

Ανασκόπηση πεδίου της χρήσης της πλήρως εμβυθισμένης εικονικής πραγματικότητας στη μουσειακή εκπαίδευση και στην εκπαίδευση στην πολιτιστική κληρονομιά

Παναγιώτης Αντωνόπουλος, Εμμανουήλ Φωκίδης

Περίληψη

Η Πλήρως Εμβυθισμένη Εικονική Πραγματικότητα (ΠΕΕΠ) δεν ερευνηθεί αρκετά ως προς την επίδρασή της στη μάθηση. Το αντικείμενο είναι ετερογενές και σύνθετο, καθώς η ΠΕΕΠ βρίσκεται εφαρμογή σε πολλά επιστημονικά και γνωστικά πεδία. Η εργασία εστιάζει στις χρήσεις της ΠΕΕΠ στη μουσειακή εκπαίδευση και την εκπαίδευση σε θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς, παρουσιάζοντας μια ανασκόπηση πεδίου για τη χαρτογράφηση και την επανεξέταση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με αυτά τα θέματα. Εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν είκοσι άρθρα. Αυτά, αναλύθηκαν σε με βάση τα γενικά τους στοιχεία, τη μεθοδολογία τους και τα αποτελέσματά τους. Σε γενικές γραμμές, οι περισσότερες έρευνες είχαν μικρό μέγεθος δείγματος και αριθμό/διάρκεια παρεμβάσεων. Αναφορικά με τα αποτελέσματα, διαφάνηκε η καθολική υπεροχή της ΠΕΕΠ σε σύγκριση με άλλα μέσα, καθώς διαπιστώθηκε η θετική της επίδραση τόσο στην απόκτηση γνώσεων όσο και σε παράγοντες όπως η παρουσία, η εμπύθιση, η διασκέδαση και η χρηστικότητα. Από την άλλη, ο περιορισμένος αριθμός των σχετικών ερευνών η μικρή τους διάρκεια και τα μικρά μεγέθη δειγμάτων, δείχνουν ότι η έρευνα για τις χρήσεις της ΠΕΕΠ στη μουσειακή εκπαίδευση και την εκπαίδευση σε θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς είναι ακόμα σε πολύ αρχικό στάδιο, αφήνοντας περιθώριο για μελλοντικές έρευνες σε αυτά τα πεδία.

Abstract

Fully immersed virtual reality (FIVR) is not sufficiently researched in terms of its effect on learning. The subject is heterogeneous and rather complex, as FIVR finds application in many scientific and learning domains. The work focuses on the uses of FIVR in museum education and education on cultural heritage issues, presenting a scoping review to map and review the existing literature on these topics. Twenty articles have been identified and analyzed on the basis of their general data, their methodology and their results. In general, most of the included papers had a small sample size and number/duration of interventions. With regard to their results, the overall predominance of the FIVR over other means was demonstrated, as its positive effect on both knowledge acquisition and factors such as presence, immersion, entertainment and usability was found. On the other hand, the limited number of relevant research projects, their short duration and the small sample sizes, indicate that the research on the uses of FIVR in museum education and cultural heritage education is still at a very early stage, leaving room for future research in these fields.

Εισαγωγή

Χαρακτηριστικό της εποχής μας, αποτελεί η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας. Η τεχνολογία αναπτύσσεται προς όλες τις κατευθύνσεις και μεταβάλλει το πλαίσιο και τις δυνατότητες της επιστήμης, αλλά και σχεδόν κάθε πτυχής του ατομικού και κοινωνικού βίου. Μια δέσμη τεχνολογιών υλικού και λογισμικού, που έχουν έλθει τα τελευταία χρόνια στο προσκήνιο, είναι οι τεχνολογίες της Πλήρως Εμβυθισμένης Εικονικής Πραγματικότητας (ΠΕΕΠ). Ως Πλήρως Εμβυθισμένη Εικονική Πραγματικότητα μπορεί να ορισθεί εκείνη η μορφή της ΕΠ, στην οποία μέσω εξοπλισμού υψηλής

τεχνολογίας (6DoF HMD), ο χρήστης αποκόπτεται εντελώς από τον φυσικό κόσμο και εμβυθίζεται στον εικονικό (Φωκίδης, & Τσολακίδης, 2011). Η ΠΕΕΠ έχει επανέλθει τα τελευταία χρόνια δυναμικά στο προσκήνιο, λόγω της διάθεσης οικονομικά προσιτών στον μέσο χρήστη συσκευών (Αντωνόπουλος, & Φωκίδης, 2021). Αυτή η διάδοση της ΠΕΕΠ καθιστά δυνατή τη ανάπτυξη εκπαιδευτικών λογισμικών, τα οποία αφορούν πληθώρα επιστημών. Ένας από τους τομείς ενδιαφέροντος, στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών λογισμικών είναι και η Μουσειακή εκπαίδευση – εκπαίδευση στην πολιτιστική κληρονομιά. Γενική επιδίωξη των λογισμικών αυτών είναι η δημιουργία εμπειριών πρώτου προσώπου στον χρήστη (Φωκίδης, & Τσολακίδης, 2011).

Μουσειακή εκπαίδευση και εκπαίδευση στην πολιτιστική κληρονομιά

Η μουσειακή εκπαίδευση και η εκπαίδευση στην πολιτιστική κληρονομιά είναι μορφές εκπαίδευσης οι οποίες συνήθως υπάγονται στο φάσμα της Άτυπης εκπαίδευσης. Ως άτυπη εκπαίδευση μπορεί να οριστεί η εκπαίδευση που λαμβάνει χώρα εκτός της σχολικής – πανεπιστημιακής αίθουσας και εκτός του curriculum (Cerasoli et al., 2018· Fokides & Atsikrasi, 2018). Ωστόσο, κάποιες φορές, δύναται να συνδυαστεί η επίσκεψη στον μουσειακό χώρο, με την τυπική και με την μη τυπική εκπαίδευση. Η λέξη μουσείο πηγάζει από την αρχαία ελληνική λέξη "Μούσες" και παρέπεμπε σε έναν οργανωμένο χώρο που ήταν αφιερωμένος στις Μούσες (Ντίνου, 2019). Μουσείο και εκπαίδευση είναι δυο στενά αλληλοσυσχετιζόμενοι όροι μιας και ο φυσικός προορισμός του μουσείου είναι εκπαίδευση και η τέρψη. Παρόλα αυτά, η μουσειακή εκπαίδευση σαν όρος έκανε την εμφάνιση της μετά το πέρας του δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου με τα μουσεία να συνοδεύουν τα εκθέματα με ειδικές εκπαιδευτικές επιγραφές (Ντίνου, 2019). Από τότε έως σήμερα, αναπτύσσονται ποικίλα προγράμματα μουσειακής εκπαίδευσης και εκπαίδευσης στην πολιτιστική κληρονομιά, τα οποία -πολλές φορές- εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες που τους παρέχει η τεχνολογία της κάθε εποχής. Τα προγράμματα εκπαίδευσης μπορεί να αφορούν σε ένα μεγάλο φάσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας όπως: Τέχνη, Αρχαιολογία, Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά, Τεχνολογία, Λαογραφία, Φιλοσοφία. Πολλά μουσεία και χώροι πολιτισμού προσφέρουν τέτοια προγράμματα είτε δια ζώσης, είτε εξ' αποστάσεως. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου προγράμματος αποτελεί το πρόγραμμα το "Indigenous Women: Artists and Activists", του Μουσείου Smithsonian των ΗΠΑ (<https://www.si.edu/events/detail/?trumbaEmbed=eventid%3D157033275%26seotitle%3DNative-Knowledge-360-Teacher-Workshop-SeriesSession-3-Indigenous-Women-Artists-andActivists%26view%3Devent%26childview%3D%26returnUrl%3Dhttps%253A%252F%252Fwww.si.edu%252Fevents%252Fonline>). Σκοπός του προγράμματος είναι η εμβάθυνση στον κοινωνικό ρόλο και στην κοινωνική συνεισφορά ιθαγενών γυναικών, μέσω της μελέτης των έργων τέχνης τους.

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές της πλήρως εμβυθισμένης εικονικής πραγματικότητας

Οι τεχνολογίες της ΠΕΕΠ, εκτός από τον χώρο του θεάματος και της ψυχαγωγίας (ενδεικτικά, παιχνίδια στο Playstation VR), χρησιμοποιούνται και στον χώρο της εκπαίδευσης. Τα εκπαιδευτικά λογισμικά που έχουν αναπτυχθεί, καλύπτουν σχεδόν το σύνολο των εκπαιδευτικών θεμάτων. Αξίζει να αναφερθούν ενδεικτικά κάποιες χαρακτηριστικές περιπτώσεις ανάπτυξης λογισμικού: Στο πεδίο της Μηχανικής (Engineering) και των Φυσικών Επιστημών, έχουν αναπτυχθεί πολλές εφαρμογές, που καλύπτουν σχεδόν κάθε πτυχή του. Έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) (ενδεικτικά Chiluisa, 2018· Rafiee et al., 2017), εργαστήρια Μηχανικής/Φυσικών Επιστημών (ενδεικτικά Caro et al., 2018· Zafeiropoulos & Kalles 2018). Τα αποτελέσματα αναφορικά με τις επιδράσεις χρήσης των λογισμικών ΠΕΕΠ στον χώρο της Μηχανικής/Φυσικών Επιστημών αποκαλύπτονται ευεργετικά τόσο κατά μόνας, αλλά και σε σύγκριση με άλλα μέσα (ενδεικτικά, Caro et al., 2018). Στο πεδίο της ειδικής αγωγής, έχουν δημιουργηθεί λογισμικά τα οποία βοηθούν στην ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων (ενδεικτικά, Checa et al., 2019· Tzanavari et al., 2015). Τα

αποτελέσματα των ερευνών σε λογισμικά ΠΕΕΠ ειδικής αγωγής κάνουν λόγο για ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων και αυτοπεποίθησης (ενδεικτικά, Tzanavari et al., 2015). Επιπρόσθετα, εντοπίζεται παρουσία λογισμικών ΠΕΕΠ στο πεδίο της εκμάθησης ξένων γλωσσών (Reixoto et al., 2019), στο πεδίο των Μαθηματικών (Tatas, 2020), στις επιστήμες υγείας (McJunkin et al., 2018), στο πεδίο της πλοήγησης αεροσκαφών (ενδεικτικά, Valentino et al., 2017), στην πλοήγηση πλοίων (ενδεικτικά, Zhang 2018) και στη Γεωπονία (Ye et al., 2018). Σε γενικές γραμμές, τα αποτελέσματα χρήσης των τεχνολογιών ΠΕΕΠ, όταν τη δημιουργία του λογισμικού ακολουθεί έρευνα επίδρασης, αποκαλύπτονται ευεργετικά για του χρήστες. Οι χρήστες αναφέρουν -μεταξύ άλλων- απόλαυση της εμπειρίας, ικανοποίηση (ενδεικτικά Cheng et al., 2017· Reixoto et al., 2019). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα παραπάνω αναφερόμενα παραδείγματα αντιστοιχούν σε λογισμικά, τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί σε έρευνες και έχουν δημοσιευτεί σε επιστημονικά συνέδρια και περιοδικά. Υπάρχουν επιπρόσθετα πολλά παραδείγματα εκπαιδευτικών λογισμικών ΠΕΕΠ, που έχουν αναπτυχθεί από εταιρίες παραγωγής βιντεοπαιχνιδιών, τα οποία προορίζονται για ευρεία εμπορική χρήση (ενδεικτικά Dino Ecounters για το Oculus Quest).

Όπως φάνηκε από τα παραπάνω, η ΠΕΕΠ βρίσκει εφαρμογή σε μια ευρεία γκάμα επιστημονικών-εκπαιδευτικών πεδίων, επιτυγχάνοντας ενθαρρυντικά μαθησιακά αποτελέσματα. Παρόλα αυτά, δεν παύει να αποτελεί μια διαρκώς εξελισσόμενη τεχνολογία και η ανάλογη έρευνα δεν έχει συστηματοποιηθεί επαρκώς. Έτσι, η παρούσα ανασκόπηση πεδίου εστίασε στην ΠΕΕΠ και τις εφαρμογές της στη μουσειακή εκπαίδευση και την εκπαίδευση που αφορά θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς, επιχειρώντας να αποτυπώσει την υπάρχουσα βιβλιογραφία, ώστε να αναδειχθεί καλύτερα ο αντίκτυπος της, σε επίπεδο μάθησης, σε αυτούς τους τομείς. Ένα ενδιαφέρον στοιχείο είναι ότι δεν εντοπίστηκαν ανάλογες ανασκοπήσεις στη διεθνή βιβλιογραφία, καθιστώντας χρήσιμη την παρούσα εργασία.

Μέθοδος

Όπως ήδη αναφέρθηκε, σκοπός της ανασκόπησης είναι η διερεύνηση της γνωστικής επίδρασης, αλλά και άλλων παραγόντων σχετιζόμενων με τη χρήση της ΠΕΕΠ στη μουσειακή εκπαίδευση και την εκπαίδευση σε θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς. Συνεπώς, τα ερευνητικά ερωτήματα που διερευνήθηκαν είναι:

- Ποια είναι η έκταση της βιβλιογραφίας που σχετίζεται με τη χρήση ΠΕΕΠ σε θέματα που αφορούν τη μουσειακή εκπαίδευση και την εκπαίδευση σε θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς;
- Ποια είναι η γνωστική επίδραση εφαρμογών ΠΕΕΠ που αφορούν μουσειακή εκπαίδευση και την εκπαίδευση σε θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς;
- Ποιοι παράγοντες επιδρούν στην εμπειρία χρήσης εφαρμογών ΠΕΕΠ που αφορούν μουσειακή εκπαίδευση και την εκπαίδευση σε θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς;

Από τα διαθέσιμα είδη ανασκοπήσεων, επιλέχθηκε η ανασκόπηση πεδίου (scoping review). Αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο, καθώς καθορίζει το εύρος της βιβλιογραφίας για ένα θέμα, συγκεντρώνοντας και αξιολογώντας βιβλιογραφικά δεδομένα που αφορούν το θέμα αυτό (Munn et al., 2018). Σύμφωνα με τους Arksey και O'Malley (2005) η ανασκόπηση πεδίου:

- Αποτελεί έναν χρήσιμο τρόπο χαρτογράφησης πεδίων επιστημονικής έρευνας, όπου είναι δύσκολο να καθοριστεί το εύρος των δεδομένων που είναι διαθέσιμο.
- Μπορεί να προσδιορίσει την αξία εκπόνησης συστηματικής ανασκόπησης.
- Συνοψίζει και επικοινωνεί τα ευρήματα ερευνών.
- Εντοπίζει κενά στην υπάρχουσα βιβλιογραφία.

Επίσης, διαρθρώνεται σε έξι επιμέρους στάδια (Liu et al., 2015):

- Προσδιορισμός ερευνητικών ερωτημάτων.

- Εύρεση σχετικών μελετών.
- Επιλογή μελετών.
- Χαρτογράφηση δεδομένων.
- Σύγκριση δεδομένων.
- Συμπεράσματα.

Για την εύρεση επιστημονικών άρθρων, χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω αποθετήρια: (α) Google Scholar, (β) Science Direct, (γ) Scopus και (δ) ERIC. Ως λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν οι συνδυασμοί των λέξεων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Το χρονικό πλαίσιο ορίστηκε από το 2010 έως το 2021.

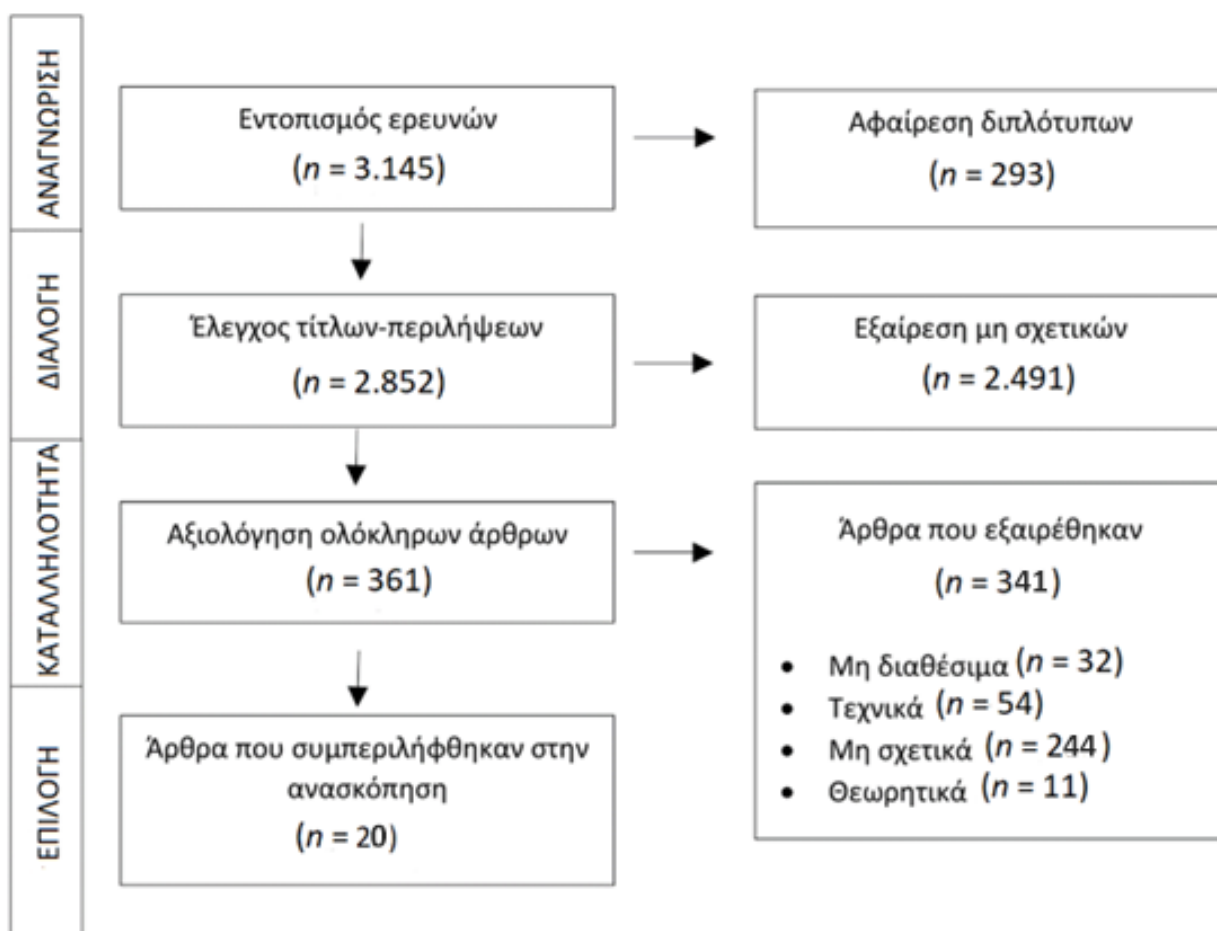
Πίνακας 1. Λέξεις-κλειδιά

Μουσειακή Εκπαίδευση, εκπαίδευση στον πολιτισμό	Εικονική Πραγματικότητα
cultural heritage, museum, education	HMD(s), Oculus Rift, Oculus Quest, HTC VIVE, fully immersive virtual reality

Τα κριτήρια αποκλεισμού άρθρων αυτά ήταν:

- Τεχνολογικά: Η ανασκόπηση αφορά ΠΕΕΠ, επομένως αποκλείστηκαν συσκευές με χαμηλή αίσθηση εμβύθισης (ενδεικτικά Google Cardboard).
- Είδους: Εξαιρέθηκαν κλειδωμένα άρθρα, άρθρα που ήταν προσβάσιμη μόνο η περίληψη τους ή μέρος τους. Επίσης, εξαιρέθηκαν άρθρα που δεν περιλάμβαναν εμπειρική έρευνα (τεχνικά, θεωρητικά, ανασκοπήσεις) καθώς και πτυχιακές/ διπλωματικές εργασίες).

Η διαδικασία επιλογής των άρθρων βασίστηκε στο διάγραμμα ροής Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Moher et al., 2009). Το διάγραμμα ροής PRISMA τυποποιεί την διαδικασία ανασκόπησης, προσδίδοντας της διαφάνεια. Διαρθρώνεται σε τέσσερα στάδια (Moher et al., 2009): (α) Αναγνώριση (Identification), (β) Διαλογή (Screening), (γ) Καταλληλόλητα (Eligibility) και (δ) Επιλογή (Included). Τα στάδια αυτά και ο αντίστοιχος αριθμός άρθρων σε αυτά, παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Το διάγραμμα ροής PRISMA της ανασκόπησης

Ανάλυση αποτελεσμάτων

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, τελικά περιλήφθηκαν είκοσι άρθρα, τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Αυτά, αναλύθηκαν με βάση τρεις άξονες: (α) τα γενικά τους στοιχεία, (β) τη μεθοδολογία τους και (γ) τα αποτελέσματά τους. Αναφορικά με τα γενικά στοιχεία των άρθρων, αυτά περιλαμβάνουν το έτος δημοσίευσης, το είδος της δημοσίευσης και τη χώρα προέλευσης. Ο άξονας του σκοπού περιλαμβάνει: (α) το γνωστικό αντικείμενο, (β) την ομάδα-στόχο, (γ) τον ερευνητικό σχεδιασμό και εργαλεία, (δ) το μέγεθος του δείγματος, (ε) τη διάρκεια της παρέμβασης και (στ) τα τεχνολογικά μέσα.

Πίνακας 2. Τα είκοσι επιλεγθέντα άρθρα

α/α	Αναφορά	Τίτλος
1	Andreoli et al., 2019	A framework to design, develop, and evaluate immersive and collaborative serious games in cultural heritage
2	Battisti & Stefano, 2018	Virtual Reality meets Degas: an immersive framework for art exploration and learning
3	Caputo, et al., 2019	A comparison of navigation techniques in a virtual museum scenario
4	Cecotti et al., 2020	Virtual reality for immersive learning in art history
5	Checa & Bustillo, 2020	Advantages and limits of virtual reality in learning processes: Briviesca in the fifteenth century

6	Christofi et al., 2018	A tour in the archaeological site of choirokoitia using virtual reality: a learning performance and interest generation assessment.
7	Duer et al., 2020	Making the invisible visible: Illuminating the hidden histories of the World War I tunnels at Vauquois through a hybridized virtual reality exhibition
8	Egea-Vivancos & Arias-Ferrer, 2020	Principles for the design of a history and heritage game based on the evaluation of immersive virtual reality video games
9	Fabola et al., 2017	A virtual museum installation for time travel
10	Ghani et al., 2016	Sense of place in immersive architectural virtual heritage environment
11	Ghani et al., 2019	The effect of immersion towards place presence in virtual heritage environments
12	Häkkinilä et al., 2019	Visiting a virtual graveyard: designing virtual reality cultural heritage experiences
13	Luigini et al., 2020	Immersive and participatory serious games for heritage education, applied to the cultural heritage of South Tyrol
14	Marín-Morales et al., 2018	Presence and navigation: a comparison between the free exploration of a real and a virtual museum
15	Marín-Morales et al., 2019a	Navigation comparison between a real and a virtual museum: time-dependent differences using a head mounted display
16	Marín-Morales et al., 2019b	Real vs. immersive-virtual emotional experience: Analysis of psycho-physiological patterns in a free exploration of an art museum
17	Miura et al., 2018	Virtual museum for people with low vision: comparison of the experience on flat and head-mounted displays
18	Pagano et al., 2020	Arkaevision vr game: User experience research between real and virtual Paestum
19	Rudi, 2021	Designing soundscapes for presence in virtual reality exhibitions: A study of visitor experiences
20	Zhao et al., 2018	VR touch museum

Γενικά στοιχεία

Αναφορικά με το έτος δημοσίευσης, από ένα άρθρο δημοσιεύτηκε τα έτη 2016, 2017 και 2021, τέσσερα το 2018, επτά το 2019 και έξι το 2020. Παρά το γεγονός ότι αναζητήθηκαν άρθρα από το 2010, η ΠΕΕΠ άρχισε να διαδίδεται μετά το 2015, κάτι που αντανακλάται και στα έτη δημοσίευσης των άρθρων. Επτά από τα είκοσι άρθρα είχαν περιληφθεί σε πρακτικά συνεδρίων και τα υπόλοιπα δημοσιεύτηκαν σε επιστημονικά περιοδικά (n=10) και workshops (n=3). Η Ιταλία και η Ισπανία φαίνεται να είναι οι χώρες στις οποίες έγιναν οι περισσότερες έρευνες (από πέντε σε κάθε χώρα), ακολουθούμενες από τις ΗΠΑ (τρεις), τη Μαλαισία και το Ηνωμένο Βασίλειο (από δύο), ενώ μία έρευνα έγινε στην Ιαπωνία, τη Φιλανδία και τη Χιλή.

Ανάλυση μεθοδολογίας

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται το πλήθος των άρθρων ανά επιμέρους γνωστικό αντικείμενο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατηγοριοποίηση των άρθρων δεν μπορεί να θεωρηθεί απόλυτα ακριβής, καθώς τα γνωστικά αντικείμενα των άρθρων είτε συγκλίνουν είτε αλληλο-επικαλύπτονται. Για παράδειγμα, μια έρευνα που αφορά την εκπαίδευση με θέμα κάποιο ιστορικό γεγονός, εμπίπτει τόσο στην κατηγορία

της μουσειακής εκπαίδευσης όσο και στην κατηγορία της ιστορικής εκπαίδευσης. Η κατηγοριοποίηση βασίστηκε κυρίως στον αυτοχαρακτηρισμό των άρθρων από τους συγγραφείς τους.

Πίνακας 3. Πλήθος άρθρων ανά γνωστικό αντικείμενο

Γνωστικό αντικείμενο	Πλήθος άρθρων (n = 20)
Ιστορική εκπαίδευση	3
Μουσειακή Εκπαίδευση	8
Εκπαίδευση στην Τέχνη	3
Εκπαίδευση στην πολιτιστική κληρονομιά	6

Ο Πίνακας 4 παρουσιάζει την ομάδα στόχο των ερευνών. Η πλέον δημοφιλής ομάδα είναι οι ενήλικες. Αυτό συμβαίνει γιατί στις εφαρμογές μουσειακής εκπαίδευσης το δείγμα είναι συνήθως επισκέπτες μουσείων. Επιπρόσθετα, αρκετές έρευνες δεν είχαν ομοιογενές δείγμα. Για παράδειγμα, μια έρευνα μπορεί να περιλάμβανε ταυτόχρονα προπτυχιακούς φοιτητές, διδακτορικούς φοιτητές, εργαζόμενους σε διοικητικές θέσεις στο Πανεπιστήμιο και καθηγητές Πανεπιστημίου. Σε αυτές τις περιπτώσεις η ομάδα στόχου καταχωρήθηκε ως ενήλικες χωρίς ιδιότητα. Τέλος, από το σύνολο των είκοσι ερευνών, πέντε περιλάμβαναν δύο ομάδες υποκειμένων, μία έρευνα είχε τρεις ομάδες υποκειμένων και οι υπόλοιπες είχαν μία ομάδα.

Πίνακας 4. Συνδυασμοί ομάδων στόχου

Ομάδες στόχος	Έρευνες
Δημοτικό	2
Γυμνάσιο	3
Λύκειο	3
Φοιτητές	2
Ενήλικες	10
Χωρίς αναφορά	1
Ενήλικες χωρίς ιδιότητα	6
Όλες οι ηλικίες	3

Σημείωση. Ο άθροισμα των ερευνών είναι μεγαλύτερο του είκοσι, καθώς, όπως αναφέρθηκε, αρκετές είχαν παραπάνω από μία ομάδα στόχο

Αναφορικά με τον ερευνητικό σχεδιασμό και τα εργαλεία συλλογής δεδομένων, τα αποτελέσματα της ανασκόπησης παρουσιάζονται στους πίνακες 5, 6 και 7.

Πίνακας 5. Ποσοτικές έρευνες

Σχεδιασμός έρευνας	Ποσοτικές έρευνες (n = 15)								
	Ομάδες				Εργαλείο				
	1	2	3	4	Ερωτηματολόγιο	Τεστ	Συνέντευξη	Παρατήρηση	Άλλο
Μεταξύ υποκειμένων	-	5	2	1	6	1	-	-	1
Εντός υποκειμένων	3	-	-	-	3	-	-	-	-
Pre-post	4	-	-	-	3	-	-	1	-
Σύνολο	7	5	2	1	12	1	-	1	-

Πίνακας 6. Ποιοτικές έρευνες

Ποιοτικές έρευνες (n=3)				
Ερωτηματολόγιο	Τεστ	Συνέντευξη	Συζήτηση	Άλλο
-	-	2	-	1

Πίνακας 7. Μικτές έρευνες

Σχεδιασμός έρευνας	Μικτές έρευνες (n = 2)								
	Ομάδες				Εργαλείο				
	1	2	3	4	Ερωτηματολόγιο	Τεστ	Συνέντευξη	Παρατήρηση	Άλλο
Μεταξύ υποκειμένων	-	2	-	-	2	-	-	-	-
Εντός υποκειμένων	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pre-post	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σύνολο	-	2	-	-	2	-	-	-	-

Ο Πίνακας 8 παρουσιάζει τα μεγέθη των δειγμάτων που είχαν οι έρευνες. Μια πρώτη παρατήρηση είναι ότι ελάχιστες έρευνες είχαν σημαντικό μέγεθος δείγματος (πάνω από ενενήντα άτομα).

Πίνακας 8. Μέγεθος δείγματος

Μέγεθος δείγματος	Ποσοτική και Μικτή			Ποιοτική
	Μεταξύ υποκειμένων	Εντός υποκειμένων	Pre-post	
1-10		1		
11-20	1		1	2
21-30	2	1		
31-40		1	1	
41-50	1			
51-60	4			
61-70			1	
71-80				
91-100	1			
101-110				
111-120				
131 και πάνω	1		1	
Χωρίς αναφορά				1
Σύνολο	10	3	4	3

Ο Πίνακας 9 δείχνει τη διάρκεια των παρεμβάσεων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία παρουσιάζονται με επιφύλαξη καθώς αρκετά άρθρα είτε δεν ανέφεραν διάρκεια, είτε δεν ανέφεραν εάν στο χρόνο περιλαμβάνονταν και ο χρόνος συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων ή των άλλων ερευνητικών εργαλείων.

Πίνακας 9. Διάρκεια παρεμβάσεων

Διάρκεια παρέμβασης	Ποσοτικές	Ποιοτικές	Μικτές
1'-9'	1	-	-
10'-20'	2	-	-
30'-60'	3	-	1
80' και άνω	1	-	-
Χωρίς αναφορά	9	3	1
Σύνολο	15	3	2

Ο Πίνακας 10 παρουσιάζει τα τεχνολογικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν στις έρευνες. Η περισσότερο δημοφιλής συσκευή είναι το Oculus Rift και έπεται το HTC Vive.

Πίνακας 10. Τα τεχνολογικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε παρέμβαση

Πλήθος μέσων	Μέσα									Σύνολο
	OR	HV	SA	DES	GL	ΠΔ	PC	ΔΠ	ΔΑ	
Ένα	x									7
		x								3
			x							1
								x		1
Δύο	x			x						1
	x	x								1
	x				x					1
		x				x				2
				x					x	1
			x	x						1
Τρία	x				x		x			1

Σημειώσεις. OR: Oculus Rift, HV: HTC Vive, SA: Samsung Odyssey, DES: Οθόνη – βίντεο, GL: Στερεοσκοπικά Γυαλιά, ΠΔ = πραγματική δραστηριότητα, PC = ηλεκτρονικός υπολογιστής, ΔΠ = διαδραστικός πίνακας, ΔΑ = Δεν αναφέρεται τι είδους HMD χρησιμοποιήθηκε

Ο Πίνακας 11 παρουσιάζει τις κατηγορίες των ερευνητικών ερωτημάτων/υποθέσεων που εξέτασαν οι εργασίες. Όπως είναι λογικό, η απόκτηση γνώσεων ήταν από τα συχνότερα ερωτήματα (αλλά όχι το συχνότερο). Η παρουσία μαζί με την εμπύθιση (συγγενικό αλλά όχι ταυτόσημο όρο), φαίνεται ότι συγκέντρωσαν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον των ερευνητών. Αρκετά συχνά εξετάστηκαν η εμπειρία χρήστη, η διασκέδαση-ευχαρίστηση από τη χρήση και τεχνικά θέματα όπως η χρηστικότητα και η πλοήγηση.

Πίνακας 11. Κατηγορίες ερευνητικών ερωτημάτων

Κατηγορία ερευνητικού ερωτήματος	Ερευνητικό ερώτημα	Συχνότητα
Γνωστική Επίδραση	Γνώσεις	7
	Έλεγχος	2
Τεχνικά Ζητήματα	Χρηστικότητα (usability)	3
	Πλοήγηση	2
	Παρουσία	8
Συναισθηματική Επίδραση/ Εμπειρία	Εμπύθιση	2
	Στάσεις	1
	Ευχαρίστηση-Διασκέδαση	2
	Εμπλοκή	1
	Ενδιαφέρον	1
	Συναισθήματα	1
	Γνωστικό φορτίο	1
	Ιστορική Ενσυναίσθηση	1
	Προσοχή	1
	Εμπειρία χρήστη	4
	Simulator sickness	1

Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Τα άρθρα αναλύθηκαν ως προς τα αποτελέσματα τους. Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται στοιχεία ανά είδος αποτελέσματος (θετικό, ουδέτερο, αρνητικό, ασαφές). Να σημειωθεί ότι στην περίπτωση που η ΠΕΕΠ αποτελούσε το μοναδικό μέσο της έρευνας, το αποτέλεσμα κρίθηκε με βάση την θετική ή όχι επίδραση στα υποκείμενα. Από όλο το φάσμα των παραγόντων και των ερευνητικών ερωτημάτων που περιλάμβαναν οι έρευνες επιλέχθηκαν τα οκτώ περισσότερο κοινά ερευνητικά ερωτήματα (παρουσία, γνώσεις, ευχαρίστηση, εμπειρία, εμπύθιση, χρηστικότητα, πλοήγηση, έλεγχος). Όπως φαίνεται, η ΠΕΕΠ είχε θετική επίδραση σε όλους τους παράγοντες, στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων.

Πίνακας 12. Αποτελέσματα άρθρων

Είδος αποτ.	Παρ.	Γν.	Ευχαρ.	Εμπ.	Εμβ.	Χρηστ.	Πλοήγ.	Έλεγ.
Θετικό	8	7	2	4	2	3	1	2
Ουδέτερο	-	-	-	-	-	-	1	-
Αρνητικό	-	-	-	-	-	-	-	-
Ασαφές	-	-	-	-	-	-	-	-

Σημειώσεις. Είδος αποτ. = είδος αποτελέσματος, Γν. = γνώσεις, Ευχαρ. = ευχαρίστηση, Εμπ. = εμπειρία χρήστη, Εμβ. = εμπύθιση, Χρηστ. = χρηστικότητα, Πλοήγ. = πλοήγηση, Έλεγ. = έλεγχος

Συζήτηση

Ένα πρώτο στοιχείο που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι η παρά το γεγονός ότι η αναζήτηση εντόπισε αρχικά παραπάνω από τρεις χιλιάδες άρθρα που αφορούσαν την ΠΕΕΠ σε σχέση με την μουσειακή εκπαίδευση και την εκπαίδευση σε θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς, τελικά, μόνο είκοσι περιλήφθηκαν στην ανασκόπηση. Αυτό δείχνει με ξεκάθαρο τρόπο ότι οι ερευνητικές εργασίες, πλην λίγων εξαιρέσεων, δεν εστίασαν στην έρευνα για την επίδραση της ΠΕΕΠ. Πράγματι, μεγάλος αριθμός άρθρων είχε τεχνολογικό και όχι ερευνητικό προσανατολισμό. Για παράδειγμα, αρκετά μεγάλος αριθμός άρθρων αφορούσε την ανάπτυξη λογισμικού, χωρίς όμως αυτό να συνοδεύεται από ανάλογη έρευνα (ενδεικτικά, Chane et al., 2013· Clini et al., 2018· Smith et al., 2019).

Όμως, ο μικρός αριθμός άρθρων δεν ήταν το μόνο πρόβλημα, καθώς διαπιστώθηκαν σοβαρά μεθοδολογικά προβλήματα. Ένα τέτοιο ήταν τα μεγέθη των δειγμάτων. Παρατηρήθηκε ότι ο μεγαλύτερος αριθμός των εργασιών περιλάμβανε μικρό μέγεθος δείγματος, καθώς ήταν σημαντικά μικρότερος των πενήντα ατόμων (ενδεικτικά, Christofi et al. 2018· Häkkinä et al., 2019· Miura et al., 2018). Μόλις τέσσερις εργασίες είχαν δείγμα μεγαλύτερο των ενενήντα ατόμων (Battisti & Stefano, 2018· Checa & Bustillo, 2020· Pagano et al., 2020· Rudi, 2021). Αυτό μπορεί να οφείλεται σε λόγους ευκολίας των ερευνητών ή/και σε αδυναμία απόκτησης αρκετών συσκευών ΠΕΕΠ, μιας και το κόστος τους δεν είναι αμελητέο. Ως προς την ομάδα στόχο των ερευνητικών άρθρων, η πλέον δημοφιλής είναι αυτή των ενηλίκων χωρίς ιδιότητα (πάνω από τα μισά άρθρα που περιλήφθηκαν στην ανασκόπηση) (ενδεικτικά, Häkkinä et al., 2019· Marín -Morales et al., 2018· Miura et al., 2018). Αυτό, ίσως να οφείλεται αφενός σε λόγους ευκολίας, μιας και η μη συμπερίληψη ανηλίκων αποδεσμεύει τον ερευνητή από την ανάγκη να έχει τη συναίνεση των γονέων/κηδεμόνων και αφετέρου στο ότι οι περισσότερες έρευνες έχουν περισσότερο τεχνικό χαρακτήρα, με σκοπό κυρίως τον έλεγχο των εφαρμογών, χωρίς να ενδιαφέρει ιδιαίτερα η απόκτηση γνώσεων. Επιπρόσθετα, πιθανόν και πάλι για λόγους ευκολίας, αρκετές έρευνες περιέλαβαν υποκείμενα από ετερογενείς ομάδες που χρησιμοποιούν τον ίδιο χώρο (ενδεικτικά φοιτητές, εργαζόμενοι στο Πανεπιστήμιο, καθηγητές Πανεπιστημίου) (ενδεικτικά, Fabola et al., 2017· Ghani et al., 2016· Ghani et al., 2019). Αναφορικά με τον χρόνο που διάρκεσαν οι παρεμβάσεις, εντύπωση προκαλεί ότι οι περισσότερες έρευνες δεν

ανέφεραν διάρκεια και μόνο δύο ανέφεραν αριθμό παρεμβάσεων. Από την άλλη, πολλές από όσες ανέφεραν διάρκεια, δεν αποσαφήνισαν αν ο αναφερόμενος χρόνος αφορά μόνο τη διάδραση των χρηστών με τα μέσα ή περιλαμβάνει και τον χρόνο χορήγησης των ερευνητικών εργαλείων (ενδεικτικά, συμπλήρωση ερωτηματολογίου). Σε όσες περιπτώσεις αναφέρθηκε διάρκεια αυτή ήταν μεταξύ 30' και 60' (ενδεικτικά, Andreoli et al., 2017· Checa & Bustillo, 2020· Pagano et al., 2020).

Οι ερευνητικές εργασίες χρησιμοποίησαν μια ποικιλία μέσων, με τις περισσότερες να έχουν αξιοποιήσει μόνο ένα μέσο/συσκευή ΠΕΕΠ. Η πιο δημοφιλής συσκευή ήταν το Oculus Rift, κάτι που ήταν αναμενόμενο, καθώς αποτελεί την πρώτη προσιτή για ευρύ κοινό συσκευή ΠΕΕΠ (Rodriguez, 2016). Δύο μέσα χρησιμοποίησαν πολύ λιγότερες έρευνες και τρία μέσα μόλις μία. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των μέσων τόσο μειώνεται ο αριθμός των ερευνών, γεγονός αναμενόμενο, καθώς η αύξηση των τεχνολογικών μέσων οδηγεί σε αύξηση του κόστους, και, γενικότερα, ανεβάζει την πολυπλοκότητα της ερευνητικής διαδικασίας.

Οι ερευνητικές εργασίες εξέτασαν είκοσι έναν παράγοντες, με περισσότερο δημοφιλή τον παράγοντα παρουσία και τον συγγενικό της παράγοντα, αυτόν της εμπύθισης. Οι δύο παραπάνω παράγοντες εξετάζονται σε μεγάλο βαθμό σε εφαρμογές που αφορούν την εικονική πραγματικότητα και θεωρείται ότι επιδρούν σημαντικά στην απόκτηση γνώσεων (Huang et al., 2019). Αρκετές έρευνες διερεύνησαν την επίδραση της ΠΕΕΠ στην απόκτηση γνώσεων, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες (ενδεικτικά, Andreoli et al., 2017· Christofi et al., 2018· Checa & Bustillo, 2020). Σχεδόν καθολικά, οι έρευνες που περιλήφθηκαν σε αυτή την ανασκόπηση, κατέληξαν στο ότι η ΠΕΕΠ έχει θετική επίδραση στους παράγοντες που εξετάστηκαν και ότι υπερτερεί άλλων μέσων (ενδεικτικά, Andreoli et al., 2017· Battisti & Stefano, 2018· Caputo, et al., 2019· Christofi et al., 2018· Duer et al., 2020). Μόνο σε τρεις περιπτώσεις τα αποτελέσματα ήταν ουδέτερα (Christofi et al. 2018· Ghani et al., 2016· Ghani et al., 2019). Εξαίρεση στην θετική επίδραση της ΠΕΕΠ αποτελεί η ανίχνευση του παράγοντα cybersickness.

Περιορισμοί της έρευνας

Παρότι η αναζήτηση για σχετικά άρθρα ήταν εξονυχιστική, πάντα υπάρχει η πιθανότητα να διέφυγαν κάποια που θα έπρεπε να περιληφθούν. Αυτό γιατί δεν υπήρχε πρόσβαση σε ορισμένες βάσεις επιστημονικών άρθρων, όπως αυτές που απαιτούν συνδρομή. Έτσι, προτείνεται οι μελλοντικές έρευνες να επεκτείνουν το εύρος αναζήτησης, περιλαμβάνοντας περισσότερες βάσεις επιστημονικών άρθρων. Ακόμη, μπορεί να γίνει πιο ενδελεχής ανάλυση για τους παράγοντες που επηρεάζουν τα αποτελέσματα από τη χρήση εφαρμογών ΠΕΕΠ, καθώς η παρούσα ανασκόπηση εστίασε στους οκτώ συνηθέστερους. Τέλος, καθώς η ανασκόπηση εστίασε στην ΠΕΕΠ και τις χρήσεις της στην μουσειακή εκπαίδευση και στην εκπαίδευση στην πολιτιστική κληρονομιά, προτείνεται να γίνουν ανάλογες ανασκοπήσεις και σε άλλους επιστημονικούς τομείς και γνωστικά αντικείμενα, ώστε να υπάρξει μια πιο σφαιρική εικόνα για το θέμα αυτό.

Συμπεράσματα

Η παρούσα ανασκόπηση αποτελεί καινοτομία στον χώρο της χρήσης ΠΕΕΠ στη μουσειακή εκπαίδευση και στην εκπαίδευση στην πολιτιστική κληρονομιά, μιας και δεν κατέστη δυνατός ο εντοπισμός άλλης ανασκόπησης που να αφορά το ίδιο θέμα. Ο αριθμός των άρθρων που βρέθηκαν και αναλύθηκαν θα μπορούσε να χαρακτηριστεί μικρός, πράγμα που καταδεικνύει ότι η έρευνα σε αυτούς τους τομείς είναι σε πολύ αρχικό στάδιο. Το υλικό ΠΕΕΠ που χρησιμοποιείται περισσότερο είναι το Oculus Rift και ακολουθεί το HTC Vive. Η πλειοψηφία των ερευνών δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερα σχολαστική, μιας και τα ομολογουμένως -πολλές φορές- άρτια λογισμικά δεν ερευνώνται ενδελεχώς, έτσι ώστε να προσδιοριστούν οι μαθησιακές και εμπειρικές τους

επιδράσεις. Φάνηκε ότι πολλές φορές η έρευνα έχει ως σκοπό απλώς την αξιολόγηση του λογισμικού. Επιπρόσθετα φαίνεται ότι ενώ οι τεχνολογίες ΠΕΕΠ χρησιμοποιούνται ως εκπαιδευτικά μέσα μουσειακής εκπαίδευσης, δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία έρευνα αναφορικά με την γνωστική και συναισθηματική τους επίδραση, στον χώρο της Αρχαίας Ελληνικής τεχνολογίας. Επίσης, αποκαλύφθηκε ο περιορισμός των περισσότερων ερευνών αναφορικά με το δείγμα και τον αριθμό των εκπαιδευτικών μέσων/υλικού.

Βιβλιογραφία

- Αντωνόπουλος, Π., & Φωκίδης, Ε. (2021). Δημιουργία εφαρμογής πλήρους εμβυθισμένης εικονικής πραγματικότητας για τη διδασκαλία στοιχείων της Αρχαίας Ελληνικής τεχνολογίας. *1ο Διεθνές Διαδικτυακό Εκπαιδευτικό Συνέδριο Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες*, (1), 618-627. <https://doi.org/10.12681/online-edu.3273>
- Ντίνου, Μ. Μ. (2019). *Αξιολόγηση της μουσειακής μάθησης: η εφαρμογή του εργαλείου των γενικών μαθησιακών αποτελεσμάτων στο μουσείο παιδείας του πανεπιστημίου Αθηνών* (Doctoral dissertation, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ). Σχολή Φιλοσοφικής. Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας).
- Φωκίδης, Ε, Τσολακίδης Κ., &. (2011). Η εικονική πραγματικότητα στην εκπαίδευση θεωρία και πράξη. Εκδόσεις Διάδραση
- Andreoli, R., Corolla, A., Faggiano, A., Malandrino, D., Pirozzi, D., Ranaldi, M., ... & Scarano, V. (2017). A framework to design, develop, and evaluate immersive and collaborative serious games in cultural heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 11(1), 1-22. <https://doi.org/10.1145/3064644>
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Battisti, F., & Di Stefano, C. (2018, November). Virtual Reality meets Degas: an immersive framework for art exploration and learning. *Proceedings of the 2018 7th European Workshop on Visual Information Processing (EUVIP)*, 1-5. IEEE. <https://doi.org/10.1109/EUVIP.2018.8611753>
- Caputo, A., Borin, F., & Giachetti, A. (2019). A comparison of navigation techniques in a virtual museum scenario. In S. Rizvic & K. Rodriguez Echavarria (Eds), *Proceedings of the EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage*, 51-58. EUROGRAPHICS Digital Library. <https://doi.org/10.2312/gch.20191348>
- Caro, V., Carter, B., Dagli, S., Schissler, M., & Millunchick, J. (2018, October). Can virtual reality enhance learning: A case study in materials science. In 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-4). IEEE. <https://doi:10.1109/fie.2018.8659267>
- Cecotti, H., Day-Scott, Z., Huisinga, L., & Gordo-Pelaez, L. (2020). Virtual reality for immersive learning in art history. *Proceedings of the 2020 6th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)*, 16-23. IEEE. <https://doi.org/10.23919/iLRN47897.2020.9155108>
- Cerasoli, C. P., Alliger, G. M., Donsbach, J. S., Mathieu, J. E., Tannenbaum, S. I., & Orvis, K. A. (2018). Antecedents and outcomes of informal learning behaviors: A meta-analysis. *Journal of Business and Psychology*, 33(2), 203-230. <https://doi:10.1007/s10869-017-9492-y>
- Chane, C. S., Mansouri, A., Marzani, F. S., & Boochs, F. (2013). Integration of 3D and multispectral data for cultural heritage applications: Survey and perspectives. *Image and Vision Computing*, 31(1), 91-102.
- Checa, D., & Bustillo, A. (2020). Advantages and limits of virtual reality in learning processes: Briviesca in the fifteenth century. *Virtual Reality*, 24(1), 151-161. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00389-7>

- Checa, D., Ramon, L., & Bustillo, A. (2019, June). Virtual Reality Travel Training Simulator for People with Intellectual Disabilities. In International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics (pp. 385-393). Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25965-5>
- Cheng, A., Yang, L., & Andersen, E. (2017, May). Teaching language and culture with a virtual reality game. In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 541-549). <https://doi.org/10.1145/3025453.3025857>
- Chiluisa, M. G., Mullo, R. D., & Andaluz, V. H. (2018, November). Training in Virtual Environments for Hybrid Power Plant. Proceedings of the International Symposium on Visual Computing, 193-204. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03801-4_18
- Christofi, M., Kyriltsias, C., Michael-Grigoriou, D., Anastasiadou, Z., Michaelidou, M., Papamichael, I., & Pieri, K. (2018). A tour in the archaeological site of Choirokoitia using virtual reality: a learning performance and interest generation assessment. In *Advances in digital cultural heritage*, 208-217. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75789-6_15
- Clini, P., Ruggeri, L., Angeloni, R., & Sasso, M. (2018). Interactive immersive virtual museum: Digital documentation for virtual interaction. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 42(2).
- Duer, Z., Ogle, T., Hicks, D., Fralin, S., Tucker, T., & Yu, R. (2020). Making the invisible visible: Illuminating the hidden histories of the World War I tunnels at Vauquois through a hybridized virtual reality exhibition. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 40(4), 39-50. <https://doi.org/10.1109/MCG.2020.2985166>
- Egea-Vivancos, A., & Arias-Ferrer, L. (2020). Principles for the design of a history and heritage game based on the evaluation of immersive virtual reality video games. *E-Learning and Digital Media*, 2042753020980103. <https://doi.org/10.1177/2042753020980103>
- Fabola, A., Kennedy, S., Miller, A., Oliver, I., McCaffery, J., Cassidy, C., ... & Vermehren, A. (2017). A virtual museum installation for time travel. *Proceedings of the International Conference on Immersive Learning*, 255-270. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60633-0_21
- Fokides, E., & Atsikpasi, P. (2018). Development of a model for explaining the learning outcomes when using 3D virtual environments in informal learning settings. *Education and Information Technologies*, 23(5), 2265-2287. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9719-1>
- Ghani, I., Rafi, A., & Woods, P. (2016). Sense of place in immersive architectural virtual heritage environment. *Proceedings of the 2016 22nd International Conference on Virtual System & Multimedia (VSMM)*, 1-8. IEEE. <https://doi.org/10.1109/VSMM.2016.7863169>
- Ghani, I., Rafi, A., & Woods, P. (2019). The effect of immersion towards place presence in virtual heritage environments. *Personal and Ubiquitous Computing*, 24(6), 861-872. <https://doi.org/10.1007/s00779-019-01352-8>
- Häkikilä, J., Hannula, P., Luiro, E., Launne, E., Mustonen, S., Westerlund, T., & Colley, A. (2019). Visiting a virtual graveyard: designing virtual reality cultural heritage experiences. *Proceedings of the 18th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, 1-4. ACM. <https://doi.org/10.1145/3365610.3368425>
- Huang, Y. C., Backman, S. J., Backman, K. F., McGuire, F. A., & Moore, D. (2019). An investigation of motivation and experience in virtual learning environments: a self-determination theory. *Education and Information Technologies*, 24(1), 591-611. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9784-5>
- Liu, R. H., Irwin, J. D., & Morrow, D. (2015). Health behaviour outcomes of co-active coaching interventions: a scoping review. *International Journal of Evidence Based Coaching and Mentoring*, 13(1), 15-42. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.899330173917227>
- Luigini, A., Parricchi, M. A., Basso, A., & Basso, D. (2020). Immersive and participatory serious games for heritage education, applied to the cultural heritage of South Tyrol. *Interaction Design and Architecture(s)*, 43, 42-67. <https://doi.org/10.55612/s-5002-043-003>

- Marín-Morales, J., Higuera-Trujillo, J. L., de Juan, C., Llinares, C., Guixeres, J., Iñarra, S., & Alcañiz, M. (2018). Presence and navigation: a comparison between the free exploration of a real and a virtual museum. *Proceedings of the 32nd International BCS Human Computer Interaction Conference* 32, 1-10. BCS Learning and Development Ltd. <https://doi.org/10.14236/ewic/HCI2018.45>
- Marín-Morales, J., Higuera-Trujillo, J. L., De-Juan-Ripoll, C., Llinares, C., Guixeres, J., Iñarra, S., & Alcañiz, M. (2019a). Navigation comparison between a real and a virtual museum: time-dependent differences using a head mounted display. *Interacting with Computers*, 31(2), 208-220. <https://doi.org/10.1093/iwc/iwz018>
- Marín-Morales, J., Higuera-Trujillo, J. L., Greco, A., Guixeres, J., Llinares, C., Gentili, C., ... & Valenza, G. (2019b). Real vs. immersive-virtual emotional experience: Analysis of psycho-physiological patterns in a free exploration of an art museum. *PLoS one*, 14(10), e0223881. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223881>
- McJunkin Prachyabrued, M., & Robert, O. P. (2018, October). Development of Attack Helicopter Simulator. In 2018 5th Asian Conference on Defense Technology (ACDT) (pp. 31-36). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ACDT.2018.8592944>
- Miura, T., Ando, G., Onishi, J., Matsuo, M., Sakajiri, M., & Ono, T. (2018). Virtual museum for people with low vision: comparison of the experience on flat and head-mounted displays. *Proceedings of the International Conference on Computers Helping People with Special Needs*, 246-249. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94274-2_34
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Pagano, A., Palombini, A., Bozzelli, G., De Nino, M., Cerato, I., & Ricciardi, S. (2020). Arkaevision vr game: User experience research between real and virtual Paestum. *Applied Sciences*, 10(9), 3182. <https://doi.org/10.3390/app10093182>
- Peixoto, B., Pinto, D., Krassmann, A., Melo, M., Cabral, L., & Bessa, M. (2019, April). Using virtual reality tools for teaching foreign languages. In World Conference on Information Systems and Technologies (pp. 581-588). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16187-3_56
- Pérez, L., Diez, E., Usamentiaga, R., & García, D. F. (2019). Industrial robot control and operator training using virtual reality interfaces. *Computers in Industry*, 109, 114-120. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.05.001>
- Rafiee, A., Van der Male, P., Dias, E., & Scholten, H. (2017). Developing a wind turbine planning platform: Integration of “sound propagation model–GIS-game engine” triplet. *Environmental Modelling & Software*, 95, 326-343. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.019>
- Rodriguez, N. (2016, July). Teaching virtual reality with affordable technologies. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 89-97). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39510-4_9
- Rudi, J. (2021). Designing soundscapes for presence in Virtual Reality Exhibitions: A study of visitor experiences. *Visitor Studies*, 24(2), 121-136. <https://doi.org/10.1080/10645578.2021.1907151>
- Smith, M., Walford, N. S., & Jimenez-Bescos, C. (2019). Using 3D modelling and game engine technologies for interactive exploration of cultural heritage: An evaluation of four game engines in relation to roman archaeological heritage. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 14, e00113. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00113>
- Tzanavari, A., Charalambous-Darden, N., Herakleous, K., & Poullis, C. (2015, July). Effectiveness of an Immersive Virtual Environment (CAVE) for teaching pedestrian crossing to children with PDD-

- NOS. In 2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies (pp. 423-427). IEEE. <https://doi.org/10.1109/icalt.2015.85>
- Valentino, K., Christian, K., & Joelianto, E. (2017). Virtual reality flight simulator. *Internetworking Indonesia Journal*, 9(1), 21-25.
- Ye Zafeiropoulos, V., & Kalles, D. (2018, November). Quantitative liquid simulation in an interactive 3D virtual laboratory. In *Proceedings of the 22nd Pan-Hellenic Conference on Informatics* (pp. 219-224).
- Zhang, R. (2018, May). Construction of Virtual Ship Simulation Practical Training Platform. *Proceedings of the 2018 3rd International Conference on Automation, Mechanical Control and Computational Engineering (AMCCE 2018)*. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/amcce-18.2018.47>
- Zhao, Y., Forte, M., & Kopper, R. (2018). VR touch museum. *Proceedings of the 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 741-742. IEEE. <https://doi.org/10.1109/VR.2018.8446581>