ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2008)

6ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Ιδιότητες Εκπαιδευτικών Εικονικών Περιβαλλόντων 2: Συστήματα Εμβύθισης

Αντώνης Νάτσης, Γιώργος Ζαχαρής

Βιβλιογραφική αναφορά:

Νάτσης Α., & Ζαχαρής Γ. (2026). Ιδιότητες Εκπαιδευτικών Εικονικών Περιβαλλόντων 2: Συστήματα Εμβύθισης. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 145–152. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/9619

Ιδιότητες Εκπαιδευτικών Εικονικών Περιβαλλόντων 2: Συστήματα Εμβύθισης

Αντώνης Νάτσης, Γιώργος Ζαχαρής
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
anatsis@cc.uoi.gr, gzaharis@cc.uoi.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ
Η παρούσα εργασία αφορά στα συστήματα εικονικής πραγματικότητας εμβύθισης και αποτελεί το δεύτερο μέρος των εργασιών που έχουν ως στόχο τη διερεύνηση των ιδιοτήτων της εικονικής πραγματικότητας που αξιοποιούν Εκπαιδευτικά Εικονικά Περιβάλλοντα (ΕΕΠ) και μπορούν να συνεισφέρουν σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος εμβύθισης παίζουν σημαντικότερο ρόλο από ότι στα επιτραπέζια συστήματα, αλλά η πολυπλοκότητα και το κόστος των συστημάτων εμβύθισης αποτελούν έναν περιοριστικό παράγοντα για την εισαγωγή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι ιδιότητες που αξιοποιούνται περισσότερο είναι η ελεύθερη πλοήγηση και η οπτική γωνία πρώτου προσώπου όπως και στα επιτραπέζια συστήματα, ενώ η αίσθηση της παρουσίας δεν αποτελεί κύριο άξονα μελέτης στα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα, αν και συνεισφέρει ιδιαίτερα σε εμπειρίες πρώτου προσώπου και συνδέεται άμεσα με το τεχνολογικό χαρακτηριστικό της εμβύθισης.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Εικονική πραγματικότητα, Εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα, Επιτραπέζια συστήματα, Συστήματα εμβύθισης*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί το δεύτερο μέρος εργασιών που παρουσιάζονται στο παρόν συνέδριο, αναφέρονται στις ιδιότητες των Εκπαιδευτικών Εικονικών Περιβαλλόντων (ΕΕΠ) και αφορά στα συστήματα εμβύθισης. Στόχος και αυτής της εργασίας είναι η διερεύνηση του βαθμού εισαγωγής της Εικονικής Πραγματικότητας (ΕΠ) στην εκπαίδευση και των ιδιοτήτων της που αξιοποιούν τα ΕΕΠ και μπορούν να συνεισφέρουν σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Τα ερωτήματα διερευνώνται μέσα από εκτενή και κριτική βιβλιογραφική επισκόπηση στο διεθνή και ελληνικό χώρο εμπειρικών μελετών της τελευταίας δεκαετίας που αναφέρονται σε εκπαιδευτικά συστήματα εμβύθισης. Ο διαχωρισμός των εργασιών οφείλεται αρχικά στον περιορισμό του χώρου, αλλά κυρίως στη διαφορετική τεχνολογική προσέγγιση στην οποία βασίζονται τα συστήματα εμβύθισης καθώς και στο βαθμό ένταξής τους στη μαθησιακή διαδικασία. Ως σύστημα εμβύθισης περιγράφεται ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας στο οποίο το εικονικό περιβάλλον προβάλλεται σε ειδικές συσκευές όπως το κράνος, τα γυαλιά ή σε ένα σύστημα βίντεο τοίχων. Χαρακτηριστικό στοιχείο δηλαδή αποτελεί η απουσία συμβατικής οθόνης, με αποτέλεσμα την

21. 97 p 145_152 8/30/08 9:55 PM Page 146

αποκοπή του χρήστη από τον πραγματικό κόσμο και την εμβύθισή του στο εικονικό περιβάλλον.

Σε ένα σύστημα εμβύθισης τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των τρισδιάστατων χωρικών αναπαραστάσεων, τα πολυαισθητηριακά κανάλια αλληλεπίδρασης και η διαισθητική αλληλεπίδραση με φυσικούς χειρισμούς σε πραγματικό χρόνο παίζουν σημαντικότερο ρόλο από ότι στα επιτραπέζια συστήματα, με βάση τις περισσότερες επιλογές στις περιφερειακές συσκευές εισόδου – εξόδου και στους τρόπους αλληλεπίδρασης χρήστη – περιβάλλοντος (Mikropoulos & Bellou 2006).

Σύμφωνα με τον ορισμό των Εκπαιδευτικών Εικονικών Περιβαλλόντων ως περιβάλλοντα που ενσωματώνουν εκπαιδευτικούς στόχους, παρέχουν στους χρήστες εμπειρίες αδύνατο ή απίθανο να βιώσουν στον πραγματικό κόσμο και οδηγούν σε συγκεκριμένα μαθησιακά αποτελέσματα όπως και στα επιτραπέζια συστήματα, δεν αρκούν τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά της ΕΠ.

Οι μοναδικές ιδιότητες που προκύπτουν από τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά και συνεισφέρουν σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα και στα συστήματα εμβύθισης είναι η ελεύθερη πλοήγηση, η οπτική γωνία πρώτου προσώπου, η φυσική σημαντική, η κλίμακα, η μετατροπή, η πραγμάτωση, η αυτονομία και η παρουσία (Mikropoulos & Bellou 2006, Mikropoulos 2006).

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΕΙΚΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

Όσον αφορά στην ταξινόμηση των εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων που βασίζονται σε συστήματα εμβύθισης ακολουθείται, όπως και στην περίπτωση των επιτραπέζιων συστημάτων η κατηγοριοποίηση (Youngblut 1998):

- Προκατασκευασμένα εικονικά περιβάλλοντα στα οποία ο μαθητής αλληλεπιδρά με ένα περιβάλλον
- Εικονικά περιβάλλοντα που αναπτύσσονται από μαθητές και στα οποία επιτρέπεται η πλοήγηση και η αλληλεπίδραση αλλά υπάρχει και η δυνατότητα δημιουργίας ή επέκτασης τους
- Κατανεμημένοι κόσμοι στους οποίους μαθητές από διαφορετικές φυσικές θέσεις συνδέονται στο περιβάλλον μέσω Διαδικτύου και συνεργάζονται.

Η κριτική θεώρηση που αναφέρεται στα συστήματα εμβύθισης περιλαμβάνει ερευνητικές εργασίες που παρουσιάζουν εμπειρικά δεδομένα από μαθητές πρωτοβάθμιας ή δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και εκπαιδευτικούς αυτών των βαθμιδών. Για κάθε εργασία παρατίθεται μια σύντομη περιγραφή, η παιδαγωγική προσέγγιση που ακολουθείται καθώς και αποτελέσματα αξιολόγησης. Η κριτική θεώρηση αφορά στην παρουσίαση των ιδιοτήτων των ΕΠ που κατά την άποψή μας απορρέουν από κάθε εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Δεν περιλαμβάνονται εργασίες που αρκούνται στην παρουσίαση ΕΕΠ χωρίς να ακολουθείται σχετική εμπειρική μελέτη, που αναδεικνύει την παιδαγωγική τους αξία. Και στο παρόν άρθρο εξαιρούνται συστήματα επαυξημένης ή μικτής πραγματικότητας (augmented, mixed reality), συνεργατικά συστήματα τύπου εικονικής τάξης και διαμοιραζόμενα περιβάλλοντα.

21. 97 p 145_152 8/30/08 9:55 PM Page 147

Εικονικά Εκπαιδευτικά Περιβάλλοντα Εμβύθισης

Το NICE (Narrative, Immersive, Constructionist / Collaborative Environments) (Roussos et al. 1997, Roussos et al. 1999) διερευνά τη δυνατότητα χρήσης της εικονικής πραγματικότητας ως εργαλείου μάθησης σε θέματα οικολογίας. Η παιδαγωγική προσέγγιση είναι η συνεργατική μάθηση, η κατασκευή γνώσης, η εξερευνητική μάθηση και δίνεται πρωταρχική σημασία στον αφηγηματικό λόγο. Αξιοποιεί την ελεύθερη πλοήγηση, την οπτική γωνία πρώτου προσώπου, τη φυσική σημαντική, την κλίμακα χώρου και χρόνου, τη μετατροπή και την αυτονομία. Κατά την αξιολόγηση αναδείχθηκε ο ενθουσιασμός των παιδιών, αλλά παρατηρήθηκαν προβλήματα από τη χρήση του εξοπλισμού όπως και δυσκολίες από τη δυνατότητα ελεύθερης εξερεύνησης του περιβάλλοντος.

Το VRRV (Virtual Reality in Roving Vehicles) (Winn et al. 1999) μελετά τη δυνατότητα σχεδίασης, μοντελοποίησης και χρήσης εικονικών περιβαλλόντων από μαθητές ηλικίας από 4 έως 12 ετών. Βασίζεται στην παιδαγωγική προσέγγιση κατασκευής της γνώσης και εκμεταλλεύεται τις ιδιότητες της ελεύθερης πλοήγησης και της οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου. Από την αξιολόγηση προκύπτει ότι οι μαθητές είναι ικανοί να χρησιμοποιήσουν μεταφορές για να εκφράσουν τις ιδέες τους για θέματα που δεν είναι άμεσα αντιληπτά αλλά δεν μπορούν να γενικεύσουν τις παρατηρήσεις τους. Επίσης, οι λιγότερο 'ικανοί' μαθητές έμαθαν περισσότερα κατά την αλληλεπίδραση τους με το περιβάλλον.

Στο Round Earth Project (Johnson et al. 1999, Johnson et al. 1999) στόχος είναι να γνωρίσουν μαθητές Δημοτικού βασικά θέματα αστρονομίας, όπως η επίπτωση της βαρύτητας της γης στα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω ή γύρω από αυτή και η σφαιρικότητα του σχήματος της γης. Το θέμα προσεγγίζεται παιδαγωγικά μέσω της συνεργατικής και της καταστασιακής (situated) μάθησης, ενώ αξιοποιούνται η ελεύθερη πλοήγηση, η οπτική γωνία πρώτου προσώπου και η φυσική σημαντική. Η αξιολόγηση έδειξε περιορισμένα μαθησιακά αποτελέσματα.

Το ScienceSpace (Dede et al. 1999, Dede et al. 1997) διερευνά τη συνεισφορά της πλήρους εμβύθισης και της πολυαισθητηριακής αντίληψης στη μάθηση πολύπλοκων εννοιών της φυσικής. Ένα τμήμα της έρευνας εξετάζει την έκταση στην οποία ο χειρισμός οπτικών, ηχητικών και απτικών σημάτων ανατροφοδότησης μπορεί να προκαλέσει παρανοήσεις για τα φυσικά φαινόμενα. Τα θέματα προσεγγίζονται μέσω της συνεργατικής μάθησης, της ανακαλυπτικής μάθησης, της οικοδόμησης της γνώσης και της εδραίωσης διαδικαστικής γνώσης για χωρικές και μαθηματικές – λογικές σχέσεις. Αξιοποιεί τις ιδιότητες της κλίμακας χώρου και χρόνου, της πραγμάτωσης και της μετατροπής. Η αξιολόγηση έδειξε ότι η πολύτροπη αλληλεπίδραση διευκολύνει την ευχρηστία και φαίνεται να ενισχύει τη μάθηση, όπως και τα πολλαπλά πλαίσια αναφοράς. Οι μαθητές ήταν ενθουσιασμένοι από τη χρήση του περιβάλλοντος και διατήρησαν το κίνητρό τους σε όλη τη διάρκεια της μελέτης, όμως το κίνητρο δεν αποδείχθηκε αρκετό ώστε να αποτελεί σημαντικό παράγοντα μάθησης.

Το Virtual Water (Trindade et al. 2002) είναι ένα προκατασκευασμένο εικο-

21. 97 p 145_152 8/30/08 9:55 PM Page 148

νικό περιβάλλον που εξετάζει τις συνέπειες της οπτικής μάθησης σε θέματα φυσικής και χημείας στη σχεδίαση στρατηγικών για την αντιμετώπιση των διαφορετικών τρόπων μάθησης. Εκμεταλλεύεται τις ιδιότητες της ελεύθερης πλοήγησης, της οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου, της φυσικής σημαντικής και της πραγμάτωσης. Η αξιολόγηση έδειξε ότι τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα βοηθούν μαθητές με υψηλές χωροταξικές δεξιότητες στην εννοιολογική γνώση, ενώ τα βασικά χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας που επηρεάζουν τη γνώση είναι η αλληλεπίδραση, η πλοήγηση και η προοπτική. Αντίθετα, η στερεοσκοπική οπτικοποίηση δεν συνεισφέρει ιδιαίτερα.

Οι Mikropoulos Î·È Strouboulis (2004) δημιούργησαν ένα προκατασκευασμένο εικονικό περιβάλλον για τη μελέτη της αίσθησης της παρουσίας σε μαθητές 12 ετών εκτελώντας δραστηριότητες μέσα σε ένα εικονικό αρχαιοελληνικό σπίτι. Ακολουθεί την προσέγγιση της οικοδόμησης της γνώσης. Αξιοποιεί την ελεύθερη πλοήγηση, την οπτική γωνία πρώτου προσώπου, τη φυσική σημαντική και την παρουσία. Για την πλοήγηση χρησιμοποιήθηκαν και συγκρίθηκαν έξι διαφορετικές συσκευές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πληκτρολόγιο και ο συνδυασμός ποντίκι – πληκτρολόγιο ήταν οι λιγότερο κουραστικές και περισσότερο εύκολες στη χρήση συσκευές εισόδου, δίνοντας, ταυτόχρονα, και μια αίσθηση παρουσίας. Τα μαθησιακά αποτελέσματα σχετικά με τον τρόπο ζωής των αρχαίων Ελλήνων ήταν θετικά.

Στο ΣΕΙΣΜΟ (Mikropoulos et al. 2005) στόχος είναι η εκπαίδευση μαθητών σε θέματα προφύλαξης από σεισμό, με τη μεγαλύτερη δυνατή μεταφορά μάθησης στον πραγματικό κόσμο. Πρόκειται για ένα προκατασκευασμένο εικονικό περιβάλλον, ενώ η προσέγγιση που ακολουθείται είναι η βιωματική μάθηση. Αξιοποιεί τη φυσική σημαντική, την αυτονομία και την παρουσία. Η αξιολόγηση με 51 φοιτητές αναδεικνύει ότι η αίσθηση της παρουσίας εξαρτάται από την απόδοση του περιεχομένου των εικονικών περιβαλλόντων και από τον εμπλουτισμό τους και με εξωτερικά αισθητήρια ερεθίσματα.

Το προκατασκευασμένο εικονικό περιβάλλον The Knights Templar Castle (Goncalves 2005), μια αναπαράσταση ενός ρωμαϊκού κάστρου, διερευνά την υποστήριξη στη διδασκαλία της ιστορίας. Η παιδαγωγική προσέγγιση είναι η βιωματική μάθηση. Αξιοποιούνται η ελεύθερη πλοήγηση, η οπτική γωνία πρώτου προσώπου, η φυσική σημαντική και η παρουσία. Τα αποτελέσματα μελέτης με εκπαιδευτικούς έδειξαν ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στην ευχρηστία και την παρουσία.

Το Virtual Playground (Roussou et al. 2006) διερευνά την αλληλεπίδραση του χρήστη σε ένα προκατασκευασμένο εικονικό περιβάλλον, με επίκεντρο το ρόλο και την αποτελεσματικότητα στην εννοιολογική αλλαγή. Ακολουθεί την προσέγγιση της οικοδόμησης της γνώσης και εκμεταλλεύεται τις ιδιότητες της οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου, της φυσικής σημαντικής και της πραγμάτωσης. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την αξιολόγηση είναι ότι τα πλήρως αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα βοήθησαν τους μαθητές στην επίλυση προβλημάτων αλλά δεν παρείχαν ενδείξεις εννοιολογικής αλλαγής, όπως αναμενόταν. Αντίθετα, το παθητικό εικονικό περιβάλλον, όπου οι δραστηριό-

21. 97 p 145_152 8/30/08 9:55 PM Page 149

τητες καθοδηγούνταν από ένα εικονικό ρομπότ, έδειξε να υποστηρίζει διεργασίες αναστοχασμού, κάτι που παρέχει ενδείξεις εννοιολογικής αλλαγής.

Το VIPERSE (Richard et al. 2006), ένα προκατασκευασμένο περιβάλλον. Ακολουθώντας την παιδαγωγική προσέγγιση της βιωματικής μάθησης, επιτρέπει στους μαθητές να μελετήσουν το ατομικό μοντέλο του Bohr. Αξιοποιούνται η ελεύθερη πλοήγηση, η κλίμακα χώρου και χρόνου, η πραγμάτωση και η παρουσία. Βασικό χαρακτηριστικό του περιβάλλοντος είναι ότι δίνει τη δυνατότητα απτικής αλληλεπίδρασης καθώς και ανατροφοδότησης μέσω ήχου και όσφρησης. Επίσης υπάρχει και μια επιτραπέζια έκδοση του περιβάλλοντος όπου ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με χρήση του πληκτρολογίου. Από πιλοτική μελέτη έγινε φανερός ο ενθουσιασμός από τη χρήση οσφρητικών σημάτων.

Στο SMILE (Adamo-Villani & Wright 2007), ένα προκατασκευασμένο περιβάλλον, στόχος είναι η διερεύνηση μαθησιακών αποτελεσμάτων από ένα παιχνίδι όπου μαθητές 5 έως 10 ετών, με ή χωρίς προβλήματα ακοής, αλληλεπιδρούν με τρισδιάστατους εικονικούς χαρακτήρες και αντικείμενα και μαθαίνουν θέματα που σχετίζονται με τα μαθηματικά και τη φυσική. Ακολουθείται η παιδαγωγική προσέγγιση της οικοδόμησης της γνώσης και γίνεται εκμετάλλευση της ελεύθερης πλοήγησης, της οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου και της φυσικής σημαντικής. Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων έγινε σε συνεργασία με εκπαιδευτικούς και είναι σύμφωνες με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, ενώ η αξιολόγησή του έδειξε ότι αποτελεί μια ευχάριστη και εύχρηστη εφαρμογή.

Το προκατασκευασμένο εικονικό περιβάλλον Quantum Atom (Kontogeorgiou et al. 2007) έχει ως στόχο να βοηθήσει μαθητές στην κατανόηση αρχών της Κβαντικής Μηχανικής και στη δημιουργία κατάλληλων νοητικών εικόνων των ατομικών μοντέλων. Ακολουθεί την παιδαγωγική προσέγγιση της οικοδόμησης της γνώσης και αξιοποιεί τις ιδιότητες της ελεύθερης πλοήγησης, της οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου, της φυσικής σημαντικής και της παρουσίας. Η αξιολόγηση έδειξε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Όπως και στην περίπτωση των επιτραπέζιων συστημάτων, δεν αξιοποιούνται όλες οι ιδιότητες της ΕΠ από όλες τις μελέτες. Όλα τα περιβάλλοντα εμβύθισης αξιοποιούν την ελεύθερη πλοήγηση και την οπτική γωνία πρώτου προσώπου, αναδεικνύοντας τα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας της ΕΠ και την τάση για παροχή ή ενίσχυση εμπειριών πρώτου προσώπου. Η φυσική σημαντική αξιοποιείται σε περιβάλλοντα που αναφέρονται σε θέματα χωρίς άμεση αντιληπτική εμπειρία, που πραγματεύονται κυρίως θέματα φυσικών επιστημών (εννέα από τα δώδεκα περιβάλλοντα). Το ίδιο παρατηρείται για την κλίμακα χώρου και χρόνου, τη μετατροπή, την πραγμάτωση και την αυτονομία. Η αίσθηση της παρουσίας αναφέρεται σε τέσσερα από τα περιβάλλοντα, δείχνοντας ότι δεν αποτελεί κύριο άξονα μελέτης στα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα, αν και συνεισφέρει ιδιαίτερα σε εμπειρίες πρώτου προσώπου (Mikropoulos 2006).

21. 97 p 145_152 8/30/08 9:55 PM Page 150

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η βιβλιογραφική επισκόπηση για τα συστήματα εμβύθισης δείχνει ότι έχει δημοσιευθεί σχεδόν ίδιος αριθμός μελετών με εμπειρικά δεδομένα σε σύγκριση με τα επιτραπέζια συστήματα (δώδεκα έναντι έντεκα). Τα πρώτα υπερέχουν ουσιαστικά μόνο ως προς την ιδιότητα της παρουσίας, κάτι αναμενόμενο αφού ένα τεχνολογικό χαρακτηριστικό που συνεισφέρει είναι η εμβύθιση που υλοποιείται κατά κύριο λόγο σε συστήματα αυτού του τύπου. Η πολυπλοκότητα και το κόστος των συστημάτων εμβύθισης αποτελούν έναν περιοριστικό παράγοντα για την ευρεία εισαγωγή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Καθώς όμως η αίσθηση της παρουσίας μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί την απόκριση σε ένα δεδομένο επίπεδο εμβύθισης (Slater 2003) κρίνεται σκόπιμη η περαιτέρω μελέτη των διαφόρων επιπέδων εμβύθισης τα οποία προσφέρονται στους χρήστες ανάλογα με τον τεχνολογικό εξοπλισμό (κράνος, γυαλιά, σύστημα βίντεο τοίχων, CAVE, κλπ.), και της επίδρασής τους στη διατήρηση της γνώσης που αποκτάται μέσω ενός εικονικού περιβάλλοντος, όπως προτείνεται και από άλλους ερευνητές (Taxén & Naeve 2002). Για να επιτευχθεί όμως ο παραπάνω στόχος απαιτείται επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη χρήση του αναγκαίου εξοπλισμού, αλλά και προσπάθεια για τη δημιουργία εξοπλισμού μικρότερου κόστους.

Για την ανάπτυξη όμως των ΕΕΠ ανεξάρτητα από την τεχνολογία που ακολουθούν, απαιτείται να ακολουθείται μια επαναληπτική διαδικασία σχεδίασης, υλοποίησης και αξιολόγησης προσανατολισμένης κατά το δυνατόν στους μαθητές. Για την επίτευξη του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος κρίνεται απαραίτητη η συνεργασία διεπιστημονικών ομάδων και η εμπλοκή των μαθητών από τα αρχικά στάδια σχεδίασης μέχρι και την τελική έκδοση του ΕΕΠ. Η συγκεκριμένη διαδικασία μπορεί να οδηγήσει και στην παραγωγή κατευθυντήριων γραμμών για τη σχεδίαση, υλοποίηση και αξιολόγηση των ΕΕΠ. Οι κατευθυντήριες αυτές γραμμές πρέπει στη συνέχεια να αποτελέσουν τη βάση για τη δημιουργία συγγραφικών εργαλείων που θα διευκολύνουν τη δημιουργία ΕΕΠ τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους ίδιους τους μαθητές. Ανεξάρτητα από την τεχνολογική και παιδαγωγική προσέγγιση, και εξαιτίας των διαφορετικών τύπων μάθησης, προτείνεται η δημιουργία προσαρμοστικών περιβαλλόντων ώστε να μπορεί ο ίδιος ο χρήστης να κατευθύνει τη διαδικασία μάθησης. Στα πρώτα στάδια της σχεδίασης ενός ΕΕΠ απαραίτητο είναι να τίθενται ξεκάθαροι παιδαγωγικοί και διδακτικοί στόχοι, ενώ απαραίτητη είναι και η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας αξιολόγησης τόσο των παιδαγωγικών θεμάτων όσο και των γνωστικών διεργασιών που αναπτύσσονται από τους μαθητές κατά τη χρήση ενός ΕΕΠ.

Η κριτική θεώρηση μελετών εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων παρουσιάζεται σε δύο άρθρα και αφορά σε συστήματα επιτραπέζιας εικονικής πραγματικότητας και περιβάλλοντα εμβύθισης. Καλύπτοντας σχεδόν όλη την έκταση της σχετικής βιβλιογραφίας, προκύπτει ότι υπάρχει μια τάση για τη δημιουργία εκπαιδευτικών πληροφορικών περιβαλλόντων τα οποία προσομοιάζουν όχι μόνο τις υπό μελέτη πραγματικές καταστάσεις, αλλά και τον τρόπο

21. 97 p 145_152 8/30/08 9:55 PM Page 151

που ο άνθρωπος δρα στο πραγματικό περιβάλλον. Αυτό φαίνεται κυρίως από την ελευθερία πλοήγησης σε συνδυασμό με την οπτική γωνία πρώτου προσώπου στα τρισδιάστατα ψηφιακά χωρικά περιβάλλοντα που αξιοποιούν όλες σχεδόν οι εφαρμογές. Φαίνεται ότι οι τεχνολογίες της εικονικής πραγματικότητας με τις ιδιότητες που προσφέρουν παρέχουν το μέσο για την προσέγγιση και χειρισμό θεμάτων έχοντας στο κέντρο τους τον άνθρωπο και όχι την τεχνολογία, τουλάχιστον στο επίπεδο της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adamo-Villani, N., & Wright, K., (2007). SMILE: an immersive learning game for deaf and hearing children. *ACM SIGGRAPH 2007 educators program*, *17*, San Diego, California.

Dede, C., Salzman, M., Loftin, B., & Ash, K., (1997). Using virtual reality technology to convey abstract scientific concepts. In M. Jacobson & R. Kozma (Eds.), *Learning the sciences of the 21st century: Research, design and implementation of advanced technological learning environments*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Dede, C., Salzman, M.C., Loftin, R. B., & Sprague, D. (1999). Multisensory Immersion as a Modeling Environment for Learning Complex Scientific Concepts. In W. Feurzeig & N. Roberts (Eds.), *Modeling and Simulation in Science and Mathematics Education*, (pp. 282-319). New York: Springer-Verlag.

Gonçalves, N. (2005). Educational use of 3d virtual environments: primary teachers visiting a romanesque castle. In A. Méndez-Vilas, B. González-Pereira, J. Mesa González, & J.A. Mesa González (Eds.), *Recent Research Developments in Learning Technologies*, (pp. 427-431). Badajoz, Spain: FORMATEX.

Johnson, A., Moher, T., Ohlsson, S., Gillingham, M., (1999). The Round Earth Project-Collaborative VR for Conceptual Learning. *IEEE Computer Graphics and Applications*, *19*(6), 60-69.

Johnson, A., Moher, T., Ohlsson, S., & Gillingham, M., (1999). The Round Earth Project: Deep Learning in a Collaborative Virtual World. *Proceedings of the IEEE Virtual Reality*, IEEE CS Press, Los Alamitos, California, pp. 164-171.

Kontogeorgiou, A., Bellou, J., & Mikropoulos, T. A. (2007). Visualizing the quantum atom. In R. Pinto & D. Couso (Eds.), *Contributions from Science Education Research* (pp. 465-475). The Netherlands: Springer.

Mikropoulos, T. A. (2006). Presence: a unique characteristic in educational virtual environments. *Virtual Reality*, *10*(3), 197-206.

Mikropoulos, T. A. & Bellou, J. (2006). The Unique Features of Educational Virtual Environments. In P. Isaias, M. McPherson & F. Banister (Eds.), *Proceedings e-society 2006, International Association for Development of the Information Society,* v.1, pp. 122-128, IADIS.

Mikropoulos, T. A., Chalkidis, A., Koutsikos, El., Strouboulis, V., & Vrellis, J. (2005). Educational virtual environments for earthquake precaution. In R. Pinto & D. Couso (Eds.), *Proceedings of the Fifth International ESERA*

21. 97 p 145_152 8/30/08 9:55 PM Page 152

Conference on Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science, Barcelona, Spain, pp. 202-205.

Mikropoulos, T. A., Katsikis, A., Nikolou, E., & Tsakalis, P. (2003). Virtual environments in biology teaching. *Journal of Biological Education*, *37*(4), 176-181.

Mikropoulos, T. A., & Strouboulis, V. (2004). Factors that Influence Presence in Educational Virtual Environments. *Cyberpsychology & Behavior*, *7*(5), 582-591.

Richard, E., Tijou, A., Richard, P., & Ferrier, J. L., (2006). Multi-modal virtual environments for education with haptic and olfactory feedback. *Virtual Reality*, *10*(3), 207-225.

Roussos, M., Johnson, A., Leigh, J., Barnes, C., Vasilakis, V., & Moher, T. (1997). The NICE project: Narrative, Immersive, Constructionist/Collaborative Environments for Learning in Virtual Reality. *In Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM 97*, pp. 917-922.

Roussos, M., Johnson, A., Moher, T., Leigh, J., Vasilakis, V., & Barnes, C. (1999). Learning and Building Together in an Immersive Virtual World. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *8*(3), 247-263.

Roussou, M., Oliver, M., & Slater, M. (2006). The virtual playground: an educational virtual reality environment for evaluating interactivity and conceptual learning. *Virtual reality*, *10*(3), 227-240.

Slater, M. (2003). *A Note on Presence Terminology*. Τελευταία πρόσβαση 25 Φεβρουαρίου 2008, http://www.cs.ucl.ac.uk/research/vr/Projects/Presencia/ConsortiumPublications/ucl_cs_papers/presence-terminology.htm.

Taxén, G., & Naeve, A. (2002). A system for exploring open issues in VR-based education, *Computers and Graphics*, *26*(4), 593-598.

Trindade, J., Fiolhais, C., & Almeida, L. (2002). Science learning in virtual environments: a descriptive study. *British Journal of Educational Technology*, *33*(4), 471-488.

Winn, W., Hoffman, H., Hollander, A., Osberg, K., Rose, H., & Char, P., (1999). Student-Built Virtual Environments, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *8*(3), 283-292.

Youngblut, C., (1998). Educational Uses of Virtual Reality Technology, Institute for Defense Analyses, *IDA Document D-2128*, Τελευταία πρόσβαση 25 Φεβρουαρίου 2008, www.hitl.washington.edu/scivw/youngblut-edvr/D2128.pdf.