D environments to conceptual understanding*. Paper presented at the ASCILITE 2002, Auckland, New Zealand, p 448.

16 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), p. 1431.

Εικόνα 1. Το προτεινόμενο ερμηνευτικό μοντέλο



Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας αντικατοπτρίζουν ακριβώς αυτές τις συσχετίσεις:

- Y1α, β, γ, δ και ε: Η YEX επηρεάζει σημαντικά και θετικά την ΠΚ, την YX, την YE, την Π και τα μαθησιακά αποτελέσματα (MA).
- Y2α, β, γ, δ και ε: Η ΥΠΑ επηρεάζει σημαντικά και θετικά την ΠΚ, την YX, την YE, την Π και τα MA.
- Y3: Η ΠΚ επηρεάζει σημαντικά και θετικά τα MA.
- Y4: Η YX επηρεάζει σημαντικά και θετικά τα MA.
- Y5α, β, και γ: Η YE επηρεάζει σημαντικά και θετικά την ΠΚ, την YX και τα MA.
- Y6α, β, και γ: Η Π επηρεάζει σημαντικά και θετικά την ΠΚ, την YX και τα MA.

Τέλος, επειδή θεωρήθηκε ότι το φύλο και η ηλικία μπορεί να παίζουν κάποιο ρόλο στα μαθησιακά αποτελέσματα, αλλά και στην YEX, ενσωματώθηκαν οι εξής σχέσεις με τις αντίστοιχες ερευνητικές υποθέσεις:

- Y7α και β: Η ηλικία επηρεάζει σημαντικά την YEX και τα MA.
- Y8α και β: Το φύλο επηρεάζει σημαντικά την YEX και τα MA.

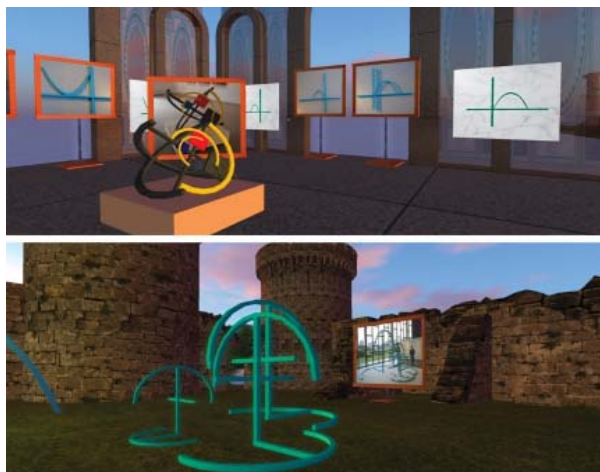
3. Μεθοδολογία έρευνας

Σε πρώτη φάση επιλέχθηκε και τροποποιήθηκε ένα ΕΠ που είχε κατασκευαστεί στο παρελθόν που θεωρήθηκε ότι μπορεί να κινησει το ενδιαφέρον των χρηστών. Αυτό αφορούσε την παρουσίαση του έργου της διακεκριμένης γλύπτριας Ναυσικάς Πάστρα, που έργα της έχουν κατά καιρούς εκτεθεί σε μεγάλες γκαλερί του εξωτερικού. Το γνωστικό υλικό και τα εκθέματα ήταν τοποθετημένα σε 5 χώρους-κτίρια (Εικόνα 2). Η εφαρμογή κατασκευάστηκε με το Opensimulator (<http://opensimulator.org>) και φιλοξενείται στον διακομιστή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Το σκεπτικό ήταν οι ενδιαφερόμενοι να συνδεθούν στο ΕΠ, να περιηγηθούν σε αυτό για όσο χρόνο ήθελαν και να “μελετήσουν” όσα στοιχεία

ήθελαν. Με το τέλος της περιήγησής τους, θα συμπλήρωναν, σε εθελοντική βάση, ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο αναπτύσσεται στη συνέχεια, μόνο εφόσον είχαν επισκεφτεί και τους 5 χώρους.

Εικόνα 2. Στιγμιότυπα από την εφαρμογή για τη γλόπτρια Ναυσικά Πάστρα



Για τη συλλογή δεδομένων δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο που αποτελούταν από τρεις ομάδες ερωτήσεων. Η πρώτη ομάδα αφορούσε δημογραφικά στοιχεία όπως φύλο, ηλικία, ώρες ενασχόλησης με τον υπολογιστή, κ.ά. Η δεύτερη ομάδα περιείχε 21 ερωτήσεις που αφορούσαν τους παράγοντες που συμπεριλήφθηκαν στο μοντέλο. Συγκεκριμένα, 4 ερωτήσεις αφορούσαν την YX και 4 την YEX. Οι ερωτήσεις αυτές προέρχονταν από κλίμακα Computer Attitude Scale που αναπτύχθηκε από τον Selwyn¹⁷. Αναφορικά με την παρουσία (Π), χρησιμοποιήθηκαν οι 3 ερωτήσεις από το αντίστοιχο ερωτηματολόγιο των Novak, Hoffman και Yung¹⁸. Για τη μέτρηση της YE χρησιμοποιήθηκαν 4 στοιχεία από το Intrinsic Motivation Inventory, ένα πολυδιάστατο εργαλείο μέτρησης της υποκειμενικής ευχαρίστησης που σχετίζεται με μία δοσμένη δραστηριότητα¹⁹. Για τη μέτρηση της ΥΠΑ περιλήφθηκαν οι 3 αντίστοιχες ερωτήσεις από το ερωτηματολόγιο μέτρησης της παρουσίας των Witmer και Singer²⁰, το ίδιο και οι 3 ερωτήσεις που αφορούσαν την ΠΚ. Καθότι οι ερωτήσεις

17 Selwyn, N. (1997). Students' attitudes toward computers: Validation of a computer attitude scale for 16-19 education. *Computers & Education*, 28, p. 39.

18 Novak, T. P., Hoffman, D. L., & Yung, Y.-F. (2000). Measuring the customer experience in online environments: A structural modeling approach. *Marketing Science*, 19(1), p. 31.

19 Tamborini, R., Bowman, N. D., Eden, A., Grizzard, M., & Organ, A. (2010). Defining media enjoyment as the satisfaction of intrinsic needs. *Journal of Communication*, 60(4), p. 79.

20 Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3), pp. 226-227.

προέρχονταν από αντίστοιχα ερωτηματολόγια στα αγγλικά, αυτές μεταφράστηκαν στα ελληνικά και η εγκυρότητα της διατύπωσης ελέγχθηκε από πέντε ειδικούς στο χώρο της Πληροφορικής και της Ψυχολογίας. Οι απαντήσεις μπορούσαν να δοθούν σε πενταβάθμια κλίμακα (1 = διαφωνώ απόλυτα έως 5 = συμφωνώ απόλυτα). Οι ερωτήσεις αυτής της ομάδας παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

Τέλος, η τρίτη ομάδα των ερωτήσεων συγκροτούσε ένα σύντομο τεστ γνώσεων (15 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής) για να εξεταστεί το τι αποκόμισαν οι συμμετέχοντες σε μαθησιακό επίπεδο. Πρέπει να επισημανθεί ότι οι ερωτήσεις σε αυτό το τεστ αποτέλεσαν αντικείμενο ιδιαίτερου προβληματισμού. Εφόσον η έρευνα αφορούσε την άτυπη μάθηση, δεν ήταν δεδομένο ότι οι επισκέπτες των ΕΠ θα επιδίωκαν να μάθουν κάτι με συστηματικό τρόπο. Ως εκ τούτου, έγιναν οι παρακάτω παραδοχές και ενέργειες:

- Οι επισκέπτες δεν γνώριζαν εκ των προτέρων το αντικείμενο του ΕΠ. Έτσι, αν τους κινούσε το ενδιαφέρον θεωρήθηκε ότι θα συνέχιζαν την περιήγησή τους σε αυτό. Σε αντίθετη περίπτωση είτε θα αποσυνδέονταν είτε δεν θα συμπλήρωναν το ερωτηματολόγιο.
- Ένας από τους λόγους για τους οποίους επιλέχθηκε το ΕΠ για τη γλύπτρια Ναυσικά Πάστρα ήταν το γεγονός ότι δύσκολα κάποιος θα ήξερε στοιχεία για το έργο της, γιατί δεν ήταν ιδιαίτερα γνωστή στο ευρύ κοινό της Ελλάδας.
- Σε κάθε χώρο με εκθέματα τοποθετήθηκε μία "σύνοψη" με τα κυριότερα στοιχεία για τα εκθέματα που περιλάμβανε ο χώρος αυτός, με τη μορφή εναλλασσόμενων εικόνων. Επίσης, σε καίρια σημεία είχαν τοποθετηθεί αυτοματοποιημένοι χαρακτήρες (non playable characters) που, ως "ξεναγοί", πληροφορούσαν τον επισκέπτη τόσο με κείμενο όσο και ηχητικά.
- Καταβλήθηκε κάθε δυνατή προσπάθεια ώστε το αξιολογητικό τεστ να έχει ερωτήσεις κλιμακούμενης δυσκολίας και να υπάρχει ισορροπία μεταξύ εύκολων και δύσκολων ερωτήσεων.

Το ερωτηματολόγιο ήταν διαθέσιμο διαδικτυακά, όλες οι ερωτήσεις του ήταν υποχρεωτικό να απαντηθούν, μπορούσε να συμπληρωθεί μόνο μία φορά και μετά την υποβολή του δεν μπορούσαν να γίνουν αλλαγές. Μία ανοιχτή πρόσκληση για συμμετοχή στην έρευνα αναρτήθηκε στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης σε επαναλαμβανόμενα χρονικά διαστήματα και για όσο διάστημα αυτή διήρκεσε. Η πρόσκληση περιλάμβανε την περιγραφή του σκοπού της έρευνας, οδηγίες για τη σύνδεση στους εικονικούς κόσμους και τονίζονταν ότι η συμμετοχή είναι εθελοντική. Το ερωτηματολόγιο παρέμεινε διαθέσιμο για 8 μήνες και συμπληρώθηκε συνολικά από 258 άτομα.

4. Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Από την ανάλυση των δεδομένων εξαιρέθηκαν ερωτηματολόγια που ήταν χωρίς διακύμανση στις απαντήσεις τους. Ο τελικός αριθμός των έγκυρων ερωτηματολογίων

ήταν 246. Οι συμμετέχοντες ήταν στην πλειοψηφία τους γυναίκες ($N = 141, 57,3\%$) και η μέση ηλικία ήταν τα 23 έτη ($SD = 1,03$). Αναφορικά με τα αποτελέσματα στο 3^ο μέρος του ερωτηματολογίου (αξιολογητικό τεστ), το επίπεδο των σωστών απαντήσεων κυμάνθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα ($M = 9,24, SD = 2,42$).

Στα δεδομένα πραγματοποιήθηκε Επιβεβαιωτική Ανάλυση Παραγόντων (Confirmatory factor analysis) χρησιμοποιώντας το AMOS 23 (Πίνακας 1). Οι τιμές του R^2 για όλα τα στοιχεία ήταν πάνω από 0,50, που θεωρείται ικανοποιητικό²¹. Όλοι οι δείκτες καταλληλότητας του προτεινόμενου μοντέλου ήταν ικανοποιητικοί [$\chi^2/df = 1,42, SRMR = 0,046, TLI = 0,96, NFI = 0,92, RMSEA = 0,049, CFI = 0,96$]²². Η συγκλίνουσα εγκυρότητα (convergent validity) αποτιμήθηκε ως ικανοποιητική μιας και η Μέση Εξαγόμενη Διασπορά-Average Variance Extracted ήταν μεγαλύτερη του 0,50 (Πίνακας 1) και εφόσον όλες οι μεταβλητές ήταν στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο 0,001, όπως προτείνουν οι Hair, Black, Babin και Anderson²³. Η διακριτή αξιοπιστία του δείγματος (discriminant validity) αξιολογήθηκε επίσης ως ικανοποιητική εφόσον η διακύμανση που μοιραζόταν ένας παράγοντας με τις μεταβλητές του ήταν μεγαλύτερη από τη διακύμανση που μοιραζόταν αυτός ο παράγοντας με τους άλλους παράγοντες (Πίνακας 2)²⁴. Συνεπώς, το ερευνητικό εργαλείο είχε ικανοποιητική εγκυρότητα και αξιοπιστία.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα της Επιβεβαιωτικής Ανάλυσης Παραγόντων

Στοιχείο	SE	t-value	R2	MEA
YX1	0,81	15,32	0,63	0,68
YX2	0,85	18,27	0,71	
YX3	0,79	15,36	0,70	
YX4	0,75	-	0,58	
YEX1	0,74	16,17	0,57	0,62
YEX2	0,74	17,59	0,57	
YEX3	0,83	-	0,66	
YEX4	0,81	17,19	0,69	
Π1	0,79	14,36	0,64	0,59
Π2	0,84	-	0,71	
Π3	0,83	16,64	0,70	
YE1	0,72	12,89	0,53	0,62

21 Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate data analysis* (Vol. 6). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, p. 289.

22 Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginner' guide to structural equation modeling* (3rd ed.). New York: Routledge, p. 290.

23 Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis: International version* (7th Ed). New Jersey: Pearson, pp. 259-261.

24 Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis: International version* (7th Ed). New Jersey: Pearson, pp. 269-270.

YE2	0,76	-	0,73	
YE3	0,81	17,22	0,64	
YE4	0,75	16,51	0,58	
ΥΠΑ1	0,73	-	0,63	0,58
ΥΠΑ2	0,74	12,49	0,59	
ΥΠΑ3	0,72	13,24	0,58	
ΠΚ1	0,76	-	0,54	0,61
ΠΚ2	0,84	16,84	0,70	
ΠΚ3	0,82	17,08	0,69	
MA	0,95	-	0,92	0,91

Σημειώσεις, - Η τιμή ορίστηκε σε 1,00 για τις ανάγκες προσδιορισμού του μοντέλου, SE: standardized estimate, ΜΕΔ: Μέση Εξαγόμενη Διασπορά-Average Variance Extracted, MA: μαθησιακά αποτελέσματα

Πίνακας 2. Διακρίνουσα εγκυρότητα

Παράγοντας	ΚΑ	ΜΕΔ	ΥΧ	ΥΕΧ	Π	ΥΕ	ΥΠΑ	ΠΚ	ΜΑ
ΥΧ	0,91	0,68	(0,82)						
ΥΕΧ	0,89	0,62	0,68	(0,79)					
Π	0,92	0,59	0,59	0,63	(0,77)				
ΥΕ	0,90	0,62	0,62	0,57	0,65	(0,79)			
ΥΠΑ	0,92	0,58	0,74	0,62	0,59	0,68	(0,76)		
ΠΚ	0,88	0,61	0,69	0,64	0,61	0,67	0,62	(0,78)	
ΜΑ	0,98	0,91	0,54	0,63	0,58	0,67	0,60	0,62	(0,95)

Σημειώσεις. ΚΑ: Κρίσιμη αναλογία (critical ratio). ΜΕΔ: Μέση εξαγόμενη διασπορά. Διαγώνια στις παρενθέσεις η τετραγωνική ρίζα της ΜΕΔ. Κάθετα εκτός παρενθέσεων οι συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων.

Για τη διερεύνηση των σύνθετων σχέσεων μεταξύ των παραγόντων του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν Δομικά Μοντέλα Εξισώσεων (Structural Equation Modeling) κάνοντας χρήση του AMOS 23. Όλες οι σχέσεις μεταξύ των παραγόντων έγιναν προαιρετικές, δημιουργώντας έτσι μία ιεραρχία μοντέλων που αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το Specification Search Facility στο AMOS 23. Με βάση τα αποτελέσματα, το μοντέλο με τον μικρότερο δείκτη BCC_0 ($BCC_0 = 0,000$) επιλέχθηκε ως το καταλληλότερο, όπως προτείνουν οι Burnham και Anderson²⁵. Στο μοντέλο αυτό οι μη στατιστικά σημαντικές σχέσεις είχαν παραλειφθεί και το μοντέλο επανελέγχθηκε για την καταλληλότητά του. Οι δείκτες καταλληλότητας παρουσίασαν ασήμαντες διαφοροποιήσεις [$\chi^2 (158, N = 246) = 352,19, p < 0,001, \chi^2/df = 1,39, SRMR = 0,045, TLI = 0,96, NFI = 0,93, RMSEA = 0,048, CFI = 0,96$] και έτσι διαμορφώθηκε το τελικό ερμηνευτικό μοντέλο (Πίνακας 3, Εικόνα 3).

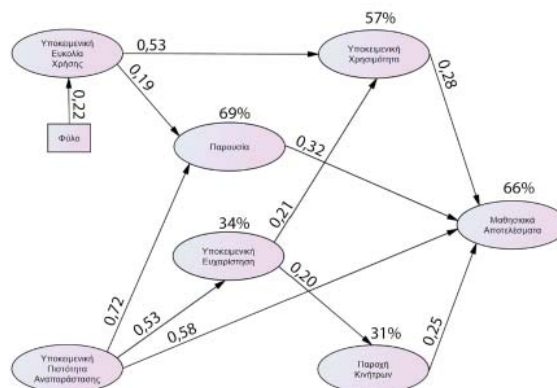
25 Burnham, K. P. & Anderson, D. R. (1998). *Model selection and inference: A practical information-theoretic approach*. New York: Springer-Verlag, p. 169.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα ελέγχου των υποθέσεων

Υπόθεση	Διαδρομή	Συντελεστής διαδρομής (β)	t- value	p
Y1β	YEX → YX	0,53	7,88	< 0,001
Y1δ	YEX → Π	0,19	3,24	< 0,001
Y2γ	YΠΑ → YE	0,53	7,86	< 0,001
Y2δ	YΠΑ → Π	0,72	14,26	< 0,001
Y2ε	YΠΑ → ΜΑ	0,58	8,01	< 0,001
Y3	ΠΚ → ΜΑ	0,25	4,02	< 0,001
Y4	YX → ΜΑ	0,28	4,09	< 0,001
Y5α	YE → ΠΚ	0,20	3,84	< 0,001
Y5β	YE → YX	0,21	3,85	< 0,001
Y6γ	Π → ΜΑ	0,32	3,65	< 0,001
Y8α	Φ → YEX	0,22	3,92	0,02

Σημείωση: Οι μη στατιστικά σημαντικές διαδρομές παραλείφθηκαν

Εικόνα 3. Το τελικό ερμηνευτικό μοντέλο



5. Ερμηνευτική ανάλυση

Ένα μοντέλο θεωρείται ότι έχει ικανοποιητική ερμηνευτική ισχύ όταν επιδεικνύει υψηλά R^2 και στατιστικά σημαντικά αλλά και ουσιώδη διαρθρωτικά μονοπάτια (κοντά στο 0,20 και ιδανικά παραπάνω από 0,30)²⁶. Από τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι κάτι τέτοιο ισχυε σε όλες τις περιπτώσεις εκτός της διαδρομής μεταξύ της υποκειμενικής ευκολίας χρήσης και της παρουσίας ($\beta = 0,19$). Εφόσον όμως η συγκεκριμένη διαδρομή ήταν πολύ κοντά στο αποδεκτό όριο και ταυτόχρονα στατιστικά σημαντική, διατηρήθηκε στο τελικό μοντέλο.

26 Chin, W. W. (1988). Issues and opinion on structural equation modeling. *MIS Quarterly*, 22, p. 10.

Συνολικά, 11 από τις 22 ερευνητικές υποθέσεις υποστηρίζονται από τα δεδομένα και ένα πολύ ικανοποιητικό ποσοστό της διακύμανσης στα μαθησιακά αποτελέσματα ($R^2 = 0,66$, 66%) μπορεί να ερμηνευτεί. Έτσι, ένα πρώτο και ουσιαστικό συμπέρασμα είναι ότι το προτεινόμενο μοντέλο έχει πολύ ικανοποιητική ισχύ στην ερμηνεία των μαθησιακών αποτελεσμάτων των εικονικών περιβαλλόντων σε συνθήκες άτυπης μάθησης με βάση τους παράγοντες που θεωρήθηκε ότι τα επηρεάζουν. Μία δεύτερη παρατήρηση αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα του ΕΠ. Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, ήταν ικανοποιητικά ($M = 9,24$, $SD = 2,42$). Φαίνεται λοιπόν ότι τα ΕΠ είναι σε θέση να δώσουν καλά αποτελέσματα σε συνθήκες άτυπης μάθησης, κάτι που βρίσκεται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες^{27 28}.

Αναλύοντας τους παράγοντες που διαμόρφωσαν τα μαθησιακά αποτελέσματα, παρατηρείται ότι αυτά επηρεάζονται ισχυρά από τον ρεαλισμό των εφαρμογών ΕΠ ($\beta = 0,58$) και αυτό συμβαίνει είτε σε συνθήκες τυπικής είτε σε συνθήκες άτυπης μάθησης, όπως επισημαίνεται από τους Dalgarno και Lee²⁹. Φαίνεται όμως ότι είναι και αποτέλεσμα της αύξησης των κινήτρων για μάθηση ($\beta = 0,25$), της αύξησης της υποκειμενικής αντίληψης για τη χρησιμότητα των ΕΠ ($\beta = 0,28$), αλλά και του έντονου συναισθήματος της παρουσίας σε αυτά ($\beta = 0,32$). Επιβεβαιώνονται έτσι προηγούμενες έρευνες που επισήμαναν τη σημασία της υποκειμενικής χρησιμότητας³⁰ και της παρουσίας³¹.

Η υποκειμενική χρησιμότητα των ΕΠ φάνηκε να επηρεάζεται σημαντικά από την υποκειμενική ευκολία χρήσης τους ($\beta = 0,53$) και λιγότερο από την ευχαρίστηση που νιώθει κάποιος όταν τα χρησιμοποιεί ($\beta = 0,21$). Η άμεση και σημαντική επιρροή της ευκολίας χρήσης πάνω στη χρησιμότητα ενός τεχνολογικού εργαλείου έχει επισημανθεί και στο παρελθόν^{32 33}. Το νέο στοιχείο που προκύπτει και διαφοροποιεί τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας σε σχέση με προηγούμενες, είναι ότι βρέθηκε να υπάρχει σχέση μεταξύ του παράγοντα της ευχαρίστησης από τη χρήση τόσο με τον παράγοντα της αύξησης των κινήτρων για μάθηση ($\beta = 0,20$), όσο και με την υποκειμενική χρησιμότητα των ΕΠ ($\beta = 0,21$). Παρότι σε άλλες έρευνες έχει διαπιστωθεί ότι επιδρά άμεσα

27 Bonis, B., Stamos, J., Vosinakis, S., Andreou, I., & Panayiotopoulos, T. (2009). A platform for virtual museums with personalized content. *Multimedia tools and applications*, 42(2), p. 141.

28 Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), p. 23.

29 Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), p. 25.

30 Teo, T. (2011). Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test. *Computers & Education*, 57(4), pp. 2438-2439.

31 McLellan, H. (2004). Virtual Realities. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*. Mahwah, NJ: Erlbaum Associates, p. 210.

32 Hong, S. J., & Tam, K. Y. (2006). Understanding the adoption of multipurpose information appliances: The case of mobile data services. *Information Systems Research*, 17(2), p. 171.

33 Teo, T. (2011). Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test. *Computers & Education*, 57(4), p. 2440.

στα μαθησιακά αποτελέσματα³⁴, κάτι τέτοιο δεν επαληθεύεται στην παρούσα έρευνα, μιας και απουσιάζει εντελώς το συγκεκριμένο διαρθρωτικό μονοπάτι. Επίσης, έχει βρεθεί ότι ασκεί επιρροή στην πρόθεση χρήσης ΕΠ, αλλά όχι στην υποκειμενική χρησιμότητα³⁵. Διαφορές στο εργαλείο μέτρησης αυτών των παραγόντων, στην ομάδα-στόχο και στο είδος του ΕΠ ίσως να οδήγησαν σε αυτές τις διαφοροποιήσεις. Συνεπώς, ως παράγοντας χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Η παρουσία, δηλαδή το συναίσθημα ότι το ΕΠ είναι “πραγματικό”, αναμενόταν να είναι κεντρικό στοιχείο του προτεινόμενου μοντέλου, εφόσον κάτι τέτοιο προτείνεται από ένα αξιοσημείωτο πλήθος ερευνών³⁶. Από τα αποτελέσματα όμως δεν φαίνεται να επαληθεύεται αυτή η υπόθεση. Ασκει αρκετή επίδραση στα μαθησιακά αποτελέσματα ($\beta = 0,32$), αλλά όχι σε κάποιον άλλον παράγοντα του μοντέλου. Η ερμηνεία αυτού του γεγονότος βρίσκεται στο είδος του ΕΠ που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία. Αναφέρθηκε στην εισαγωγή ότι αξιοποιήθηκε μία εφαρμογή που μπορεί να εκτελεστεί σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές που διαθέτει η μεγάλη πλειοψηφία των χρηστών και πως δεν απαιτείται κανένας άλλος εξειδικευμένος εξοπλισμός (για παράδειγμα ειδικά γυαλιά τρισδιάστατης απεικόνισης). Ως εκ τούτου, το ΕΠ εντασσόταν σε αυτό που ονομάζεται Επιτραπέζια Εικονική Πραγματικότητα, όπου για χάρη της δυνατότητας να τη χρησιμοποιεί πλήθος ατόμων, θυσιάζεται το στοιχείο της παρουσίας, που ενισχύεται όταν χρησιμοποιούνται εξειδικευμένες -και δαπανηρές- συσκευές³⁷.

Αντίθετα, ο σημαντικότερος παράγοντας στο μοντέλο φάνηκε να είναι η πιστότητα της αναπαράστασης του ΕΠ, δηλαδή ο ρεαλισμός. Επιδρά ισχυρότατα στην παρουσία ($\beta = 0,72$), κάτι που είναι απόλυτα λογικό και αναμενόμενο³⁸ και στην ευχαρίστηση ($\beta = 0,53$), κάτι επίσης λογικό. Επιδρά όμως ισχυρά και απευθείας στα μαθησιακά αποτελέσματα ($\beta = 0,58$) και μάλιστα ισχυρότερα από τους άλλους παράγοντες. Φαίνεται λοιπόν ότι αρκεί ο ρεαλισμός της εφαρμογής για να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τα μαθησιακά αποτελέσματα. Η ευκολία χρήσης των ΕΠ, φαίνεται ότι είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας, αφού επηρεάζει πολύ ισχυρά την υποκειμενική αντίληψη για τη χρησιμότητα ($\beta = 0,53$). Σε αυτό το εύρημα συμφωνούν και άλλες μελέτες³⁹. Επίσης, επιδρά στην παρουσία, αλλά σχετικά αδύναμα ($\beta = 0,19$). Και σε αυτή την περίπτωση, η ασθενής επίδραση μπορεί να ερμηνευτεί από το είδος του ΕΠ που χρησιμοποιήθηκε.

34 Harrington, M. C. (2012). The virtual trillium trail and the empirical effects of freedom and fidelity on discovery-based learning. *Virtual Reality*, 16(2), p. 118.

35 Huang, Y. C., Backman, S. J., Backman, K. F., & Moore, D. (2013). Exploring user acceptance of 3D virtual worlds in travel and tourism marketing. *Tourism Management*, 36, p. 495.

36 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), p. 1433.

37 Dalgarno, B., Hedberg, J., & Harper, B. (2002). *The contribution of 3D environments to conceptual understanding*. Paper presented at the ASCILITE 2002, Auckland, New Zealand, p. 204.

38 Dalgarno, B., Hedberg, J., & Harper, B. (2002). *The contribution of 3D environments to conceptual understanding*. Paper presented at the ASCILITE 2002, Auckland, New Zealand, p. 206.

39 Teo, T. (2011). Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test. *Computers & Education*, 57(4), p. 2438.

Τέλος, το φύλο φάνηκε να έχει κάποια επίδραση και αυτή μόνο στην ευκολία χρήσης των ΕΠ ($\beta = 0,22$). Μία πιθανή ερμηνεία είναι ότι υπήρχε σχετικά μικρή διασπορά στις ηλικίες των ατόμων που χρησιμοποίησαν το ΕΠ ($M = 23$, $SD = 1,03$), που δεν επέτρεψε να φανούν πιθανές ηλικιακές διαφοροποιήσεις.

Η έρευνα έχει ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να επισημανθούν. Κατά πρώτον, λόγω της χρήσης ερωτηματολογίου, κανείς δεν μπορεί να είναι σίγουρος για την ακρίβεια και την ειλικρίνεια των απαντήσεων των ερωτηθέντων. Κατά δεύτερον, παρότι το δείγμα επέτρεπε τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης στατιστικής ανάλυσης, ήταν, σε γενικές γραμμές, σχετικά περιορισμένο. Μεγαλύτερο δείγμα σαφώς και θα επέτρεπε την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων. Το ποσοστό ερμηνείας των μαθησιακών αποτελεσμάτων, παρότι εξαιρετικά ικανοποιητικό, αφήνει ένα ποσοστό της τάξης του 34% χωρίς ερμηνεία. Συνεπώς, υπάρχουν κι άλλοι παράγοντες που παίζουν ρόλο, οι οποίοι όμως δεν περιλήφθηκαν στην παρούσα έρευνα. Τέλος, δεν διερευνήθηκαν τα μαθησιακά αποτελέσματα που επιτυγχάνονται αν οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούσαν εξειδικευμένο υλικό που θα επέτρεπε αυξημένα επίπεδα παρουσίας. Συνεπώς δεν είναι γνωστές οι τυχόν διαφοροποιήσεις στη βαρύτητα των παραγόντων που περιλήφθηκαν στο μοντέλο και της πιθανής αλλαγής στις μεταξύ τους σχέσεις.

6. Συμπεράσματα

Η εργασία αποτελεί μία πρώτη προσπάθεια δημιουργίας ενός ερμηνευτικού μοντέλου των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε ΕΠ. Σε αυτή τη φάση επιλέχθηκε να εξεταστεί ένα περιβάλλον που προοριζόταν για άτυπη μάθηση. Διαπιστώθηκε ότι τα μαθησιακά αποτελέσματα είναι απόρροια ενός συνδυασμού παραγόντων όπου βαρύνουσα σημασία έχει ο ρεαλισμός του ΕΠ, με δευτερεύοντα ρόλο να παίζουν η παρουσία, η παροχή κινήτρων και η υποκειμενική χρησιμότητα. Συνεπώς, η συμβολή της εργασίας έγκειται σε δύο παράγοντες: (α) κατασκευάστηκε και αξιολογήθηκε ένα πρώτο εργαλείο που επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων για τη διερεύνηση των παραγόντων που θεωρήθηκε ότι εμπλέκονται στη μαθησιακή διαδικασία σε ΕΠ και των μεταξύ τους σχέσεων και (β) δημιουργήθηκε ένα πρώτο ερμηνευτικό μοντέλο για την αποτύπωση και ερμηνεία αυτών των σχέσεων.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να επεκτείνουν το προτεινόμενο μοντέλο και να το επαναξιολογήσουν σε πολλούς τομείς. Θα μπορούσαν, για παράδειγμα, να εξεταστούν οι ομοιότητες και οι διαφορές μεταξύ υψηλών και χαμηλών επιπέδων παρουσίας και κάτω από συνθήκες είτε τυπικής είτε άτυπης μάθησης. Τέλος, συγκριτικές έρευνες θα μπορούσαν να εξετάσουν τις διαφορές που μπορεί να προκύπτουν εξαιτίας διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων που παρουσιάζονται σε άλλα ΕΠ.

Συμπερασματικά, παρά τις οριοθετήσεις που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη ενότητα, το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία

μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμο στην μελέτη των ΕΠ και των μαθησιακών αποτελεσμάτων που επιτυγχάνουν κάτω από διαφορετικές συνθήκες.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Bonis, B., Stamos, J., Vosinakis, S., Andreou, I., & Panayiotopoulos, T. (2009). A platform for virtual museums with personalized content. *Multimedia tools and applications*, 42(2), 139-159.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. (1998). *Model selection and inference: A practical information-theoretic approach*. New York: Springer-Verlag.
- Chin, W. W. (1988). Issues and opinion on structural equation modeling. *MIS Quarterly*, 22, vii-xvi.
- Dalgarno, B., Hedberg, J., & Harper, B. (2002). *The contribution of 3D environments to conceptual understanding*. Paper presented at the ASCILITE 2002, Auckland, New Zealand.
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.
- Ducoffe, R. H. (1996). Advertising value and advertising on the web. *Journal of Advertising Research*, 36(5), 21-35.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis: International version (7th Ed)*. New Jersey: Pearson.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate data analysis (Vol. 6)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Harrington, M. C. (2012). The virtual trillium trail and the empirical effects of freedom and fidelity on discovery-based learning. *Virtual Reality*, 16(2), 105-120.
- Honey, M. A., & Hilton, M. (2011). *Learning science through computer games and simulations*. Washington, DC: National Academies.
- Hong, S. J., & Tam, K. Y. (2006). Understanding the adoption of multipurpose information appliances: The case of mobile data services. *Information Systems Research*, 17(2), 162-179.
- Huang, Y. C., Backman, S. J., Backman, K. F., & Moore, D. (2013). Exploring user acceptance of 3D virtual worlds in travel and tourism marketing. *Tourism Management*, 36, 490-501.
- Jeffs, T., & Smith M. (1990). Educating informal educators. In T. Jeffs & M. Smith (Eds.), *Using informal education*. Buckingham: Open University Press.
- 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.

- Linnenbrink, E. A., & Pintrich, P. R. (2002). Motivation as an enabler for academic success. *School Psychology Review*, 31(3), 313-327.
- McAuley, E., Duncan, T., & Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the intrinsic motivation inventory in a competitive sport setting: A confirmatory factor analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(1), 48-58.
- McLellan, H. (2004). Virtual Realities. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*. Mahwah, NJ: Erlbaum Associates.
- National Research Council. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: National Academies.
- Novak, T. P., Hoffman, D. L., & Yung, Y.-F. (2000). Measuring the customer experience in online environments: A structural modeling approach. *Marketing Science*, 19(1), 22-42.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginner's guide to structural equation modeling* (3rd ed.). New York: Routledge.
- Selwyn, N. (1997). Students' attitudes toward computers: Validation of a computer attitude scale for 16-19 education. *Computers & Education*, 28, 35-41.
- Tamborini, R., Bowman, N. D., Eden, A., Grizzard, M., & Organ, A. (2010). Defining media enjoyment as the satisfaction of intrinsic needs. *Journal of Communication*, 60(4), 758e777.
- Teo, T. (2011). Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test. *Computers & Education*, 57(4), 2432-2440.
- Wenger, E. and Snyder, W. (2000). Communities of practice: The organizational frontier. *Harvard Business Review*, 78(1), 139-145.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3), 225-240.

8. Παράρτημα

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας. Με “*” σημειώνονται οι ερωτήσεις που η βαθμολογία τους αντιστρέφεται

Υποκειμενική χρησιμότητα	YX1	Τα ΕΠ μπορεί να βελτιώσουν τον τρόπο που μαθαίνουμε.
	YX2	Τα ΕΠ μπορούν να ενισχύσουν σε τέτοιο βαθμό τη μάθηση που αξίζει ο παραπάνω κόπος για τη χρήση τους.
	YX3	Γιατί να χρησιμοποιήσω ΕΠ; Υπάρχουν ευκολότεροι τρόποι να μάθω αυτό που θέλω.*
	YX4	Τα ΕΠ μπορεί να κάνουν την απόκτηση γνώσεων πιο ενδιαφέρουσα.

Υποκειμενική ευκολία χρήσης	YEX1	Η εκμάθηση χρήσης του ΕΠ φαίνεται εύκολη.
	YEX2	Μου ήταν εύκολο για μένα να γίνω ικανός στη χρήση ΕΠ.
	YEX3	Θα χρειαστώ βοήθεια στη χρήση του ΕΠ γιατί δεν μου φαίνεται εύκολο στη χρήση του.*
	YEX4	Τελικά, το ΕΠ μου φάνηκε εύκολο στη χρήση του.
Παρουσία	Π1	Ξέχασα εντελώς τον κόσμο που με περιβάλλει όσο χρησιμοποιούσα το ΕΠ.
	Π2	Χρησιμοποιώντας το ΕΠ ξέχασα το πού ήμουν.
	Π3	Όταν χρησιμοποιούσα το ΕΠ είχα την αίσθηση ότι ήμουν σε ένα χώρο δημιουργημένο απ' την τεχνολογία.
Υποκειμενική ευχαρίστηση	YE1	Έμεινα ευχαριστημένος από τη χρήση του ΕΠ.
	YE2	Βρήκα απολαυστική τη χρήση του ΕΠ.
	YE3	Θα περιέγραφα την εμπειρία μου στο ΕΠ ως ενδιαφέρουσα.
	YE4	Βρήκα διασκεδαστική την εμπειρία μου στο ΕΠ.
Υποκειμενική πιστότητα αναπαράστασης	ΥΠΑ1	Τα διάφορα αντικείμενα στο ΕΠ έμοιαζαν με πραγματικά.
	ΥΠΑ2	Υπήρχαν στιγμές που το περιβάλλον και τα εικονικά αντικείμενα ήταν πιο αληθινά από αυτά του πραγματικού κόσμου.
	ΥΠΑ3	Η πιστότητα της αναπαράστασης των αντικειμένων και του εικονικού κόσμου μου κέντριζε συνεχώς το ενδιαφέρον.
Παροχή κινήτρων	ΠΚ1	Χρησιμοποιώντας το ΕΠ μου δημιουργήθηκε η ανάγκη να μάθω κάποια πράγματα παραπάνω.
	ΠΚ2	Χρησιμοποιώντας το ΕΠ αισθάνθηκα ότι δεν κατέβαλα προσπάθεια για να μάθω.
	ΠΚ3	Το ΕΠ δεν μου κίνησε το ενδιαφέρον να μάθω.*

Βιογραφικά στοιχεία συγγραφέα

Ο κ. **Φωκίδης Εμμανουήλ** είναι λέκτορας στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Τα μαθήματά του εστιάζουν στις εκπαιδευτικές χρήσεις της Εικονικής Πραγματικότητας και στα τρισδιάστατα εκπαιδευτικά παιχνίδια. Από το 1994 συμμετέχει σε ερευνητικά έργα που αφορούν την εξ αποστάσεως και δια βίου εκπαίδευση, τις εκπαιδευτικές χρήσεις του Διαδικτύου, της Εικονικής και της Επαυξημένης Πραγματικότητας.