

Η Εικονική Πραγματικότητα στην Υποστήριξη της Εκπαιδευτικής Διαδικασίας

T. A. Μικρόπουλος

Η Εικονική Πραγματικότητα (ΕΠ, Virtual Reality, VR) αποτελεί τη μεγάλη ιδέα της δεκαετίας του 1990. Έχει ήδη αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο σκεπτόμαστε και έχει εισχωρήσει στη λαϊκή κουλτούρα.

Ασχολείται με την ανάπτυξη συστημάτων που ξεγελούν τις ανθρώπινες αισθήσεις και απαιτεί τη σύνθεση πολλών ερευνητικών προσεγγίσεων. Ως εκ τούτου, για την ανάπτυξη της ΕΠ πρέπει να γνωρίσουμε καλύτερα τον άνθρωπο, αφού απαιτεί μια γενίκευση του πεδίου της εργονομίας (human factors) προς την έρευνα κάθε πλευράς των δραστηριοτήτων του ανθρώπου.

Η Εικονική Πραγματικότητα είναι ένα interface υψηλού επιπέδου που περιλαμβάνει προσομοιώσεις πραγματικού χρόνου και αλληλεπιδράσεις μέσα από πολλά κανάλια αισθήσεων. Η υπόσχεση της δεν εντοπίζεται στην αναπαραγωγή της συμβατικής πραγματικότητας, αλλά στη δυνατότητα της να δημιουργεί συνθετικές πραγματικότητες χωρίς προηγούμενο. Συνήθως η εικονική πραγματικότητα περιγράφεται με τα τρία I, immersion, interaction, imagination (εμβύθιση, αλληλεπίδραση, φαντασία), περιοριζόμενη από την ανθρώπινη φαντασία όσον αφορά στις εφαρμογές της [Burdea & Coiffet, 1993].

Η Εικονική Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση

Ως Εικονική Πραγματικότητα ορίζεται ένα περιβάλλον βασισμένο σε υπολογιστή, ισχυρά αλληλεπιδραστικό, στο οποίο ο χρήστης γίνεται συμμετοχός σε έναν "εικονικά πραγματικό" κόσμο. Πιο αφηρημένα, είναι μια διαδικασία η οποία δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να συμμετάσχει σε αφηρημένους χώρους όπου φυσική μηχανή και φυσικός παρατηρητής δεν υπάρχουν. Η σχεδίαση και ανάπτυξη ενός συστήματος ΕΠ πρέπει να έχει τον άνθρωπο στο κέντρο του συστήματος με βασική αρχή τη συμβατότητα με τους τρόπους που αυτός αντιλαμβάνεται και ενεργεί, προσαρμόζοντας την τεχνολογία στον άνθρωπο και όχι το αντίθετο.

Η κατανόηση του όρου απαιτεί το διαχωρισμό του ορισμού από τον τρόπο διασύνδεσης με τον οποίο ο χρήστης αλληλεπιδρά με την εικονική πραγματικότητα. Είναι μια μεθοδολογία και όχι μια εφαρμογή διασύνδεσης που χρησιμοποιείται για την αλληλεπίδραση με την εικονική πραγματικότητα ή εικονικό κόσμο (virtual world). Η διαδικασία περιγράφεται και από άλλους ορισμούς, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της. Με βάση τον τεχνολογικό προσανατολισμό, χρησιμοποιούνται συνήθως οι ακόλουθοι τρεις όροι.

"Τεχνητή πραγματικότητα" (artificial reality) που ορίζεται ως ένα αλληλεπιδραστικό περιβάλλον που περιλαμβάνει τη συμμετοχή του χρήστη σε συμβάντα στον υπο-

λογιστή με την εμπλοκή πολλών αισθήσεων και της κιναισθησίας. Το "κυβερνοδιάστημα" (cyberspace) είναι ένας χώρος στον οποίο το νευρικό σύστημα του ανθρώπου και μηχανικοί και ηλεκτρονικοί τρόποι επικοινωνίας συνδέονται με υπολογιστικά συστήματα. Τέλος, η "τηλεπαρουσία" (telepresence) είναι η αίσθηση της παρουσίας σε ένα μακρινό φυσικό χώρο, με τη δυνατότητα του χειρισμού αντικειμένων και της συνεργασίας με άλλους ανθρώπους σ' αυτόν. Ο όρος εικονική πραγματικότητα θεωρείται γενικότερος και χρησιμοποιείται καλύπτοντας και τους υπόλοιπους.

Η σπουδαιότητα της εικονικής πραγματικότητας ιδιαίτερα στην εφαρμογή της στην εκπαιδευτική θεωρία και πράξη διαφαίνεται από το διαχωρισμό του τεχνολογικού από τον εννοιολογικό (conceptual) προσανατολισμό της. Υπάρχει μεγάλη διαφορά της εννοιολογικής θεώρησης της ΕΠ ως ένα νοητικό φαινόμενο το οποίο υλοποιείται με κάποια συγκεκριμένη τεχνολογία, από την τεχνολογική της θεώρηση που ρίχνει το βάρος στις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες. Κατά την εννοιολογική θεώρηση η σχεδίαση και ανάπτυξη ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας για εκπαιδευτικές εφαρμογές εστιάζει στις γνωστικές, πνευματικές, κοινωνικές και συναισθηματικές διεργασίες του μαθητή.

Η εικονική πραγματικότητα επεκτείνει τις δυνατότητες της διδασκαλίας με τη βοήθεια υπολογιστή. Συχνά το εικονικό περιβάλλον αποτελείται από προσομοιώσεις που υπερβαίνουν τους συνήθεις τρόπους αλληλεπίδρασης του χρήστη με τη μηχανή και περιλαμβάνει την αίσθηση του χρήστη ότι συμμετέχει στο προσομοιούμενο περιβάλλον. Ο χρήστης χειρίζεται τα αντικείμενα και τα γεγονότα του εικονικού κόσμου με τρόπο που δεν προσφέρουν οι τυπικές προσομοιώσεις σε περιβάλλοντα CAI (Computer Assisted Instruction, διδασκαλία υποστηριζόμενη από υπολογιστή). Η μεγάλη διαφορά ενός συστήματος ΕΠ από έναν υπολογιστή και παραδοσιακά συστήματα CAI είναι ότι ο υπολογιστής επεκτείνει το ανθρώπινο νευρικό σύστημα, το οποίο όμως δεν είναι ένας επεξεργαστής συμβόλων αλλά μια γεννήτρια πραγματικότητας. Στο τελευταίο προσανατολίζεται η ΕΠ τουλάχιστον στο επίπεδο διασύνδεσης και επικοινωνίας του ανθρώπου με τη μηχανή. Ο χρήστης εισέρχεται και συμμετέχει στον εικονικό κόσμο που έχει ιδιότητες και λειτουργεί ως πραγματικός.

Κάθε εικονικό περιβάλλον που στοχεύει στην εκπαίδευση χαρακτηρίζεται ως Εκπαιδευτικό Εικονικό Περιβάλλον (Virtual Learning Environment). Τα εικονικά περιβάλλοντα διακρίνονται σε συστήματα εμπύθισης (immersive) όπου ο χρήστης με τον κατάλληλο εξοπλισμό (στερεοσκοπικά κράνη, γάντια δεδομένων) αποκόπτεται από τον πραγματικό κόσμο και εμπυθίζεται στον εικονικό, και σε συστήματα - παράθυρα στον εικονικό κόσμο όπου τα εικονικά περιβάλλοντα αναπαριστούνται στην οθόνη του υπολογιστή.

Λειτουργικά, οι εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας διαχωρίζονται σε παθητικές όπου ο χρήστης περιηγείται στον εικονικό κόσμο που τον περιβάλλει χωρίς να τον ελέγχει, σε εξερευνητικές στις οποίες ο χρήστης έχει πλήρη ελευθερία κινήσεων χωρίς όμως τη δυνατότητα επέμβασης στα δρώμενα, και στις αλληλεπιδραστικές όπου υπάρχει η δυνατότητα για αλληλεπίδραση με τα εικονικά αντικείμενα και μεταβολή των εικονικών περιβαλλόντων. Τα κύρια πάντως χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικό-

τητας που τη διακρίνουν και ως εκπαιδευτικό εργαλείο είναι κοινά σε όλες τις κατηγορίες συστημάτων. Πλήρης ελευθερία κίνησης και αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο (όπου η μηχανή και η εφαρμογή το επιτρέπουν) και πρώτου προσώπου οπτική γωνία του χρήστη.

Η προσφορά της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία συνοψίζεται στις παρακάτω δυνατότητες της:

- Εξερεύνηση υπαρκτών αντικειμένων και χώρων στους οποίους δεν υπάρχει προσπέλαση από τους μαθητές.
- Μελέτη πραγματικών αντικειμένων αδύνατο να κατανοηθούν διαφορετικά εξαιτίας του μεγέθους, της θέσης, ή των ιδιοτήτων τους.
- Δημιουργία περιβαλλόντων και αντικειμένων με διαφορετικές από τις γνωστές ιδιότητες.
- Δημιουργία και χειρισμός αφηρημένων αναπαραστάσεων.
- Αλληλεπίδραση με εικονικά αντικείμενα.
- Αλληλεπίδραση με πραγματικούς ανθρώπους σε μακρινές φυσικές θέσεις ή φανταστικούς τόπους με πραγματικούς ή μη τρόπους.

Ένα σύστημα ΕΠ εκμεταλλεύεται και αναδεικνύει τα χαρακτηριστικά των παιδαγωγικών αρχών και της διδακτικής [Bricken, 1990]. Ο παθητικός ρόλος του μαθητή στις διαλέξεις και στη μελέτη εγχειριδίων μετατρέπεται σε ενεργό με τις εμπειρίες στα εικονικά περιβάλλοντα. Αυτό είναι σημαντικό στοιχείο αφού μια από τις σπουδαιότερες αρχές λειτουργίας της αίθουσας διδασκαλίας είναι οι δραστηριότητες των μαθητών που καθορίζουν το αντικείμενο και τον τρόπο μάθησης. Σε ένα εικονικό περιβάλλον μπορεί να καθορίζεται και να μεταβάλλεται η θέση, η κλίμακα, η πυκνότητα της πληροφορίας, η αλληλεπίδραση και η απόκριση του συστήματος, ο χρόνος και ο βαθμός συμμετοχής του χρήστη.

Η ΕΠ παρέχει ένα ελεγχόμενο σε πολλά επίπεδα, εμπειρικό πλαίσιο. Κάθε εικονικό αντικείμενο αποθηκεύει και θυμάται το ιστορικό του και τις ενέργειες του μαθητή. Έτσι προωθείται η εξατομίκευση και ο τύπος μάθησης κάθε μαθητή. Παράλληλα ενθαρρύνεται η κοινωνικοποίηση και η συνεργασία μεταξύ των μαθητών με τη συμμετοχή πολλών χρηστών στο ίδιο εικονικό περιβάλλον.

Η ΕΠ συνδέεται με τη φυσική συμπεριφορά. Ο προγραμματισμός, το πληκτρολόγιο και το ποντίκι μπορούν να αντικατασταθούν από φυσικότερες λειτουργίες του μαθητή όπως οι χειρονομίες, η κίνηση και η ομιλία. Μ' αυτόν τον τρόπο ο μαθητής αλληλεπιδρά με το σύστημα μέσω φυσικών αντικειμένων που δεν απαιτούν επιπλέον εξήγηση. Ενώ οι επιστήμες έχουν φυσική σημασιολογία, ο τρόπος διδασκαλίας τους που μέχρι τώρα είναι συμβολικός δεν έχει. Η μελέτη ενός γνωστικού αντικείμενου προσανατολίζεται στην κατανόηση συμβολικών αναπαραστάσεων που συνήθως οδηγούν σε σύγχυση και παρανοήσεις. Η φυσική σημασιολογία είναι αυτή που μαθαίνει ένα παιδί πριν από τη συμβολική και αυτή πετυχαίνεται με την ΕΠ. Ο υπολογιστής είναι ένα ιδανικό εργαλείο για το χειρισμό συμβόλων και αφαίρεσης. Η ΕΠ παρέχει τον τρόπο διασύνδεσης μ' αυτά και διδάσκει τις έννοιες μέσα από εμπειρίες πρώτου προσώπου. Η μεταφορά στην αφαίρεση και τους συμβολισμούς ακολουθεί, όταν κρίνεται απαραίτη-

τη. Η ΕΠ προσφέρει ένα δρόμο για τις αισθήσεις και τα αισθήματα. Ο χρήστης έχει ισχυρή συναισθηματική επίδραση, γεγονός που αποτελεί και ένα σημείο προσοχής από τον εκπαιδευτικό και το σχεδιαστή του συστήματος.

Εννοιολογικά και μεθοδολογικά η ΕΠ παίζει σημαντικό ρόλο σε έναν από τους κύριους στόχους της εκπαιδευτικής διαδικασίας, την επίλυση προβλημάτων. Στις επιστήμες όπου η κατανόηση αρχών και βασικών εννοιών γίνεται με τη μετάφραση τους σε φυσικές εικόνες δηλαδή με μεταφορές που παρουσιάζουν αντικείμενα που αναπαριστούν αρχές σε ένα χώρο, η ΕΠ παρέχει εννοιολογικούς πραγματικούς ή εικονικούς χώρους όπου ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να κινηθεί και να λύσει προβλήματα.

Παραδείγματα εφαρμογών στη διδασκαλία επιστημών

Η διδασκαλία των επιστημών θεωρείται απαραίτητη στην εκπαιδευτική διαδικασία, αφού προωθεί τη μαθησιακή διαδικασία, την ανάπτυξη πνευματικών δεξιοτήτων και τη γνώση του φυσικού περιβάλλοντος. Τα παιδιά αντιλαμβάνονται το φυσικό κόσμο από νωρίς, κατασκευάζουν ιδέες, ερμηνείες και συσχετίσεις για τα φυσικά φαινόμενα. Οι μαθητές έχουν μια ασαφή γνώση για τέτοια θέματα και οι εκπαιδευτικοί πρέπει να αναλύουν τις ιδέες των μαθητών και να αναπτύσσουν ένα νέο επίπεδο κατανόησης βασισμένο στην επιστημονική γνώση.

Η μάθηση μπορεί να θεωρηθεί ως η διαδικασία της απόκτησης, αποθήκευσης και χρήσης της πληροφορίας. Η γνωστική ψυχολογία έχει θέσει τη διαδικασία της μάθησης σε νέα βάση, και μελετά τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος μαθαίνει. Ο άνθρωπος μαθαίνει όχι ως παθητικός δέκτης ερεθισμάτων από το περιβάλλον, αλλά έχει ενεργό ρόλο. Η ανάγκη για εργαλεία υποστήριξης είναι φανερή τουλάχιστον στο αρχικό στάδιο της μαθησιακής διαδικασίας, την επιλογή και συλλογή ερεθισμάτων - φορέων πληροφορίας, καθώς και στην ενεργό συμμετοχή του μαθητή. Οι μαθητές μαθαίνουν με ή χωρίς την υποστήριξη εκπαιδευτικού υλικού. Ερωτήματα γεννώνται ιδιαίτερα στη διδασκαλία των επιστημών και αφορούν την κατανόηση, τις παρανοήσεις, και το γνωστικό φόρτο. Σήμερα η πληροφορική τεχνολογία θεωρείται ως το εργαλείο που περιέχει όλων των ειδών τα μέσα και δίνει νέες προοπτικές στην εκπαιδευτική διαδικασία με τη δυνατότητα της να διαχειρίζεται πολλά συστήματα συμβόλων.

Θεωρούμε ότι η εικονική πραγματικότητα συνεισφέρει στη μαθησιακή διαδικασία με βάση τα κύρια χαρακτηριστικά της, την ελεύθερη πλοήγηση στον τρισδιάστατο εικονικό κόσμο, την αλληλεπίδραση σ' αυτόν, και τις εμπειρίες πρώτου προσώπου που έχει ο μαθητής. Παρέχει στο μαθητή τη δυνατότητα να εμπλουτίσει, να ενισχύσει και να οργανώσει τις εμπειρίες του. Θεωρούμε ότι ένα σύστημα ΕΠ όπως εξάλλου και κάθε υπολογιστικό σύστημα, λειτουργεί ουσιαστικά ως ενισχυτής εμπειριών και όχι ως γνωστικό εργαλείο. Από ψυχολογική θεώρηση, η εποικοδομητική μάθηση είναι η πλησιέστερη θεωρία για την εισαγωγή της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Συγκεκριμένα, θεωρούμε ότι προσεγγίζει περισσότερο με τη θεώρηση του Papert για την κατασκευή της γνώσης μέσα από τη φυσική αλληλεπίδραση με αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο (constructionism) [Papert, 1991], καθώς και με τη σχεδίαση ανοικτών εκ-

παιδευτικών περιβαλλόντων (open-ended learning environments).

Τα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα δομούνται από δεδομένα και πληροφορίες, και επιτρέπουν στο χρήστη τριών ειδών εμπειρίες για την κατασκευή της γνώσης που δεν είναι διαθέσιμες στο φυσικό κόσμο, και έχουν πολλές δυνατότητες για την εκπαιδευτική διαδικασία και ιδιαίτερα τη διδασκαλία των επιστημών. Αυτές είναι το μέγεθος, η μετατροπή, και η αναπαράσταση αφηρημένων εννοιών με συγκεκριμένη "υλική" υπόσταση.

Ως προς το μέγεθος, τα εικονικά περιβάλλοντα επιτρέπουν την προσέγγιση και εξέταση εξαιρετικά μικρών ή μεγάλων αντικειμένων. Έτσι σε ένα παράδειγμα φυσικής των lasers, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μελετήσει τη δημιουργία της ακτινοβολίας από την αρχή, να εμπυθιστεί στο υλικό του laser και να δει τα φωτόνια laser να γινόνται από την αλληλεπίδραση της ακτινοβολίας με την ύλη, φαινόμενο που στο φυσικό κόσμο γίνεται μόνο έμμεσα αντιληπτό.

Η μετατροπή (transduction) αφορά πρώτο σε συσκευές που επιτρέπουν να γίνουν οι πληροφορίες αντιληπτές μέσα από τις αισθήσεις του χρήστη και δεύτερο τη δημιουργία δράσεων στο λογισμικό του συστήματος από αυτές. Έτσι ο χρήστης μπορεί να ακινητοποιήσει και να μελετήσει τα μέρη ή τα άτομα του υλικού laser, να συναρμολογήσει με φυσικές κινήσεις μια συσκευή laser και να τη θέσει σε λειτουργία. Το μέγεθος και η μετατροπή προσφέρουν τη δυνατότητα για εμπειρίες πρώτου προσώπου που είναι αδύνατο να προσληφθούν από το χρήστη με άλλο μέσο.

Η "υλοποίηση" των αναπαραστάσεων (reification), ξεπερνά τα όρια της προσομοίωσης. Ένα μικροσκόπιο στον εικονικό κόσμο φανερώνει μια λεπτομερή εικόνα του υλικού laser, πράγμα παρατηρήσιμο με ένα πραγματικό όργανο και τους περιορισμούς που θέτει. Στο εικονικό περιβάλλον, ο χρήστης ξεπερνά τα όρια των οργάνων, περνά από την αντίθετη πλευρά, αλλάζει το μέγεθος και τις ιδιότητες του και εξερευνά από κοντά τη σωματιδιακή φύση του φωτός, "υλοποιώντας" αφηρημένες αναπαραστάσεις. Η θεώρηση αυτή βοηθά το χρήστη να δημιουργήσει νοητικά μοντέλα.

Η εικονική πραγματικότητα είναι το πλέον σύγχρονο εργαλείο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επιστημονική έρευνα στον τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας στρέφεται διεθνώς προς αυτήν την κατεύθυνση και ιδιαίτερα προς προδιαγραφές συστημάτων εικονικής πραγματικότητας για εισαγωγή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, σε νέα θεωρητικά μοντέλα και πρακτικές, και μελέτες περίπτωσης σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα και βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Το εργαστήριο VREL (Virtual Reality and Education Laboratory) του Παιδαγωγικού Τμήματος του Πανεπιστημίου East Carolina στην Αμερική κάτω από τη διεύθυνση της καθηγήτριας Veronica Pantelidis ασχολείται με την εισαγωγή της εικονικής πραγματικότητας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και την επιμόρφωση εκπαιδευτικών. Αναπτύσσει εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα κυρίως με το απλό και για ανάπτυξη ακόμα και από μαθητές λογισμικό Virtus σε αντικείμενα όπως η ανθρωπογεωγραφία, η

φυσική και η χημεία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το εικονικό μόριο του νερού όπου ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί γύρω και μέσα του, να ανακαλύψει τη δομή και τον τρόπο σχηματισμού του, και να το τροποποιήσει.

Η ομάδα του William Winn στο εργαστήριο HITL (Human Interface Technology Laboratory) του Πανεπιστημίου Washington ασχολείται με τη σχεδίαση, ανάπτυξη, διάχυση, και αξιολόγηση εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Χρησιμοποιεί σύγχρονη τεχνολογία με εξειδικευμένα περιφερειακά όπως κράνη τρισδιάστατης όρασης και γάντια δεδομένων, προτείνοντας την επικοινωνιακή μάθηση ως θεωρητικό μοντέλο για την υποστήριξη εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων εμπύθισης. Στο πρόγραμμα VRRV (Virtual Reality Roving Vehicles) μαθητές, εκπαιδευτικοί και ερευνητές συνεργάζονται για την ολοκλήρωση εικονικών κόσμων. Οι μαθητές μετά από σύντομη εξοικείωση, αποφασίζουν το υπό μελέτη αντικείμενο, θέτουν τους εκπαιδευτικούς στόχους σε συνεργασία με τους εκπαιδευτικούς, σχεδιάζουν το εικονικό περιβάλλον, και κατασκευάζουν τρισδιάστατα αντικείμενα σε σχεδιαστικά πακέτα λογισμικού. Οι ερευνητές του εργαστηρίου τοποθετούν τα αντικείμενα στους εικονικούς κόσμους, προσθέτουν ιδιότητες και ολοκληρώνουν τα περιβάλλοντα. Τέλος, οι μαθητές εμπυθίζονται σ' αυτά και μελετούν το αντικείμενο που έχουν επιλέξει. Ένα παράδειγμα αποτελεί ο κύκλος του αζώτου στη φύση. Οι μαθητές επεμβαίνουν και σχηματίζουν μόνοι τους τις διαδικασίες της νιτροποίησης και απονιτροποίησης σε έναν υδροβιότοπο χειριζόμενοι τα εικονικά αντικείμενα που αναπαριστούν μόρια αζώτου, βακτήρια, κλπ. Τα αποτελέσματα εμπειρικών μελετών που αφορούν τη γνωσιακή, μαθησιακή κατάσταση μαθητών είναι θετικά και βασίζονται κυρίως στις εμπειρίες "πρώτου προσώπου" που αποκτούν οι μαθητές εργαζόμενοι στα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα.

Η ομάδα του Chris Dede στο Πανεπιστήμιο George Mason στην Αμερική αναπτύσσει το πρόγραμμα ScienceSpace που αφορά εικονικούς κόσμους για την κατανόηση θεμελιωδών εννοιών της φυσικής. Χρησιμοποιεί συστήματα εμπύθισης με τρισδιάστατες αναπαραστάσεις και διάφορους τρόπους αλληλεπίδρασης των χρηστών που δεν είναι διαθέσιμες στον πραγματικό κόσμο [Dede et al, 1996]. Μια εφαρμογή αφορά στους νόμους του Newton και στη διατήρηση κινητικής ενέργειας και ορμής. Οι μαθητές φορώντας κράνη τρισδιάστατης όρασης και γάντια δεδομένων εμπυθίζονται στον εικονικό κόσμο του Newton και επιλέγουν φυσικά χαρακτηριστικά του όπως η βαρύτητα και η τριβή. Με το χέρι τους επιλέγουν μπάλες διαφόρων χαρακτηριστικών, τις πετούν προς έναν τοίχο και μελετούν τους ανάλογους νόμους και φυσικά μεγέθη. Μια εφαρμογή που ακολουθεί είναι ο εικονικός κόσμος του Maxwell για τη μελέτη ηλεκτροστατικών δυνάμεων και πεδίων, της ηλεκτρικής ροής και την ανακάλυψη από τους μαθητές του νόμου του Gauss. Οι μαθητές τοποθετούν ηλεκτρικά φορτία της επιλογής τους και τους παρουσιάζονται δυναμικές γραμμές, ισοδυναμικές επιφάνειες, διανυσματικά μεγέθη, τα οποία μεταβάλλονται με φυσιολογικές χειρονομίες των μαθητών. Εμπειρικές μελέτες με άξονες την ευχρηστία των εικονικών περιβαλλόντων και τα γνωστικά τους αποτελέσματα έχουν θετικά αποτελέσματα και βασίζονται στην τρισδιάστατη αναπαράσταση χώρου και αντικειμένων που δεν υλοποιούνται σε πραγματικό εργαστήριο, καθώς επίσης και στον ξεχωριστό τρόπο μάθησης του κάθε μαθητή.

Στην Ελλάδα επιστημονική έρευνα στον τομέα της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση γίνεται ουσιαστικά σε δύο εργαστήρια Το Εργαστήριο Ανάπτυξης Εκπαιδευτικού Λογισμικού του Τμήματος Μαθηματικών του Πανεπιστημίου Πατρών με τη διεύθυνση του καθηγητή Παναγιώτη Πιντέλα, ασχολείται με τη σχεδίαση και ανάπτυξη εκπαιδευτικών περιβαλλόντων σε συνδυασμό με έμπειρα συστήματα, μοντέλα εκπαιδευτικού και μαθητή. Μια από τις πρόσφατες εφαρμογές του εργαστηρίου αφορά σε εικονικά περιβάλλοντα μηχανικής για την κατανόηση βασικών αρχών και εννοιών μέσα από εικονικά πειράματα

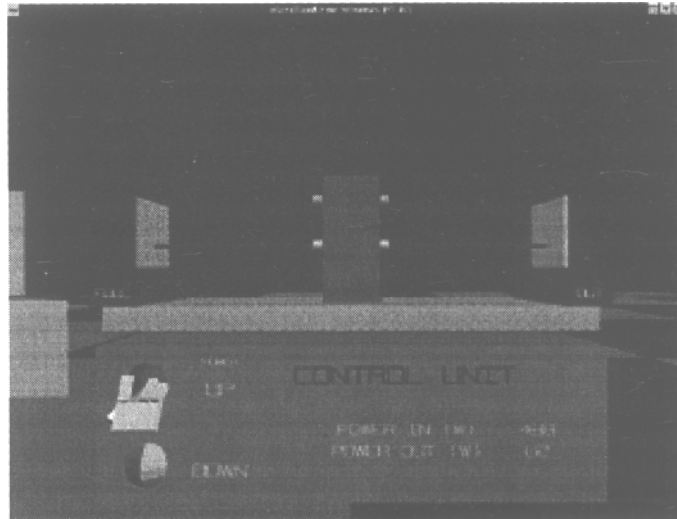
Το εργαστήριο πολυμέσων και εικονικής πραγματικότητας του Παιδαγωγικού Τμήματος Δ. Ε. του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων ασχολείται με τη σχεδίαση, ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων στα γνωστικά αντικείμενα της βιολογίας, περιβαλλοντικής αγωγής, γεωγραφίας και φυσικής. Σχετικά με την περιβαλλοντική αγωγή έχει αναπτυχθεί μια σειρά από εικονικούς κόσμους για τη μελέτη του φαινομένου του ευτροφισμού των λιμνών. Οι μαθητές περιηγούνται σε μια λίμνη, εμβυθίζονται σ' αυτήν και μελετούν τους παράγοντες που συμβάλλουν στον ευτροφισμό, όπως το φυτοπλαγκτόν, το λίπασμα, το οξυγόνο, τα ψάρια, καθώς και της επιπτώσεις του φαινομένου. Τα πρώτα αποτελέσματα συγκριτικά και με άλλα μέσα όπως το κείμενο, και τα περιβάλλοντα πολυμέσων είναι ενθαρρυντικά ως προς τις δυνατότητες της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία [Chalkidis et al, 1997]. Σχετικά με τη βιολογία αναπτύσσονται εικονικά περιβάλλοντα για τη μελέτη των φυτικών κυττάρων και της φωτοσύνθεσης την οποία υλοποιούν μαθητές αλληλεπιδρώντας με τα κατάλληλα εικονικά αντικείμενα (μόρια οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα χλωροφύλλης). Όσο αφορά στη διδασκαλία της φυσικής, έχουν αναπτυχθεί δύο διαφορετικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα για τη μελέτη της φυσικής των lasers. Το πρώτο έχει γίνει σε συνεργασία με το εργαστήριο VIRART του Πανεπιστημίου του Nottingham και αφορά στη φυσική και τις βασικές αρχές παραγωγής του φωτός laser [Brown et al, 1996]. Αναπαριστώνται οι διεργασίες της αυθόρμητης και επαγόμενης εκπομπής φωτός, καθώς και η δημιουργία των δεσμών laser και η διάδοση τους στο χώρο. Ο χρήστης περιηγείται στη δομή των ατόμων του υλικού laser, προκαλεί και παρατηρεί ατομικές μεταπτώσεις και την παραγωγή διαφορετικών χρωμάτων φωτός, καθώς και τις σχετικές μαθηματικές εκφράσεις και γραφικές παραστάσεις. Επίσης προσομοιώνεται η διαδικασία εγγραφής και ανάγνωσης ενός ολογράμματος.

Η δεύτερη εφαρμογή παρέχει στο χρήστη ένα περιβάλλον ελεύθερης πλοήγησης και δράσης. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να περιεργαστεί τα τρισδιάστατα εικονικά εξαρτήματα που αποτελούν μια συσκευή laser, να τα χρησιμοποιήσει κατάλληλα, να συναρμολογήσει τη συσκευή, να τη θέσει σε λειτουργία και να μελετήσει τις συνθήκες λειτουργίας της. Οι δραστηριότητες γίνονται σε ένα επιτραπέζιο σύστημα εικονικής πραγματικότητας και με φυσιολογικούς χειρισμούς του χρήστη χωρίς την ανάγκη για εκπαίδευση στη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία Με ένα γάντι δεδομένων στο δεξί του χέρι, ο χρήστης περιηγείται στο εικονικό εργαστήριο και με κινήσεις του χεριού του πιάνει και μεταφέρει τα αντικείμενα για το στήσιμο της συσκευής. Ηλεκτρικά σήματα σε κάθε δάκτυλο του γαντιού καθορίζουν τη θέση του και το λογισμικό αντιλαμβάνεται τις ενέργειες του χρήστη. Με την ολοκλήρωση του laser ο χρήστης το τρο-

φοδοτεί με ενέργεια και μεταβάλλει τις παραμέτρους μέχρι να περάσει το κατώφλι ενέργειας που θέτει το laser εκπομπή. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δει τη δημιουργία του φωτός laser από τα λίγα αρχικά αυθόρμητα εκπεμπόμενα φωτόνια Έχει τη δυνατότητα ελέγχου της ισχύος εξόδου και του χρώματος που εκπέμπει το laser. Επιπλέον μπορεί να εισέλθει στο υλικό του laser και να μελετήσει τη σωματιδιακή φύση του φωτός, κάτι αδύνατο ακόμη και στην πραγματικότητα Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα εμβύθισης, τρισδιάστατης όρασης και αλλαγής του οπτικού του πεδίου με κινήσεις του κεφαλιού του, με τη χρήση στερεοσκοπικών γυαλιών. Η εικόνα 1 παρουσιάζει την πλοήγηση και αλληλεπίδραση στο εικονικό εργαστήριο laser.



Εικόνα 1. Πλοήγηση και αλληλεπίδραση στο εικονικό εργαστήριο laser
Το σχήμα 2 παρουσιάζει το εικονικό laser με το χρήστη να ρυθμίζει την ισχύ εισόδου. Το χέρι, είναι η αναπαράσταση του πραγματικού χεριού του χρήστη με το γάντι δεδομένων.



Σχήμα 2. Ο χρήστης με φυσιολογικούς χειρισμούς ελέγχει τη λειτουργία του laser

Το διδακτικό εργαλείο βασίζεται στην ενίσχυση και τον εμπλουτισμό των εμπειριών "πρώτου προσώπου" του χρήστη που στη διδασκαλία των επιστημών και ιδιαίτερα των αφηρημένων εννοιών θεωρείται δύσκολο, έχοντας διαρκώς ενεργή συμμετοχή στην εκπαιδευτική διαδικασία. Χωρίς να ακολουθείται ουσιαστικά αυστηρά μια ορισμένη παιδαγωγική θεωρία για τη σχεδίαση του περιβάλλοντος εργασίας, η εποικοδομητική μάθηση με τις προεκτάσεις του Papert, ταιριάζει σ' αυτό.

Η πρώτη πιλοτική εμπειρική έρευνα έχει ως άξονες τη μελέτη της αλληλεπίδρασης χρηστών με τον εικονικό κόσμο σε συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, και τη γνώση που αποκτούν σχετικά με τη φυσική και οργανολογία των lasers. Το δείγμα είναι 8 φοιτητές Τμήματος Φυσικής. Οι χρήστες προσαρμόστηκαν γρήγορα στην πλοήγηση και αλληλεπίδραση στο τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον και οι χειρισμοί τους ήταν παρόμοιοι με αυτούς στο πραγματικό εργαστήριο. Αν και είναι νωρίς για συμπεράσματα ως προς γνωστικά θέματα, όλοι οι φοιτητές δήλωσαν ότι κατανόησαν τη λειτουργία του laser αφού έφεραν με επιτυχία σε πέρας τις εργασίες που τους ανατέθηκαν στο εικονικό περιβάλλον και επιθυμούν να εξασκούνται σε εικονικά εργαστήρια για όλα τα θέματα της φυσικής.

Η έρευνα στο εργαστήριο συνεχίζεται με σχεδίαση περισσότερο εξελιγμένων εκπαιδευτικών συστημάτων εικονικής πραγματικότητας και αξιολόγηση τους σε μεγάλο δείγμα μαθητών.

Φαίνεται ότι η εικονική πραγματικότητα αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο στην εκπαιδευτική διαδικασία συνεισφέροντας στον ενεργό ρόλο του μαθητή σε θέματα στα οποία δεν προσφέρονται άλλα μέσα και κυρίως δεν είναι υλοποιήσιμα στο εργαστήριο ή παρατηρήσιμα στο φυσικό περιβάλλον.

Αναφορές

Bricken, W. (1990), Learning in Virtual Reality, Technical report No. HITL-M-90-5, University of Washington

Brown D. J., Mikropoulos T. A., and Kerr S. J. (1996), "A Virtual Laser Physics Laboratory" VR in the Schools 2(3)

Burdea G., Coiffet P. (1993) "Virtual Reality Technology", John Wiley & Sons, Inc, NY

Chalkidis A., Mikropoulos T. A., Katsikis A. (1997) "VR in Environmental Education. Project LAKE-First Results", 3d National Conf. on Didactics of Mathematics and Computer Science in Education, Patras

Dede C, Salzman M. C, Loftin R. B. (1996), "ScienceSpace: Research on Using Virtual Reality to Enhance Science Education", World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia Boston, USA

Papert S., (1991) "Situating constructionism" in I. Harel & S. Papert Constructionism. Eds. Ablex Publishing Co., Norwood, NJ