

▶ ΑΛΙΒΙΖΟΣ (ΛΟΪΖΟΣ) ΣΟΦΟΣ  
ΑΣΗΜΙΝΑ ΤΣΙΜΠΙΔΑΚΗ  
ΕΛΕΝΗ ΣΚΟΥΡΤΟΥ  
ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΦΩΚΙΔΗΣ  
ΠΟΛΥΚΑΡΠΟΣ ΚΑΡΑΜΟΥΖΗΣ

**Θεωρητικές  
προσεγγίσεις  
και πρακτικές  
αξιοποίησης  
ταινίας στην  
εκπαίδευση**



# Θεωρητικές προσεγγίσεις και πρακτικές αξιοποίησης ταινίας στην εκπαίδευση

ΕΠΙΜΕΛΗΤΕΣ

Αλιβίζος (Λοΐζος) Σοφός  
Ασημίνα Τσιμπιδάκη  
Ελένη Σκούρτου  
Εμμανουήλ Φωκίδης  
Πολύκαρπος Καραμούζης

ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Μαριάνθη Οικονομάκου



ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΡΗΓΟΡΗ®

ΑΘΗΝΑ 2020

# Εικονικά περιβάλλοντα και άτυπη μάθηση: Ένα ερμηνευτικό μοντέλο

Πνευλόπη Ατσικπάση\* & Εμμανουήλ Φωκίδης\*\*

## Περίληψη

Η μελέτη παρουσιάζει την ανάπτυξη και εξέταση μοντέλου για την ερμηνεία των μαθησιακών αποτελεσμάτων όταν τα άτομα χρησιμοποιούν τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα (ΕΠ) σε συνθήκες άτυπης μάθησης. Για τον λόγο αυτό, αναπτύχθηκε ένα ΕΠ, που παρουσίαζε το έργο της γλύπτριας Ναυσικάς Πάστρα. Εξετάστηκαν οι παρακάτω υποκειμενικοί παράγοντες για την κατασκευή του: χρησιμότητα της εφαρμογής, ευκολία χρήσης της, κίνητρα, παρουσία, ρεαλισμός της εφαρμογής, καθώς και η ευχαρίστηση. Παράλληλα, στο ΕΠ είχαν ενσωματωθεί τεστ αξιολόγησης για την μέτρηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Στοιχεία συγκεντρώθηκαν από 612 άτομα. Για την εξέταση του μοντέλου και την εκτίμηση των παραμέτρων του, χρησιμοποιήθηκαν Δομικά Μοντέλα Εξισώσεων. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε καλή αξιοπιστία του μοντέλου και εξηγήθηκε το 53% της διακύμανσης των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Από τις είκοσι ερευνητικές υποθέσεις, τα ευρήματα επιβεβαίωσαν τις δεκαπέντε. Διαπιστώθηκε ότι οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα ήταν τα κίνητρα, η υποκειμενική ευκολία χρήσης, η υποκειμενική χρησιμότητα και η ευχαρίστηση. Τέλος, αναλύονται οι επιπτώσεις των ευρημάτων στην έρευνα και την εκπαιδευτική πρακτική.

**Λέξεις-κλειδιά:** άτυπη μάθηση, δομικά μοντέλα εξισώσεων, εικονικά περιβάλλοντα

\* Υποψ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Αιγαίου, pred17015@aegean.gr

\*\* Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Αιγαίου, fokides@aegean.gr

## Εισαγωγή

Όλα τα εκπαιδευτικά συστήματα στρέφονται προς τις λεγόμενες «δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα» (Trilling & Fadel, 2009), προσπαθώντας να ενσωματώσουν τεχνολογικές καινοτομίες στα προγράμματά τους με στόχο την παροχή υψηλής ποιότητας εκπαίδευσης. Παράλληλα, προωθείται η σύνδεση της μάθησης με την καθημερινότητα και ενισχύεται ο ρόλος της άτυπης εκπαίδευσης. Τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα (ΕΠ) είναι μια τεχνολογία που υποστηρίζει τους παραπάνω στόχους, τόσο όσον αφορά την τυπική όσο και την άτυπη εκπαίδευση (Duncan, Miller&Jiang, 2012). Έρευνες έχουν προσπαθήσει να αξιολογήσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα που προσφέρει η χρήση των ΕΠ σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, δίνοντας έμφαση κυρίως στις μεθόδους διδασκαλίας. Από την άλλη, οι παράγοντες που επιδρούν στη μαθησιακή διαδικασία με τη χρήση ΕΠ είτε δεν έχουν εξεταστεί διεξοδικά είτε δεν υπάρχει συμφωνία για τον τρόπο που αλληλεπιδρούν (ενδεικτικά, Merchant, Goetz, Cifuentes, Keeney-Kennicutt & Dav, 2012· Tüzün & Özdinç, 2016).

Η εργασία συμβάλλει προς την περαιτέρω διερεύνηση του θέματος, αναπτύσσοντας και εξετάζοντας ένα μοντέλο για την ερμηνεία της επίδρασης διάφορων παραγόντων (αλλά και τις μεταξύ τους σχέσεις) που θεωρήθηκε ότι δι-αμορφώνουν τη μαθησιακή εμπειρία των χρηστών σε ένα ΕΠ στα πλαίσια της άτυπης μάθησης, καθώς αυτή η μορφή μάθησης είναι η λιγότερο μελετημένη στα ΕΠ. Αναπτύχθηκε ένα εικονικό μουσείο που παρουσίαζε το έργο της γλύπτριας, Ναυσικάς Πάστρα. Για την κατασκευή του μοντέλου επιλέχθηκαν: η υποκειμενική χρησιμότητα της εφαρμογής, η ευκολία χρήσης της, τα κίνητρα, η παρουσία, ο ρεαλισμός της εφαρμογής, καθώς και η ευχαρίστηση. Επίσης, τα μαθησιακά αποτελέσματα, δηλαδή τι ήταν σε θέση να μάθουν οι χρήστες κατά τη χρήση του ΕΠ, συμπεριλήφθηκαν ως παράγοντας του μοντέλου, καθώς μέσα στο ΕΠ είχαν ενσωματωθεί τεστ αξιολόγησης.

Στις ενότητες που ακολουθούν, παρουσιάζεται μια σύντομη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την άτυπη μάθηση και τα εικονικά μουσεία, αλλά και αναφορικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα κατά τη χρήση των ΕΠ. Επίσης, παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας και η ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η εργασία ολοκληρώνεται με τη συζήτηση και τα συμπεράσματα της έρευνας.

## Άτυπη εκπαίδευση, μουσεία και τρισδιάστατα ΕΠ

Η άτυπη μάθηση συμπεριλαμβάνεται στη δια βίου μάθηση και μπορεί να οριστεί ως το άθροισμα των μαθησιακών δραστηριοτήτων που δεν λαμβάνουν χώρα σε μια επίσημη τάξη (Gerber, Marek & Cavallo, 2001). Συμβαίνει με έναν σχετικά τυχαίο τρόπο και δεν συνοδεύεται από συγκεκριμένο πρόγραμμα σπουδών, γι' αυτό και είναι δύσκολο να μετρηθεί (ενδεικτικά, Fonseca, Valls, Redondo & Villagrasa, 2016). Η άτυπη μάθηση μπορεί να λάβει χώρα σε εξω-σχολικές δραστηριότητες, βιβλιοθήκες, στο σπίτι και μουσεία. Μάλιστα, άτυπη μάθηση και μουσεία είναι στενά συνδεδεμένα. Από εκπαιδευτική σκοπιά, τα μουσεία προσφέρουν μαθησιακές εμπειρίες, ενθαρρύνοντας την περιέργεια και ενισχύοντας το ενδιαφέρον των επισκεπτών (Hooper-Greenhill, 2013). Στα άτομα δημιουργούνται θετικά συναισθήματα, όντας ελεύθερα να περιηγηθούν στο μουσείο και να αλληλεπιδράσουν με τα εκθέματα με το δικό τους ρυθμό (ενδεικτικά, Dilli & Dümençli, 2015). Ταυτόχρονα, αναπτύσσουν γνωστικές, συναισθηματικές, αληθιές και γλωσσικές δεξιότητες (Hackett, 2014; Synodi, 2014).

Χάρη στην τεχνολογία, έχουν δημιουργηθεί ψηφιακά/εικονικά μουσεία, που αξιοποιούν τα χαρακτηριστικά των φυσικών μουσείων, ενισχύοντας την εμπειρία μέσω της εξατομίκευσης. Οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν, να εξερευνούν ή και να τροποποιούν τον ψηφιακό χώρο και τα αντικείμενα (Pujol & Lorente, 2013). Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ανάπτυξης τέτοιων περιβαλλόντων, ωστόσο, τα ΕΠ έχουν αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλους τύπους εφαρμογών, επειδή μπορούν να (α) προσομοιάζουν με το περιβάλλον ενός φυσικού μουσείου, (β) επιτρέπουν την ελεύθερη πλοήγηση, και (γ) επιτρέπουν αυξημένες αλληλεπιδράσεις με τα 3D αντικείμενα, καθώς και με άλλους χρήστες, προσφέροντας έτσι μια πιο ρεαλιστική εμπειρία (Pescarin, Pagano, Wallergard, Hupperetz & Ray, 2012). Πράγματι, αρκετές μελέτες εξέτασαν τα μαθησιακά αποτελέσματα, όταν οι χρήστες χρησιμοποιούσαν τρισδιάστατα εικονικά μουσεία σε ποικίλα περιβάλλοντα όπως: (α) τυπική ή άτυπη εκπαίδευση (ενδεικτικά, Seok & Kim, 2014), (β) συνδυάζοντας επισκέψεις σε ένα πραγματικό μουσείο και στο αντίστοιχο εικονικό (ενδεικτικά, Jones & Alba, 2016) και (γ) στο πλαίσιο σοβαρών παιχνιδιών (ενδεικτικά, Παλιόκας & Συλλήαιου, 2016). Από την άλλη, η έρευνα σχετικά με τον αντίκτυπο των τρισδιάστατων εικονικών μουσείων και των ΕΠ σε αυστηρά άτυπα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα είναι μάλλον περιορισμένη (ενδεικτικά, Voss, Nunes, Muhlbeier & Medina, 2013).

## Παράγοντες που επηρεάζουν τη μαθησιακή εμπειρία σε ΕΠ

Με βάση τα παραπάνω, μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα τρισδιάστατα εικονικά μουσεία παρέχουν μια καλή βάση για την εξέταση των ΕΠ ως προς την άτυπη μάθηση. Τα ΕΠ προσφέρουν μοναδικές και ρεαλιστικές εμπειρίες στους χρήστες, ευκαιρίες εξατομικευμένης μάθησης (Rapanotti, Minocha, Barroca, Boulos & Morse, 2012), και γενικά η εκπαιδευτική τους αξία είναι ευρέως αποδεκτή (Merchant et al., 2014). Παρόλο που οι περισσότεροι ερευνητές ανέφεραν ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα κατά τη χρήση τους, υπάρχουν διαφορετικές, και μερικές φορές αντιφατικές, εξηγήσεις για τους λόγους που επιτεύχθηκαν αυτά. Μάλιστα, ελάχιστες μελέτες εξέτασαν ψυχολογικούς και υποκειμενικούς παράγοντες και τις αλληλεπιδράσεις τους. Η μελέτη των παραπάνω σε άτυπες συνθήκες μάθησης αποδείχθηκε ακόμη πιο σπάνια.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία αποσκοπούσε στην καλύτερη κατανόηση σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν τη μαθησιακή εμπειρία του χρήστη σε ένα ΕΠ, έφερε στο φως μια σειρά από καλά οργανωμένες και ενδιαφέρουσες μελέτες που παρείχαν χρήσιμες πληροφορίες και ιδέες. Για παράδειγμα, η de Noyelles και οι συνεργάτες της (2014) εξέτασαν το ρόλο της αυτο-αποτελεσματικότητας. Σε μια άλλη περίπτωση, εξετάστηκαν οι συνέπειες της παρουσίας στα μαθησιακά αποτελέσματα (Hassell, Goyal, Limayem & Boughzala, 2012). Η παρουσία μαζί με την ευχαρίστηση (Sylaiou, Mania, Karoulis & White, 2010) ή με την υποκειμενική χρησιμότητα (Tüzün & Özding, 2016) ήταν οι παράγοντες ενδιαφέροντος σε άλλες μελέτες. Η Jia, Bhatti και Nahavandi (2014) διαπίστωσαν ότι η υποκειμενική αποτελεσματικότητα του συστήματος και η αυτο-αποτελεσματικότητα είχαν αντίκτυπο στην αποτελεσματικότητα των ΕΠ στην άτυπη εκπαίδευση. Επίσης, οι Naya και Ibáñez (2015) διαπίστωσαν ότι παράγοντες όπως η ευχαρίστηση και η υποκειμενική ευκολία χρήσης επηρεάζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα, ενώ σε άλλη έρευνα εξετάστηκε η εκπαιδευτική υποστήριξη και τα προσωπικά συμφέροντα του εκπαιδευόμενου (Yaman, Nerdel & Bayrhuber, 2008). Η παρουσία και η χρησιμότητα εξετάστηκαν από τον Merchant και τους συνεργάτες του (2012) για την επεξήγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων στα ΕΠ. Τέλος, οι Lee, Wong και Fung (2010) ανέπτυξαν ένα μοντέλο που προσπάθησε να εξηγήσει τα μαθησιακά αποτελέσματα στα ΕΠ, χρησιμοποιώντας ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά των ΕΠ μαζί με τις γνώσεις, την παρουσία, τον έλεγχο, τα κίνητρα και την ανακλαστική σκέψη.

Οι περισσότερες μελέτες που βρέθηκαν είχαν λίγα κοινά στοιχεία, καθώς είχαν χρησιμοποιήσει διαφορετικούς παράγοντες, εξέτασαν διάφορους τύπους ΕΠ και τα μαθησιακά αντικείμενα/συνθήκες ήταν επίσης διαφορετικά.

Ακόμη, μεγάλο μέρος της έρευνας δεν ασχολήθηκε με την μαθησιακή εμπειρία αυτή καθ' αυτή, αλλά με παράγοντες που, αναμφίβολα, μπορούν να τη διαμορφώσουν. Επιπλέον, δεν υπάρχει συναίνεση όσον αφορά τον ορισμό κάποιων παραγόντων. Για παράδειγμα, οι όροι *παρουσία*, *εμβύθιση* και *ροή* χρησιμοποιήθηκαν ως ταυτόσημες και εξετάστηκαν χρησιμοποιώντας ακόμη και τις ίδιες ερωτήσεις. Παρόλα αυτά, συνοψίζοντας την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, εντοπίστηκαν έξι παράγοντες, που χρησιμοποιούνται συνήθως για την εξήγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων και μπορούν να ομαδοποιηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

Τεχνικά χαρακτηριστικά των ΕΠ:

- Υποκειμενικός ρεαλισμός. Αν και ο ρεαλισμός του ΕΠ εξαρτάται από ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά (ενδεικτικά, πόσο λεπτομερή είναι τα 3D μοντέλα και σε ποιο βαθμό ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με αυτά), τα άτομα το αντιλαμβάνονται διαφορετικά. Μελέτες έδειξαν ότι ο ρεαλισμός λειτουργεί ως διευκολυντής της μάθησης (Dalgarno & Lee, 2010; Harrington, 2012).
- Υποκειμενική ευκολία χρήσης. Η υποκειμενική ευκολία χρήσης (YEX) έχει βρεθεί ότι παίζει βασικό ρόλο στην εμπειρία κάποιου, όταν χρησιμοποιεί ΕΠ (Lee et al., 2010). Όπως και με τον υποκειμενικό ρεαλισμό, η YEX θεωρήθηκε, επίσης, ως το άθροισμα άλλων παραγόντων όπως η υποκειμενική χρησιμότητα και η υποκειμενική επάρκεια ανατροφοδότησης.

Κατάσταση του μυαλού:

- Ευχαρίστηση. Μελέτες έχουν δείξει ότι η ευχαρίστηση και, γενικά, τα θετικά συναισθήματα σε ένα ΕΠ συμβάλλουν στην απόκτηση γνώσης (Faiola, Newlon, Pfaff & Smyslova, 2013).
- Παρουσία. Η παρουσία είναι δύσκολο να οριστεί επειδή υπάρχει μια τάση να χρησιμοποιείται ο όρος αυτός ως συνώνυμο της εμπλοκής, της ροής ή της εμβύθισης. Αναφέρεται στο φαινόμενο όπου το άτομο πιστεύει ότι βρίσκεται «μέσα» στον ψηφιακό κόσμο (Sanchez-Vives & Slater, 2005). Αν και η παρουσία έχει αντίκτυπο στα μαθησιακά αποτελέσματα (Lee et al., 2010), υπάρχει μεγάλη διαμάχη σχετικά με τον ακριβή ρόλο της. Άλλοι υποστηρίζουν ότι εξαρτάται από τη χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού (ενδεικτικά, North&North, 2016), άλλοι ότι εξαρτάται από την προσωπικότητα του χρήστη (ενδεικτικά, Nunez, 2004).

Χαρακτηριστικά διευκόλυνσης της μάθησης:

- Υποκειμενική χρησιμότητα. Η υποκειμενική χρησιμότητα είναι ο βαθμός που κάποιος πιστεύει ότι η απόδοσή του θα ενισχυθεί χρησιμοποιώντας

ένα εργαλείο των ΤΠΕ (Davis, Bagozzi & Warshaw, 1989). Χρησιμοποιείται συνήθως ως βασικός παράγοντας σε μελέτες σχετικά με τον αντίκτυπο των ΕΠ στη μάθηση (ενδεικτικά, Lee et al., 2010). Όσον αφορά τον αντίκτυπο της στην απόκτηση γνώσεων, μπορεί να θεωρηθεί ως υποκειμενικός διευκολυντής της μάθησης, θεωρώντας ότι η χρήση ενός συγκεκριμένου εργαλείου ΤΠΕ μπορεί να βοηθήσει στην απόκτηση γνώσης.

- Κίνητρα. Το κίνητρο δεν είναι ένα στατικό χαρακτηριστικό, αλλά είναι ευαίσθητο στο πώς παρουσιάζεται το περιεχόμενο και εγγενώς ασταθές (Linnenbrink & Pintrich, 2002). Η έρευνα έχει δείξει ότι, στα ΕΠ, τα κίνητρα και τα μαθησιακά αποτελέσματα είναι στενά συνδεδεμένα (McLellan, 2004).

### Ερευνητικό μοντέλο και υποθέσεις

Για τις ανάγκες της έρευνας, δημιουργήθηκε ένα αρχικό μοντέλο για την έρευνα που περιελάμβανε τους παράγοντες που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Δεδομένου ότι η βιβλιογραφία υποδηλώνει ποικίλες σχέσεις μεταξύ τους, αποφασίστηκε να προστεθούν και να εξεταστούν όλες οι πιθανές σχέσεις. Οι υποθέσεις της μελέτης βασίστηκαν σε αυτές τις σχέσεις:

- H1α-ε: Ο υποκειμενικός ρεαλισμός επηρεάζει (α) την παρουσία, (β) την ευχαρίστηση, (γ) τα κίνητρα, (δ) την υποκειμενική χρησιμότητα, και (ε) τα μαθησιακά αποτελέσματα.
- H2α-ε: Η υποκειμενική ευκολία χρήσης επηρεάζει (α) την παρουσία, (β) την ευχαρίστηση, (γ) τα κίνητρα, (δ) την υποκειμενική χρησιμότητα, και (ε) τα μαθησιακά αποτελέσματα.
- H3α-δ: Η παρουσία επηρεάζει (α) την ευχαρίστηση, (β) τα κίνητρα, (γ) την υποκειμενική χρησιμότητα, και (δ) τα μαθησιακά αποτελέσματα.
- H4α-γ: Η ευχαρίστηση επηρεάζει (α) τα κίνητρα, (β) την υποκειμενική χρησιμότητα και (γ) τα μαθησιακά αποτελέσματα.
- H5α-β: Τα κίνητρα επηρεάζουν (α) την υποκειμενική χρησιμότητα και (β) τα μαθησιακά αποτελέσματα.
- H6: Η υποκειμενική χρησιμότητα επηρεάζει τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Σε αυτή τη μελέτη, η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν τα μαθησιακά αποτελέσματα, ενώ όλα τα άλλα λειτουργούσαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές. Επειδή επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν Δομικά Μοντέλα Εξισώσεων για τη δοκιμή του μοντέλου, η υποκειμενική ευκολία χρήσης και ο ρεαλισμός ήταν οι εξωγενείς μεταβλητές, ενώ η παρουσία, τα κίνητρα, η ευχαρίστηση και η υποκειμενική χρησιμότητα ήταν οι ενδογενείς μεταβλητές.



## Μεθοδολογία

Για να εξεταστεί το ερευνητικό μοντέλο, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια μελέτη, χρησιμοποιώντας ένα τρισδιάστατο εικονικό μουσείο που αναπτύχθηκε ειδικά για αυτόν τον σκοπό. Η ομάδα στόχος ήταν ενήλικες, ενώ δεδομένα συλλέχθηκαν με τη βοήθεια ενός ερωτηματολογίου και τριών αξιολογητικών τεστ. Η έρευνα διήρκεσε έξι μήνες.

### Δείγμα και διάρκεια

Μια πρόσκληση απευθυνόμενη σε όσους ενδιαφέρονταν να συμμετάσχουν αναρτήθηκε σε κοινωνικά δίκτυα, καθώς και σε μεγάλες κοινότητες εικονικών κόσμων (Second Life και OS Grid). Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι θα επισκεφτούν ένα μουσείο τέχνης και ότι θα συμπληρώσουν ένα σύντομο ερωτηματολόγιο. Το εικονικό μουσείο παρέμεινε ενεργό για περίοδο έξι μηνών (από τον Ιούνιο έως τον Δεκέμβριο του 2017) προκειμένου να συλλεχθεί ένα επαρκές δείγμα.

### Υλικό

Όπως προαναφέρθηκε, αναπτύχθηκε ένα 3D εικονικό μουσείο για τις ανάγκες της έρευνας, χρησιμοποιώντας το Open Simulator (<http://opensimulator.org/>), μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που επιτρέπει την ανάπτυξη, διαχείριση και φιλοξενία των ΕΠ. Το μουσείο παρουσίασε το έργο της γλυπτικής Ναυσικάς Πάτρα, η οποία ήταν πολύ γνωστή στο εξωτερικό, αλλά όχι στην Ελλάδα. Δεδομένου ότι οι συμμετέχοντες ήταν Έλληνες, υπήρχαν λίγες πιθανότητες να είναι εξοικειωμένοι με τη ζωή και το έργο της. Κατά συνέπεια, θα ήταν ευκολότερο (α) να ελεγχθεί αν οι συμμετέχοντες απέκτησαν γνώσεις και (β) η απόκτηση γνώσεων να αποδοθεί στη χρήση του ΕΠ και όχι σε άλλο παράγοντα.

Οι περισσότερες δημιουργίες της Πάτρα ήταν γεωμετρικές μορφές βασισμένες σε μαθηματικές συναρτήσεις. Επομένως, η δημιουργία των ακριβών ψηφιακών αντιγράφων τους ήταν ένα σχετικά εύκολο έργο. Όλα τοποθετήθηκαν σε ένα φανταστικό φυσικό περιβάλλον 512X512 μέτρων (Εικόνα 1). Τα εκθέματα ομαδοποιήθηκαν σε μικρά και μεγάλα. Τα πρώτα τοποθετήθηκαν μέσα σε δύο κτίρια, ενώ τα τελευταία τοποθετήθηκαν σε ανοικτούς χώρους. Επίσης, τοποθετήθηκαν οθόνες δίπλα σε κάθε έκθεμα που έδιναν σχετικές πληροφορίες. Επίσης, άλλες οθόνες παρέιχαν πληροφορίες (με τη μορφή ιστοτόπων, κειμένων και άλλου οπτικοακουστικού υλικού) για τη ζωή και τα έργα της Πάτρα. Το μουσείο χωρίστηκε σε τρεις περιοχές (δύο βασικές περιοχές και μια περιοχή εξόδου) που χωρίζονταν από τοίχους και πύλες. Για να αποκτήσουν

πρόσβαση στην επόμενη περιοχή, οι χρήστες έπρεπε να απαντήσουν σε κάποιες ερωτήσεις για να ανοίξουν τις πύλες.



Εικόνα 1. Το εικονικό μουσείο

### Εργαλεία

Για τη μέτρηση των παραγόντων που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη ενότητα, χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο έχει αξιολογηθεί για την αξιοπιστία και τη εγκυρότητά του (Ατσικπάση & Φωκίδης, 2018). Περιλαμβάνει τους εξής παράγοντες με τέσσερις ερωτήσεις στον καθένα: χρησιμότητα, ευκολία χρήσης, κίνητρα, παρουσία, ρεαλισμός και ευχαρίστηση. Για την μέτρηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων είχαν ενσωματωθεί στο ΕΠ τρία σύντομα τεστ αξιολόγησης, με δεκατέσσερις ερωτήσεις το καθένα (σωστού-λάθους, πολλαπλής επιλογής και συμπλήρωσης κενών), όλα σχετικά με αυτά που παρουσιάζονταν στο ΕΠ. Τα δύο πρώτα τεστ ενσωματώθηκαν στις πύλες που εμπόδιζαν την πρόσβαση στις διάφορες περιοχές του μουσείου, ενώ η τρίτη παρουσιάστηκε στους χρήστες μαζί με το ερωτηματολόγιο. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα τεστ δεν ήταν υποχρεωτικά. Οι πύλες θα μπορούσαν να ανοίξουν είτε απαντώντας στις ερωτήσεις ή παρακάμπτοντας τα τεστ. Επίσης, ακόμα κι αν όλες οι απαντήσεις ήταν λάθος, οι πύλες άνοιγαν. Στην περιοχή εξόδου, υπήρχε μια μεγάλη οθόνη που παρουσίαζε το τρίτο αξιολογητικό τεστ και το ερωτηματολόγιο. Όπως και με τα άλλα δύο τεστ, οι συμμετέχοντες μπορούσαν να παραλείψουν αυτό το βήμα και να αποσυνδεθούν. Ο λόγος για αυτό ήταν ότι η μελέτη εξέτασε την άτυπη μάθηση και σε καμία περίπτωση οι χρήστες δεν θα πρέπει να είχαν την εντύπωση ότι εξετάζονταν σε κάτι.

### Ανάλυση αποτελεσμάτων

Όσον αφορά τα αποτελέσματα, η κατανομή των ανδρών και των γυναικών ήταν αρκετά ομοιόμορφη (49% και 51% αντίστοιχα). Μέχρι την ηλικία των τριάντα ήταν το 61% των συμμετεχόντων, ενώ πάνω από την ηλικία των σαρά-

να ήταν μόνο το 10%. Τα αποτελέσματα από κάθε στοιχείο ερωτηματολογίου αθροίστηκαν για να παρέχουν συνολικά αποτελέσματα σε κάθε παράγοντα. Ακόμη, έγινε Διερευνητική και Επιβεβαιωτική Ανάλυση Παραγόντων ώστε να αξιολογηθεί εκ νέου η εγκυρότητα και αξιοπιστία του ερωτηματολογίου. Η αξιοπιστία όλων των παραγόντων αξιολογήθηκε με τη χρήση του *Cronbach a* και βρέθηκε να είναι μεταξύ 0,84 και 0,97, αρκετά πάνω από αυτό που προτείνει ο De Vellis (2003) ( $> 0,70$ ).

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με τη χρήση Δομικών Μοντέλων Εξισώσεων (Structural Equation Modelling-SEM) στο AMOS 24. Πρέπει να σημειωθεί ότι στην ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν ως μεταβλητές έλεγχου το φύλο και η ηλικία των συμμετεχόντων. Κατά την προσθήκη τους, έγινε η υπόθεση ότι επιδρούν μόνο στα μαθησιακά αποτελέσματα. Όμως, από τον πρώτο έλεγχο των επιδράσεων, φάνηκε ότι η ηλικία επιδρά και στην Ευχαρίστηση και στην ΥΔΜ. Ως εκ τούτου, προστέθηκαν οι ανάλογες διαδρομές. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης για την επίδραση των παραγόντων μεταξύ τους, καθώς επίσης και στα μαθησιακά αποτελέσματα, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Οι σκιασμένες γραμμές προσδιορίζουν τις επιδράσεις που δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ενώ, παράλληλα, οι συντελεστές διαδρομής ήταν επίσης μικροί. Οι δείκτες καταλληλότητας του μοντέλου ήταν ικανοποιητικοί [ $\chi^2(353, N = 612) = 810,27, p < .001, \chi^2/df = 2,30, SRMR = 0,035, TLI = 0,96, NFI = 0,94, RMSEA = 0,046, CFI = 0,96$ ].

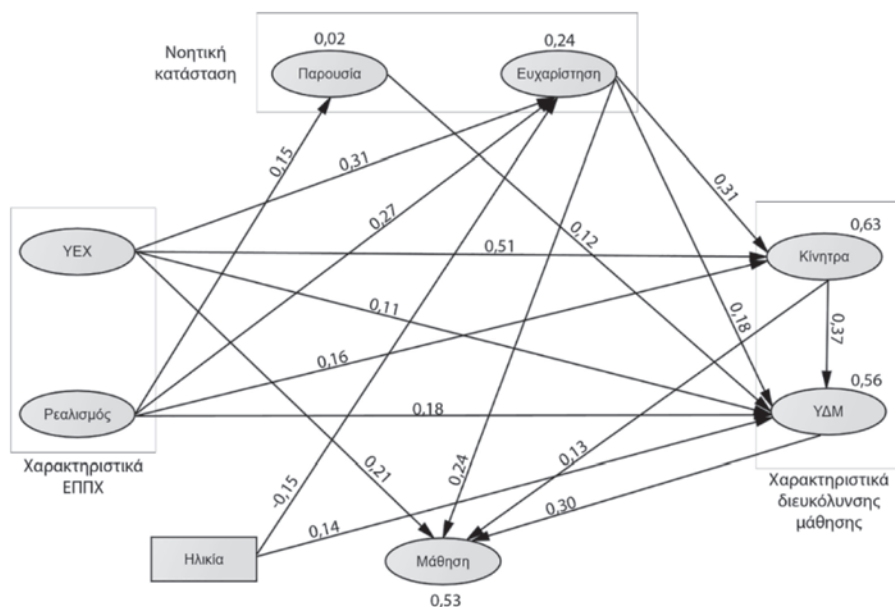
Ένα μοντέλο για να έχει σημαντική προγνωστική δύναμη πρέπει να επιδείξει υψηλά  $R^2$  και στατιστικά σημαντικά αλληλά και ουσιώδη διαρθρωτικά μονοπάτια (κοντά στο 0,20 και ιδανικά παραπάνω από 0,30) (Chin, 1988). Αρκετές διαδρομές ήταν χαμηλότερες από 0,20, αλληλά ήταν στατιστικά σημαντικές. Όμως, μπορεί να υποστηριχθεί ότι ακόμη και μία μικρή αλληλεπίδραση που είναι όμως στατιστικά σημαντική είναι σημαντική και για το σύνολο του μοντέλου (Chin, Marcolin & Newsted, 2003). Τελικά, 15 από τις 20 υποθέσεις υποστηρίζονται από τα δεδομένα. Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει το  $R^2$  (ποσοστό ερμηνείας) των παραγόντων και η Εικόνα 2 παρουσιάζει το μοντέλο που προέκυψε.

Πίνακας 1. Οι άμεσες επιδράσεις των παραγόντων

Διαδρομή	Path coefficient ( $\beta$ )	t-value	p
Παρ←Ρεαλ	0,100	1,810	0,070
Παρ←ΥΕΧ	0,080	1,459	0,145
Ευχ←ΥΕΧ	0,304	5,984	< 0,001
Ευχ←Ρεαλ	0,269	5,350	< 0,001
Ευχ← Ηλικία	-0,155	-3,990	< 0,001
Ευχ←Παρ	0,009	,233	0,816
Κιν←ΥΕΧ	0,514	10,923	< 0,001
Κιν←Ευχ	0,305	8,237	< 0,001
Κιν←Ρεαλ	0,163	4,053	< 0,001
Κιν←Παρ	-0,010	-,306	0,760
ΥΔΜ←ΥΕΧ	0,106	1,964	0,050
ΥΔΜ←Ρεαλ	0,182	4,269	< 0,001
ΥΔΜ←Παρ	0,119	3,619	< 0,001
ΥΔΜ←Ευχ	0,182	4,419	< 0,001
ΥΔΜ←Κιν	0,369	6,018	< 0,001
ΥΔΜ←Ηλικία	0,138	4,339	< 0,001
Αξιολ←ΥΕΧ	0,197	3,828	< 0,001
Αξιολ←Ευχ	0,266	6,674	< 0,001
Αξιολ←ΥΔΜ	0,283	5,780	< 0,001
Αξιολ←Κιν	0,166	2,768	0,006
Αξιολ←Ηλικία	0,058	1,889	0,059
Αξιολ←Φύλο	-0,030	-1,030	0,303
Αξιολ←Ρεαλ	-0,061	-1,486	0,137
Αξιολ←Παρ	0,041	1,292	0,196

Πίνακας 2. Ποσοστά ερμηνείας των παραγόντων

Παράγοντας	R <sup>2</sup> / %
Παρουσία	0,02 / 2%
Ευχαρίστηση	0,24 / 24%
Κίνητρα	0,63 / 63%
ΥΔΜ	0,56 / 56%
Μαθησιακά αποτελέσματα	0,53 / 53%



Εικόνα 2. Το τελικό ερευνητικό μοντέλο

## Συζήτηση

Το τελικό μοντέλο, προκειμένου να έχει προβλεπτική αξία, πρέπει να επιδεικνύει υψηλά  $R^2$ s καθώς και σημαντικές και ουσιαστικές διαρθρωτικές διαδρομές που είναι κοντά στο 0,20 (ιδανικά πάνω από 0,30) (Chin, 1988). Και πάλι, στατιστικά σημαντικοί όροι αλληλεπίδρασης κάτω από αυτό το όριο είναι επίσης σημαντικοί (Chin et al., 2003). Υπό το πρίσμα των παραπάνω, από τις είκοσι αρχικές υποθέσεις, δεκαπέντε υποστηρίχθηκαν από τα δεδομένα. Τα μαθησιακά αποτελέσματα (εξαρτώμενη μεταβλητή) εξηγήθηκαν επαρκώς ( $R^2 = 0,53$ ), ενώ η υποκειμενική χρησιμότητα, η ευχαρίστηση, η υποκειμενική ευκολία χρήσης και τα κίνητρα ήταν οι σημαντικότεροι καθοριστικοί παράγοντες, διότι οι διαδρομές που συνδέονταν με την εξαρτώμενη μεταβλητή ήταν σημαντικές ( $\beta = 0,30$ ,  $\beta = 0,24$ ,  $\beta = 0,21$  και  $\beta = 0,13$  αντίστοιχα). Λαμβάνοντας υπόψη ότι το μοντέλο σχετίζεται με την άτυπη μάθηση και τα ΕΠ, είναι αρκετά πιθανό παράγοντες που δεν περιλαμβάνονται σε αυτό να έχουν επίδραση στα αποτελέσματα (ενδεικτικά, προσωπικότητα και ιδιοσυγκρασία). Ως εκ τούτου, είναι αρκετά σημαντικό ότι μόνο τέσσερις παράγοντες κατάφεραν να ερμηνεύσουν περισσότερο από το ήμισυ της διακύμανσης των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί ότι το μοντέλο εξηγεί επαρκώς τα μαθησιακά αποτελέσματα όταν

τα άτομα χρησιμοποιούν ΕΠ σε άτυπες συνθήκες μάθησης. Επιπλέον, η υποκειμενική χρησιμότητα εξηγήθηκε επαρκώς ( $R^2 = 0,56$ ) από τα κίνητρα ( $\beta = 0,37$ ), τον υποκειμενικό ρεαλισμό ( $\beta = 0,18$ ), την ευχαρίστηση ( $\beta = 0,18$ ), την ηλικία ( $\beta = 0,14$ ), την παρουσία ( $\beta = 0,12$ ) και την υποκειμενική ευκολία χρήσης ( $\beta = 0,11$ ). Τα κίνητρα ερμηνεύτηκαν καλύτερα ( $R^2 = 0,63$ ) και φάνηκε ότι επηρεάζονται σημαντικά από την υποκειμενική ευκολία χρήσης ( $\beta = 0,51$ ), την ευχαρίστηση ( $\beta = 0,31$ ), και τον ρεαλισμό ( $\beta = 0,16$ ). Αντίθετα, η παρουσία ( $R^2 = 0,02$ ) και η ευχαρίστηση ( $R^2 = 0,24$ ) δεν εξηγήθηκαν επαρκώς. Ο υποκειμενικός ρεαλισμός ήταν ο μόνος παράγοντας που επηρέασε ελάχιστα την παρουσία ( $\beta = 0,15$ ), ενώ η υποκειμενική ευκολία χρήσης ( $\beta = 0,31$ ), ο υποκειμενικός ρεαλισμός ( $\beta = 0,27$ ) και η ηλικία ( $\beta = -0,15$ ) επηρέασαν την ευχαρίστηση.

Η συσχέτιση των ευρημάτων των προηγούμενων ερευνών με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης είναι ένα αρκετά δύσκολο έργο, δεδομένου ότι το προτεινόμενο μοντέλο εξέτασε αρκετούς παράγοντες, σε αντίθεση με άλλες μελέτες όπου εξετάστηκαν μόνο ένας ή μερικοί παράγοντες (ενδεικτικά, Merchant et al., 2012· Tüzün & Özding 2016). Ωστόσο, ο σημαντικότερος παράγοντας στη διαμόρφωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων ήταν η χρησιμότητα, ακολουθούμενη από την ευχαρίστηση και την υποκειμενική ευκολία χρήσης. Το κίνητρο ήταν επίσης σημαντικός παράγοντας αλλά με μικρότερο αντίκτυπο. Η σημαντική επίδραση της υποκειμενικής ευκολίας χρήσης στα μαθησιακά αποτελέσματα έχει παρατηρηθεί από άλλους ερευνητές (Lee et al., 2010) και αυτό ισχύει και για ευχαρίστηση (Faiola et al., 2013). Από την άλλη πλευρά, η άμεση επίδραση της υποκειμενικής χρησιμότητας στα μαθησιακά αποτελέσματα είναι σε αντίθεση με τα ευρήματα άλλων μελετών, όπου δεν παρατηρήθηκε κάτι τέτοιο (Lee et al., 2010). Επιπλέον, τα κίνητρα αναμενόταν να έχουν ισχυρό άμεσο αντίκτυπο στα μαθησιακά αποτελέσματα (ενδεικτικά, Mc Lellan, 2004). Όμως, από όλους τους παράγοντες που επηρέασαν τα μαθησιακά αποτελέσματα, είχε την μικρότερη επίδραση. Από την άλλη, είχε την ισχυρότερη επίδραση στην υποκειμενική χρησιμότητα ( $\beta = 0,37$ ). Πιθανές εξηγήσεις για αυτές τις ασυνέπειες στα ευρήματα της παρούσας μελέτης, σε σχέση με προηγούμενες έρευνες, είναι η χρήση διαφορετικών μοντέλων, διαφορετικών ομάδων στόχου και πλαίσιο μάθησης.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, θεωρήθηκε ενδιαφέρον να ελεγχθεί εάν ένα ΕΠ μπορεί να επηρεάσει τα κίνητρα, αφού τα εσωτερικά κίνητρα είναι ήδη αρκετά ισχυρά στην άτυπη μάθηση (Marsick & Watkins, 1990). Πράγματι, διαπιστώθηκε ότι η υποκειμενική ευκολία χρήσης είχε εντυπωσιακό αντίκτυπο στα κίνητρα ( $\beta = 0,51$ ), επιβεβαιώνοντας τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών (ενδεικτικά, Lee et al., 2010). Έτσι, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι είναι δυνατό να ενισχυθεί το κίνητρο κάποιου να μάθει όταν το ΕΠ δεν θεωρείται δύσκολο στο να χρησιμοποιηθεί.

Η ευχαρίστηση, αν και δεν εξηγείται επαρκώς ( $R^2 = 0,24$ ), φαίνεται να διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο όπως επισημάνθηκε από άλλους (Faiola et al, 2013· Harrington, 2012). Εκτός του ότι ήταν ο παράγοντας που εξηγήθηκε λιγότερο ( $R^2 = 0,02$ ), ο ρόλος της παρουσίας ήταν ελάχιστος, έχοντας μάλιστα μικρή επίδραση μόνο στην υποκειμενική χρησιμότητα. Ενώ η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι έχει σημαντικές επιπτώσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα (ενδεικτικά, Hassell et al., 2012· Lee et al., 2010), αυτό δεν υποστηρίζεται από τα ευρήματα της παρούσας μελέτης. Ακόμη και αν η παρουσία αφαιρεθεί, το τελικό μοντέλο δεν θα επηρεαστεί πολύ. Επομένως, δεν είναι υπερβολή να αναφερθεί ότι η παρουσία δεν θα μπορούσε να θεωρηθεί παράγοντας για τα ΕΠ, όταν δεν χρησιμοποιείται εξειδικευμένος εξοπλισμός, όπως πρότειναν οι North και North (2016). Όσο για τον ρεαλισμό της εφαρμογής, αυτός αποδείχθηκε σημαντικός παράγοντας που έχει άμεσες επιπτώσεις σε όλους τους παράγοντες, εκτός από τα μαθησιακά αποτελέσματα. Από την άλλη, είχε έμμεσες επιπτώσεις μέσω της υποκειμενικής χρησιμότητας, της ευχαρίστησης και, σε μικρότερο βαθμό, μέσω των κινήτρων. Ενώ αυτά τα ευρήματα επιβεβαιώνουν την προηγούμενη έρευνα, σημειώνοντας τη σημασία του ρεαλισμού (ενδεικτικά, Dalgarno & Lee, 2010· Harrington, 2012· Lee et al., 2010), η απουσία άμεσης επίδρασης στα μαθησιακά αποτελέσματα είναι κάτι που προβληματίζει.

Τέλος, το μοντέλο βρέθηκε να μη διαφοροποιείται μεταξύ των φύλων, καθώς άνδρες και γυναίκες θεωρείται ότι έχουν παρόμοια μαθησιακά αποτελέσματα όταν χρησιμοποιούν ΕΠ, όπως αναφέρουν άλλοι μελετητές (Wrzesien & Raya, 2010).

## Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο του θεωρητικού πλαισίου που έθεσε η έρευνα, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο για την εξήγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, όταν οι ενήλικες χρησιμοποιούν ένα ΕΠ σε συνθήκες άτυπης μάθησης. Ενώ τα αποτελέσματα είναι ενδιαφέροντα, υπάρχουν περιορισμοί που απαιτούν κάποια προσοχή. Πρώτον, το μέγεθος του δείγματος, αν και επαρκές για το είδος της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε, αποτελούσαν μόνο από Έλληνες ενήλικες. Επομένως, τα αποτελέσματα δεν μπορούν εύκολα να γενικευθούν σε άλλες κατηγορίες πληθυσμού. Επιπλέον, το κοινωνικοοικονομικό προφίλ των συμμετεχόντων δεν καταγράφηκε λεπτομερώς, δεδομένου ότι η έρευνα δεν επικεντρωνόταν σε συγκεκριμένες ομάδες. Ως αποτέλεσμα, οι επιπτώσεις παραγόντων όπως το εκπαιδευτικό επίπεδο είναι άγνωστοι. Τέλος, το ΕΠ παρουσίασε το έργο μιας καλλιτέχνης· τα αποτελέσματα μπορεί να ήταν εντελώς διαφορετικά εάν ήταν άλλο το θέμα (ενδεικτικά, επιστημονικές



έννοιες). Μελληοντικές έρευνες θα επιβεβαιώσουν (ή θα απορρίψουν) την αξιολπιστία του μοντέλου. Ο ρόλος της παρουσίας απαιτεί σίγουρα μια σε βάθος εξέταση, αφού ήταν ο λιγότερο εξηγημένος παράγοντας. Σε ανάλογες έρευνες, μπορούν να συμπεριληφθούν πρόσθετοι παράγοντες με σκοπό να εξηγήσουν καλύτερα τα μαθησιακά αποτελέσματα στα ΕΠ. Μελληοντικές μελέτες μπορούν επίσης να εξετάσουν εάν το μοντέλο παραμένει αμετάβλητο σε άλλες ομάδες συμμετεχόντων ή εάν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε τύπο ΕΠ και, συνεπώς, να αυξηθεί η χρησιμότητά του στην επιστημονική κοινότητα.

Ωστόσο, οι ειδικοί που εμπλέκονται στην άτυπη μάθηση μπορούν να χρησιμοποιήσουν το μοντέλο για να σχεδιάσουν κατάλληλες στρατηγικές και μεθόδους διδασκαλίας. Μπορεί επίσης να λειτουργήσει ως εργαλείο μέτρησης των μαθησιακών αποτελεσμάτων ή/και της αποτελεσματικότητας των ΕΠ σε διάφορα περιβάλλοντα μάθησης. Συμπερασματικά, η μελέτη συμβάλλει στην έρευνα σχετικά με τον αντίκτυπο των ΕΠ στην μάθηση και ίσως τα συμπεράσματά της να φανούν χρήσιμα στους ερευνητές και τους ειδικούς της εκπαίδευσης.

## Βιβλιογραφία

- Ατσικπάση, Π. & Φωκίδης, Ε. (2018). Διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη μαθησιακή εμπειρία σε τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα σε συνθήκες άτυπης μάθησης. Διαμόρφωση και επικύρωση κλίμακας. *Εκπαιδευτικός Κύκλος*, 6(2), 118-136.
- Bentler, P. M. & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological bulletin*, 88(3), 588-606.
- Chin, W. W. (1988). Issues and opinion on structural equation modeling. *MIS Quarterly*, 22, 7-16.
- Chin, W. W., Marcolin, B. L. & Newsted, P. R. (2003). A partial least squares latent variable modeling approach for measuring interaction effects: Results from a Monte Carlo simulation study and an electronic-mail emotion/adoption study. *Information Systems Research*, 14(2), 189-217.
- 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.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P. & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8), 982-1003.
- deNoyelles, A., Hornik, S. & Johnson, R. D. (2014). Exploring the dimensions of self-efficacy in virtual world learning: Environment, task, and content. *Journal of Online Learning and Teaching*, 10(2), 255-271.
- Dilli, R., Dümenci, S. (2015). Effect of museum education on teaching extinct animals lived in anatolia to pre-school children. *Eğitimve Bilim*, 40(181), 217-230.



- Duncan, I., Miller, A. & Jiang, S. (2012). A taxonomy of virtual worlds usage in education. *British Journal of Educational Technology*, 43(6), 949-964.
- Faiola, A., Newlon, C., Pfaff, M. & Smyslova, O. (2013). Correlating the effects of flow and telepresence in virtual worlds: Enhancing our understanding of user behavior in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 1113-1121.
- Fonseca, D., Valls, F., Redondo, E. & Villagrasa, S. (2016). Informal interactions in 3D education: Citizenship participation and assessment of virtual urban proposals. *Computers in Human Behavior*, 55, 504-518.
- Gerber, B. L., Marek, E. A. & Cavallo, A. M. L. (2001). Development of an informal learning opportunities assay. *International Journal of Science Education* 23(6), 569-583.
- Hackett, A. (2014). Zigging and zooming all over the place: Young children's meaning making and movement in the museum. *Journal of Early Childhood Literacy*, 14(1), 5-27.
- 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.
- Hassell, M. D., Goyal, S., Limayem, M. & Boughzala, I. (2012). Effects of presence, copresence, and flow on learning outcomes in 3D learning spaces. *Administrative Issues Journal: Education, Practice, and Research*, 2(1), 62-73.
- Hooper-Greenhill, E. (2013). *Museums and their visitors*. Routledge.
- Jia, D., Bhatti, A. & Nahavandi, S. (2014). The impact of self-efficacy and perceived system efficacy on effectiveness of virtual training systems. *Behaviour & Information Technology*, 33(1), 16-35.
- Jones, G. & Alba, A. D. (2016). Reviewing the effectiveness and learning outcomes of a 3D virtual museum: A pilot study. In F. M. Mendes Neto & R. de Souza (Eds.), *Handbook of Research on 3-D Virtual Environments and Hypermedia for Ubiquitous Learning* (pp. 168-191). IGI Global.
- 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.
- Marsick, V. J. & Watkins, K. (1990). *Informal and incidental learning in the workplace*. New York: Routledge.
- McLellan, H. (2004). Virtual realities. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*. Mahwah, NJ: Erlbaum Associates.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W. & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Keeney-Kennicutt, W., Kwok, O. M., Cifuentes, L. & Davis, T. J. (2012). The learner characteristics, features of desktop 3D virtual reality environments, and college chemistry instruction: A structural equation modeling analysis. *Computers & Education*, 59(2), 551-568.
- Naya, V. B. & Ibáñez, L. A. H. (2015). Evaluating user experience in joint activities bet-

- ween schools and museums in virtual worlds. *Universal Access in the Information Society*, 14(3), 389-398.
- North, M. M. & North, S. M. (2016). A comparative study of sense of presence of traditional virtual reality and immersive environments. *Australasian Journal of Information Systems*, 1-15.
- Nunez, D. (2004, November). How is presence in non-immersive, non-realistic virtual environments possible? *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualisation and Interaction in Africa*, 83-86. ACM.
- Pescarin, S., Pagano, A., Wallergard, M., Hupperetz, W. & Ray, C. (2012). Evaluating virtual museums: Archeovirtual case study. *Archaeology in the Digital Era*, 74(12), 74-82.
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y. & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: a critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879-903.
- Pujol, L. & Lorente, A., (2013). The Virtual museum: a quest for the standard definition. *Archaeology in the digital era. Proceedings of the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)*, 40-48.
- Rapanotti, L., Minocha, S., Barroca, L., Boulos, M. N. & Morse, D. R. (2012). 3D virtual worlds in higher education. *Informed Design of Educational Technologies in Higher Education: Enhanced Learning and Teaching*, 212-240.
- Sanchez-Vives, M. V. & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(4), 332-339.
- Seok, K. H. & Kim, Y. S. (2014). Implementation of interactive Web 3D based virtual educational system using O3D-WebGL. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 9(4), 273-284.
- Sylaïou, S., Mania, K., Karoulis, A. & White, M. (2010). Exploring the relationship between presence and enjoyment in a virtual museum. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(5), 243-253.
- Synodi, E. (2014). Verbal communication in museum programs for young children: Perspectives from Greece and the UK. *Childhood Education*, 90(2), 116-126.
- Trilling, B. & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. John Wiley & Sons.
- Tüzün, H. & Özding, F. (2016). The effects of 3D multi-user virtual environments on freshmen university students' conceptual and spatial learning and presence in departmental orientation. *Computers & Education*, 94, 228-240.
- Voss, G. B., Nunes, F. B., Muhlbeier, A. R. K. & Medina, R. D. (2013). Context-aware virtual laboratory for teaching computer networks: a proposal in the 3D OpenSim environment. *Proceedings of the 15th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR 2013)*, 252-255. Cuiaba, Mato Grosso, Brazil.
- Wrzesien, M. & Raya, M. A. (2010). Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the E-Junior project. *Computers & Education*, 55(1), 178-187.
- Yaman, M., Nerdel, C. & Bayrhuber, H. (2008). The effects of instructional support and learner interests when learning using computer simulations. *Computers & Education*, 51, 1784-1794.