

**Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας  
Υπολογιστών**



**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ :  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**

**Θέμα Διπλωματικής εργασίας:**

**Η ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΙΣ ΜΟΡΦΕΣ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**Επιβλέπων Καθηγητής:  
κ. Γ. Λέπουρας**

**ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ**

**ΤΡΙΠΟΛΗ 2011**

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το περιβάλλον της Εικονικής πραγματικότητας (Ε.Π.) θεωρείται από τα πλέον σύγχρονα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαίδευση. Μέσω αυτών ο εκπαιδευόμενος μπορεί να αποκτήσει την αίσθηση της παρουσίας με ένα αντίστοιχο πραγματικό περιβάλλον, να μεταφέρει τις προγενέστερες εμπειρίες που είχε στον πραγματικό κόσμο και να αποκομίσει καινούργιες αλληλεπιδρώντας με τον εικονικό και να κατανοήσει σύνθετα περιβάλλοντα, καταστάσεις και φαινόμενα. Κατά την διαδικασία πλοήγησής του στο εικονικό περιβάλλον, μπορεί να εκπαιδευτεί με μεγαλύτερη ασφάλεια στην αντιμετώπιση καταστάσεων που στον πραγματικό κόσμο θεωρούνται επικίνδυνες.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι, να εξηγήσει την έννοια της (Ε.Π.), καθώς και διάφορων άλλων εννοιών που σχετίζονται με αυτή. Προσπαθεί να δώσει μια ολοκληρωμένη εικόνα στον αναγνώστη για το τι ακριβώς είναι η Ε.Π., πως προέκυψε και πως μπορεί να εξελιχθεί. Η Ε.Π. είναι ένα σύγχρονο εργαλείο της τεχνολογίας που είναι σε θέση να βοηθήσει τον άνθρωπο σε πολλούς τομείς των επιστημών, αλλά και της καθημερινότητάς του, ως φυσικό επακόλουθο.

Η εργασία επίσης, παρουσιάζει αναλυτικά τους τομείς στους οποίους εφαρμόζεται η Ε.Π., όπως για παράδειγμα στην άμυνα, στην ιατρική και αλλού. Επιπλέον, αναφέρεται και στα περιβάλλοντα ανάπτυξης της Ε.Π. όπως το Εμβυθιστικό περιβάλλον, το περιβάλλοντα μη βύθισης ή γραφείου κ.α. Το κάθε περιβάλλον μπορεί να δημιουργήσει μια εικονική πραγματικότητα, η οποία μπορεί να παρέχει μια ρεαλιστική προσομοίωση χρησιμοποιώντας συσκευές εισόδου και εξόδου, όπως το HMD, γάντια δεδομένων, ανιχνευτές, ποντίκι και χειριστήριο.

Η δυνατότητα της τεχνολογίας της Ε.Π. για την υποστήριξη της εκπαίδευσης είναι αναγνωρισμένη. Διάφορα προγράμματα με σκοπό να εισαγάγουν μεγάλο αριθμό εκπαιδευόμενων και εκπαιδευτών στην τεχνολογία έχουν καθιερωθεί. Το κεφάλαιο 5 παρέχει μια επισκόπηση μερικών εκπαιδευτικών εφαρμογών της τεχνολογίας της Ε.Π. που απαριθμούνται στον πίνακα 2.

Τέλος, παραθέτουμε συμπεράσματα και προτάσεις για την βελτίωση της τεχνολογίας της Ε.Π.

## **ABSTRACT**

Virtual Reality environments are valuable tools for implementation in educational settings. Through their use, trainees can acquire a stronger and more detailed sense of reality, transferring their experiences acquired in the real world, to the world of virtual reality. Through the interaction between real and artificial environments, new experiences are formulated facilitating students in comprehending the basic constituents of complex environments, situation and phenomena in their everyday lives. The process of navigation in virtual environments is designed to train students in securely handling crisis situations that is, situations considered dangerous in the real world.

The subject of this project is, to explain the significance of Virtual Reality (VR), as well as some other meanings which pertain to VR. It tries to give to the reader a complete image of what exactly VR is, what its aspects are, how it appeared initially and how it can develop. VR is a contemporary tool of technology which is able to help humans in many fields of science, but also in their daily lives.

The project also, analytically presents the fields in which VR is applied, as an example in defence, in the medicine and elsewhere. Furthermore, reported in the VR development environments, like immersive environment, environments of non immersion or desktop. Each environment can create a virtual reality, which can provide a realistic simulation using input or output devices, like HMD, datagloves, trackers, mouse, joysticks.

The potential of VR technology for supporting education is recognized. Several programs designed to introduce large number of trainees and trainers to the technology have been established. The chapter 5 provides an overview of some educational applications of VR technology listed in Table 2.

Finally, we mention conclusions and proposals on the improvement of VR technology.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	5
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΤΑ ΤΡΙΑ I's ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	9
Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	10
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	11
1.3 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	14
2.1 ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	15
2.1.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ.....	16
2.1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ Ε.Π. ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ .....	18
2.1.3 ΠΟΤΕ ΔΕΝ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ Ε.Π. ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ .....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....	20
ΤΟΜΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ .....	21
3.1 ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ .....	22
3.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ .....	23
3.3 ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΑΤΟΜΑ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ.....	24
3.3.1 ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ .....	26
3.4 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΤΗΣΗΣ.....	28
3.5 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΑΜΥΝΑΣ.....	29
3.6 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΤΗΝ Ε.Π. ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΨΥΧΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ.....	30
3.7 ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	32
3.8 ΚΟΙΝΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....	34
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.....	35
4.1 ΕΜΒΥΘΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ .....	36
4.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΗ ΒΥΘΙΣΗΣ ή ΓΡΑΦΕΙΟΥ (NON IMMERSIVE -DESKTOP ENVIRONMENTS).....	38
4.3 ΠΡΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ .....	39
4.3.1 ΔΩΜΑΤΙΟΥ .....	40
4.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....	43
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 .....	66
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	67
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	70

## ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1:Τα τρία I της Ε.Π. Από τον Burdea( 1993) .....	8
Εικόνα 2: Το 1963 ο φοιτητής του MIT Ivan Sutherland δημιουργεί τον πρώτο εξοπλισμό της Ε.Π.....	12
Εικόνα 3:Η πρώτη εισαγωγική οθόνη.....	16
Εικόνες 4 :Εικονικό περιβάλλον – Άτομα στοιχείων και η δομή τους.....	17
Εικόνα 5 :Virtual Workbench.....	22
Εικόνα 6: Ένας αρχιτέκτονας κατασκευάζει ένα εικονικό κτήριο. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει στους αρχιτέκτονες να σημειώσουν τα λάθη στα σημεία τους πριν αρχίσουν την εργασία για το πραγματικό πρόγραμμα. ....	23
Εικόνα 7: Οι εμπορικοί πιλότοι εκπαιδεύονται σήμερα στους προσομοιωτές πτήσης Ε.Π. όπως αυτόν. Η προσομοίωση μειώνει τους κινδύνους και το χρόνο πραγματικής κατάρτισης. ....	28
Εικόνα 8:Παιχνίδια Ε.Π. όπως το America's Army ( στην εικόνα ) μπορεί να βοηθήσει την στρατιωτική εκπαίδευση καθώς και σαν εργαλείο στρατολόγησης .....	29
Εικόνα 9: Ένας νέος ασθενής εκτρέπει την προσοχή του μακριά από μια επίπονη ιατρική περίθαλψη με το να είναι αφοσιωμένος σε ένα πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας ....	30
Εικόνα 10:Περιβάλλον εμπύθισης (immersive environment).....	36
Εικόνα 11: Περιβάλλον μη βύθισης ή γραφείου (non immersive, desktop environment).....	38
Εικόνα 12: Ο Thomas DeFanti (αριστερά) και ο Daniel Sandin στο CAVE το 1998. Τα CAVE's είναι ο δεύτερος κύριος τύπος του συστήματος Ε.Π. ....	40
Εικόνα 13: Περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας (augmented environment) .....	42
Εικόνα 14: Η εικονική πραγματικότητα ως διδακτικό μέσο στα αρχαιολογικά εκπαιδευτικά προγράμματα.....	62
Εικόνα 15: Εικονικό περιβάλλον.....	64

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ποιοτικές επιδόσεις των διαφόρων συστημάτων Ε.Π. [37].....	42
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά και τρόποι χρήσης εκπαιδευτικών εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας. ....	46
Πίνακας 3: Συστήματα απεικόνισης .....	60
Πίνακας 4: Κοινό εφαρμογής .....	61

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια έχει πραγματοποιηθεί μια μεγάλη εξέλιξη στην τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας (Ε.Π.) με αποτέλεσμα την ολοένα και μεγαλύτερη αποδοχή της από την επιστημονική κοινότητα ως ένα πολύτιμο εργαλείο για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Τα χαρακτηριστικά που καθιστούν την τεχνολογία της Ε.Π. ιδιαίτερα ελκυστική είναι η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με το χρήστη και η αίσθηση της εμβύθισής του μέσα σε έναν εικονικό κόσμο. Για το λόγο αυτό, ένα μεγάλο μέρος της επιστημονικής έρευνας έχει επικεντρωθεί στην περαιτέρω ενίσχυση των δύο αυτών χαρακτηριστικών οδηγώντας στη δημιουργία σύνθετων συστημάτων Ε.Π. Ωστόσο, τα συστήματα αυτά, παρά τις τεράστιες δυνατότητες που προσφέρουν, απαιτούν τη χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού Ε.Π. και για το λόγο αυτό δε θεωρούνται κατάλληλα για ευρεία χρήση [1]

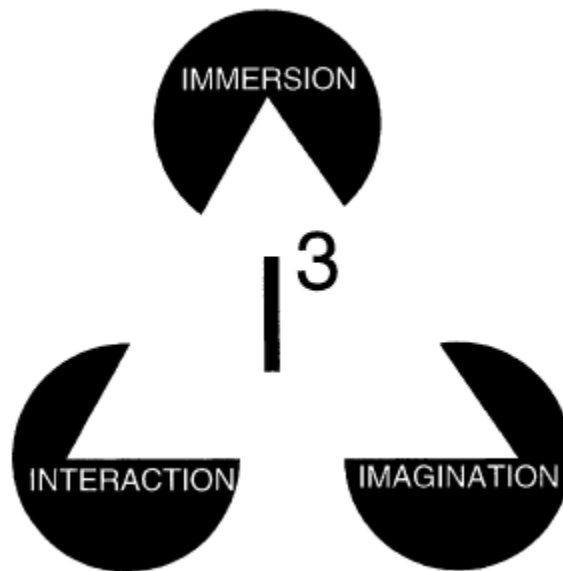
Η έλευση του διαδικτύου και η καθολική αποδοχή ως κυρίαρχο μέσο ανταλλαγής πληροφοριών δεν ήταν δυνατό να αφήσουν ανεπηρέαστο το χώρο της Ε.Π.. Το αποτέλεσμα ήταν η ανάπτυξη κατάλληλων προτύπων τα οποία οδήγησαν στη δημιουργία τρισδιάστατων εικονικών κόσμων, δίνοντας νέες δυνατότητες στον τρόπο επικοινωνίας στο διαδίκτυο. Το σημαντικό γεγονός ήταν η δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών χαμηλού κόστους, οι οποίες απευθύνονται σε ένα ευρύ κοινό, όπως είναι το σύνολο των χρηστών του διαδικτύου [1].

Η Ε.Π. χρησιμοποιεί ηλεκτρονικούς υπολογιστές, για να δημιουργήσει και να προσομοιώσει ρεαλιστικά και με αληθοφάνεια υπαρκτά ή μη περιβάλλοντα, από τα οποία ο χρήστης έχει την ψευδαίσθηση ότι περιβάλλεται και στα οποία μπορεί να κινηθεί ελεύθερα, αλληλεπιδρώντας παράλληλα με τα αντικείμενα που περιλαμβάνουν, όπως θα έκανε και στον πραγματικό κόσμο. Αυτό συμβαίνει μέσω της απομόνωσης του χρήστη και των αισθήσεών του από το πραγματικό κόσμο και της επικάλυψης των ερεθισμάτων του πραγματικού κόσμου με αντίστοιχα εικονικά, φτιαγμένα από το σύστημα της Ε.Π.

Η εικονική πραγματικότητα μια υψηλού επιπέδου διεπαφή (interface) ανάμεσα στο χρήστη και στους υπολογιστές που περιλαμβάνει την σε πραγματικό χρόνο προσομοίωση και τις αλληλεπιδράσεις μέσω των πολλαπλάσιων αισθητηριακών καναλιών. Αυτές οι αισθητηριακές μορφές είναι οπτικές, ακουστικές, αφής, όσφρησης, και γεύσης.

## ΤΑ ΤΡΙΑ I's ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η Ε.Π. αναφέρεται στην αλληλεπίδραση ( Interactive ) και είναι και εμβυθιστική ( Immersive ). Αυτά τα χαρακτηριστικά γνώρισμα είναι τα δύο I ' s με τα οποία οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν εξοικειωθεί. Υπάρχει ακόμα, ένα τρίτο χαρακτηριστικό γνώρισμα της Ε.Π. που λιγότεροι άνθρωποι γνωρίζουν. Η Ε.Π. δεν είναι μόνο ένα μέσο υψηλού επιπέδου διεπαφής με τον χρήστη, έχει επίσης εφαρμογές που περιλαμβάνουν λύσεις σε πραγματικά προβλήματα στην εφαρμοσμένη μηχανική, ιατρική, στο στρατό, κ.λπ. Αυτές οι εφαρμογές σχεδιάζονται από σχεδιαστές Ε.Π. . Ο βαθμός στον οποίο μια εφαρμογή είναι σε θέση να λύσει ένα ιδιαίτερο πρόβλημα, δηλ., ο βαθμός στον οποίο η προσομοίωση αποδίδει καλά, εξαρτάται πάρα πολύ από την ανθρώπινη φαντασία ( Imagination), το τρίτο " I" της Ε.Π.. Η εικονική πραγματικότητα είναι επομένως ένα ενσωματωμένο τρίο της φαντασίας, εμβύθισης και αλληλεπίδρασης, όπως φαίνεται στην εικόνα 1. Το κομμάτι της φαντασίας της Ε.Π. αναφέρεται επίσης στην ικανότητα του μυαλού να γίνουν αντιληπτά τα ανύπαρκτα πράγματα [02].



**Εικόνα 1: Τα τρία I της Ε.Π. Από τον Burdea( 1993)**

Burdea, G., 1993, "Virtual Reality Systems and Applications" [Short Course], in Electro '93 International Conference, Edison, N.J.

Μέσα σε ένα εικονικό κόσμο, φυσική κατάληξη των ερευνών πάνω στις «ψεύτικες» εικόνες, ο χρήστης - εξερευνητής, με τη βοήθεια ενός γαντιού δεδομένων (DataGlove) εφοδιασμένου με ηλεκτρονικούς ανιχνευτές, μιας οπτικής συσκευής εξοπλισμένης με μικρές οθόνες βίντεο (στερεοσκοπικό κράνος) και ενός κατάλληλου πληροφορικού περιβάλλοντος, πιστεύει ότι είναι βυθισμένος μέσα σε ένα ιδιάζοντα κόσμο (κτήριο, πόλη, πλανήτη, κύτταρο κ.λπ.) όπου έχει την αίσθηση ότι μπορεί να κινείται, να αγγίζει διάφορα αντικείμενα, ενώ μπορεί να παίρνει διάφορες πληροφορίες και έχει τη δυνατότητα να τροποποιεί ολοκληρωτικά το περιβάλλον του. Οι εικονικοί κόσμοι είναι συστήματα που προσπαθούν να μας δώσουν την πιο αξιόπιστη αυταπάτη μιας λειτουργικής κατάδυσης μέσα σε ένα συνθετικό κόσμο (αυτόν της προσομοίωσης) ή ακόμα μέσα στην αναπαράσταση μιας μακρινής ή απρόσιτης κατάστασης [59].

Η επιτυχία, επομένως και η αποτελεσματικότητα μιας εφαρμογής Ε.Π. κρίνεται από την επίτευξη ή όχι του εκπαιδευτικού ρόλου που καλείται εξ αρχής να επιτελέσει καθώς και από τον βαθμό στον οποίο ανταποκρίνεται στο να εφαρμόσει τις τρεις αυτές συνιστώσες: αλληλεπίδραση – εμπύθιση και φαντασία. Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν ενδεικτικά κάποιες από τις σημαντικότερες προσπάθειες που συνέβαλαν στην δημιουργία και ανάπτυξη της τεχνολογίας της Ε.Π.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

# Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

## 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας τα γραφικά υπολογιστών χρησιμοποιούνται από ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών που εκτείνεται από απλές εφαρμογές διασκέδασης, όπως είναι τα παιχνίδια ή ο κινηματογράφος, έως επαγγελματικά προγράμματα σχεδίασης που απευθύνονται σε μηχανικούς, αρχιτέκτονες κλπ. Η αλματώδης ανάπτυξη που παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια στην τεχνολογία των μικροεπεξεργαστών έχει οδηγήσει σε μια συνεχή αύξηση της ισχύος και της ταχύτητας των σύγχρονων υπολογιστικών συστημάτων, αλλά και σε μια ταυτόχρονη μείωση του κόστους τους. Οι υψηλές αυτές δυνατότητες έχουν αυξήσει τις απαιτήσεις των χρηστών καθιστώντας πλέον ξεπερασμένες τις δισδιάστατες αναπαραστάσεις γραφικών.

Πέρα όμως, από τις απλές αναπαραστάσεις τρισδιάστατων γραφικών, οι σύγχρονες απαιτήσεις επιβάλλουν τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης του χρήστη με τον τρισδιάστατο κόσμο. Σε αυτήν την απαίτηση έρχεται να δώσει απάντηση μια σχετικά νέα και πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που ονομάζεται Εικονική πραγματικότητα.

## 1.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Ο J. Lanier, ιδρυτής της VPLR (Virtual Programming Languages Research) έδωσε έναν πρώτο ορισμό για την Εικονική Πραγματικότητα, σύμφωνα με τον οποίο: «η Εικονική Πραγματικότητα αποτελεί μια μέθοδο οπτικοποίησης και επεξεργασίας περίπλοκων δεδομένων και αλληλεπίδρασης με ηλεκτρονικούς υπολογιστές».

Στη συνέχεια η Εικονική Πραγματικότητα ορίζεται ως:

- «... ένα 3D περιβάλλον αλληλεπίδρασης, κατασκευασμένο από υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί» [J. Lanier, 1989].
- «...ένα υπολογιστικό σύστημα, το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία εικονικών κόσμων, στους οποίους ο χρήστης έχει την εντύπωση ότι ενυπάρχει και επιπλέον, έχει την ικανότητα να πλοηγηθεί και να χειριστεί τα αντικείμενά τους» [C. Manetta, & Blade R., 1995].
- «..... τα, μέσω του υπολογιστή κατασκευασμένα, 3D, εξομοιωμένα περιβάλλοντα, τα οποία απαντώνται σε πραγματικό χρόνο (real time), καθώς τα διαχειρίζεται ο χρήστης» [Mills S., Noyes J., 1999].
- «...ένα μέσο, το οποίο αποτελείται από αλληλεπιδραστικές εξομοιώσεις με υπολογιστή, οι οποίες «αισθάνονται» τη θέση και τις ενέργειες του χρήστη και αντικαθιστούν ή επαυξάνουν την ανάδραση σε μία ή παραπάνω αισθήσεις, δίνοντας το αίσθημα της πνευματικής εμβύθισης ή της παρουσίας στην εξομοίωση (ένας εικονικός κόσμος)» [Sherman, W. R., Craig, A. B., 2003].

Στην εγκυκλοπαίδεια Britannica<sup>1</sup> αναγράφεται ένας ορισμός, ο οποίος περιγράφει σφαιρικά τον όρο: Η Εικονική Πραγματικότητα αποτελεί τη χρήση της μοντελοποίησης και της προσομοίωσης μέσω υπολογιστικών συστημάτων, προκειμένου να δοθεί στο χρήστη η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με ένα τεχνητό 3D οπτικό περιβάλλον ή άλλο απτικό περιβάλλον. Οι εφαρμογές της Εικονικής Πραγματικότητας εμβυθίζουν το χρήστη σε ένα υπολογιστικό περιβάλλον, το οποίο προσομοιώνει την πραγματικότητα μέσω της χρήσης ειδικών συσκευών που στέλνουν και λαμβάνουν πληροφορία σε πραγματικό χρόνο [3].

Ακόμα ένας ορισμός στο Wikipedia<sup>2</sup> : Η εικονική πραγματικότητα είναι ένας όρος που εφαρμόζεται σε προσομοιωμένα από υπολογιστή περιβάλλοντα που μπορούν να μιμηθούν τη φυσική παρουσία τόσο στο πραγματικό κόσμο, όσο και στους φανταστικούς κόσμους [4].

---

<sup>1</sup> Virtual reality (VR): the use of computer modeling and simulation that enables a person to interact with an artificial three-dimensional (3-D) visual or other sensory environment. VR applications immerse the user in a computer-generated environment that simulates reality through the use of interactive devices, which send and receive information and are worn as goggles, headsets, gloves, or body suits.

<sup>2</sup> Virtual reality (VR) is a term that applies to computer-simulated environments that can simulate physical presence in places in the real world, as well as in imaginary worlds.

### 1.3 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η Ε.Π. θεωρείται μια καινούρια τεχνολογία, η οποία αναπτύχθηκε ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια. Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες από τις σημαντικότερες προσπάθειες που συνέβαλαν στη δημιουργία και ανάπτυξη της Ε.Π. :

- ✓ Sensorama : Ο αμερικανός κινηματογραφιστής Morton Heilig πρότεινε στη δεκαετία του 50 τον κινηματογράφο του μέλλοντος ή αλλιώς ένα θέατρο εμπειριών, το οποίο θα περικυκλώνει τον θεατή με αισθήσεις που προέρχονται από μηχανήματα, μεταφέροντάς τον με αυτό τον τρόπο σε μια άλλη διάσταση. Το 1962 δημιούργησε το Sensorama μαζί με πέντε ταινίες. Το Sensorama χρησιμοποιούσε τρισδιάστατα γραφικά, στερεοσκοπικό ήχο και δονήσεις.
- ✓ The Sword of Damocles: Το 1968, ένας απόφοιτος φοιτητής που ονομαζόταν Ivan Sutherland κατασκεύασε την «δαμόκλεια σπάθη» η οποία αποτελεί και τον πρώτο εξοπλισμό Ε.Π. Πρόκειται για την πρώτη συσκευή HMD (Head Mounted Display), η οποία πήρε το όνομά της από το γεγονός ότι κρεμόταν από την οροφή ενός δωματίου. Επέτρεπε μηχανική ανίχνευση του κεφαλιού και παρείχε στερεοσκοπική θέα.



Εικόνα 2: Το 1963 ο φοιτητής του MIT Ivan Sutherland δημιουργεί τον πρώτο εξοπλισμό της Ε.Π.

<http://www.scienceclarified.com/scitech/Virtual-Reality/Airplanes-to-Arcades-The-Development-of-Virtual-Reality.html#ixzz1IvhtbMX1>

- ✓ Videoplace: Το 1975 ο Myron Krueger δημιουργεί το Videoplace, όπου εξερευνά τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή δίνοντας στους χρήστες τη δυνατότητα ελεύθερης επιλογής και προσωπικής έκφρασης. Το σύστημα ανιχνεύει με τη βοήθεια κάμερας το είδωλο του ανθρώπου και το προβάλλει σε μια μεγάλη οθόνη παρεμβάλλοντας εικόνες από έναν υπολογιστή.
- ✓ VCASS: Ο Thomas Furness του US Air Force's Armstrong Medical Research Laboratories ανέπτυξε το 1982 τον VCASS (Visual Coupled Airbone Systems Simulator) , ένας προσομοιωτής πτήσης για πιλότους της πολεμικής αεροπορίας. Με τη βοήθεια τρισδιάστατων γραφικών και ενός κράνους Ε.Π. ο πιλότος εκπαιδεύεται σε διάφορες διαδικασίες πτήσης.
- ✓ BOOM. Το σύστημα BOOM (Binocular Omni-Orientation Monitor) υλοποιήθηκε το 1989 από το Fake Space Labs. Πρόκειται για ένα μικρό κουτί που περιέχει 2 CRT (Cathod Ray Tube) οθόνες, οι οποίες μπορούν να γίνουν ορατές στο χρήστη μέσω δύο μικρών οπών. Ο χρήστης μπορεί να πιάσει το κουτί και να το προσαρμόσει στα μάτια του, ενώ στη συνέχεια μπορεί να κινηθεί μέσα στον εικονικό κόσμο.

- ✓ CAVE: Παρουσιάστηκε το 1992, προβάλλει στερεοσκοπικές εικόνες στους τοίχους ενός δωματίου. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα και ανάλυση των εικόνων από αυτήν που προσφέρουν τα κράνη Ε.Π., καθώς επίσης και μεγαλύτερο εύρος οπτικού πεδίου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## 2.1 ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η Ε.Π. με τις μέχρι τώρα εξελίξεις της τεχνολογίας αποτελεί ένα μέσο επικοινωνίας ανθρώπου - μηχανής (human -computer interface). Στα πλαίσια αυτά, η σύζευξη μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστικών συστημάτων επεξεργασίας της πληροφορίας αποκτά νέες διαστάσεις, αφού η σχεδίαση του πληροφορικού συστήματος προσπαθεί να ανταποκριθεί στις ανθρώπινες ανάγκες και συνήθειες αντί να απαιτεί την προσαρμογή της ανθρώπινης συμπεριφοράς στις δικές του τεχνολογικές αναγκαιότητες. Η έμφαση στην περίπτωση αυτή μετατοπίζεται από τη συμβολική επεξεργασία προς την άμεση παρατήρηση της πραγματικότητας και τη συμμετοχή του χρήστη στα συμβάντα δίνοντας έτσι νέες δυνατότητες και ανοίγοντας καινούριες προοπτικές στη σχέση των μαθητευόμενων με τα γνωστικά αντικείμενα. Ένα τέτοιο σύστημα λειτουργώντας στη βάση των εννοιών της απεικόνισης, της συμπεριφοράς και της αλληλεπιδραστικότητας στηρίζεται σε αντικείμενα που συνιστούν οντότητες με δυναμική συμπεριφορά, αυτονομία και λογική αντίδραση. Ελαχιστοποιούνται κατ' αυτό τον τρόπο οι διαφορές από ένα φυσικό περιβάλλον και ο μαθητευόμενος έχει την αίσθηση της ρεαλιστικής συμμετοχής στο εικονικό κόσμο. Είναι επίσης εμφανής ο ανθρωποκεντρικός χαρακτήρας της τεχνολογίας αυτής, η οποία ολοκληρώνει μια σειρά από τεχνικές με γνώμονα την ικανότητα τους να λειτουργούν ως προεκτάσεις των ανθρώπινων αισθήσεων. Με την Ε.Π. ο υπολογιστής μετατρέπεται από σύστημα επεξεργασίας δεδομένων σε γεννήτρια πραγματικότητας παρέχοντας νέους τρόπους επικοινωνίας. Η ίδια η έννοια της αλληλεπιδραστικότητας αποκτά επίσης νέες διαστάσεις στα πλαίσια των εικονικών κόσμων με ενδιαφέρουσες επιπτώσεις στις μαθησιακές διαδικασίες. Ο χρήστης μιας τεχνολογίας Ε.Π. εισέρχεται στον πολυδιάστατο νοητικό χώρο της (όπου συνυπάρχουν ο τρισδιάστατος χώρος, ο χρόνος και οι αισθήσεις) και έχει έτσι την αίσθηση της αλληλεπίδρασης όχι πλέον με μια μηχανή αλλά με μια απεικόνιση. Στα πλαίσια αυτά, οι Ε.Π. μιμούμενες τη φυσιολογική ανθρώπινη συμπεριφορά (αντί για προγραμματισμό, χρήση πληκτρολογίου ή ποντικιού ο μαθητευόμενος χρησιμοποιεί τις χειρονομίες, την κίνηση, το βλέμμα, την ομιλία, το ίδιο του το σώμα), παρέχουν νέες εκπαιδευτικές δυνατότητες [58]:

- Εξερεύνηση υπαρκτών αντικειμένων ή χώρων για τους οποίους ο μαθητευόμενος δεν έχει άμεση πρόσβαση.
- Μελέτη πραγματικών αντικειμένων ή χώρων που είναι αδύνατον να κατανοηθούν διαφορετικά εξαιτίας του μεγέθους, της θέσης ή των ιδιοτήτων τους.
- Δημιουργία αντικειμένων ή περιβαλλόντων 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 [17].

## 2.1.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

Ένας τομέας όπου ο υπολογιστής παρουσιάζει συγκριτικό πλεονέκτημα σε σχέση με άλλα μέσα εκπαιδευτικής τεχνολογίας είναι αυτός των οπτικών αναπαραστάσεων (οπτικοποίηση). Τούτο γιατί συνδυάζει όλα τα χαρακτηριστικά των οπτικοακουστικών μέσων μαζί με απεριόριστες δυνατότητες αλληλεπίδρασης. Η οπτικοποίηση είναι ένα αναγνωρισμένο μέσο για την αναπαράσταση δεδομένων και εννοιών που βοηθά στην κατανόηση και αφομοίωση του περιεχομένου της διδασκαλίας. Ειδικά στη διδασκαλία της ιστορίας όπου οι περισσότερες αναφορές είναι σε κόσμους του παρελθόντος, η χρήση των οπτικών αναπαραστάσεων επιβάλλεται για τη δημιουργία σταθερών νοητικών εικόνων και κοινών σημείων αναφοράς και συζήτησης. Από τη σκοπιά της διδασκαλίας της ιστορίας, το Ε.Π. σχετίζεται με γραφική αναπαράσταση ενός «ιστορικού κόσμου».

Η χρήση της Ε.Π. ενδείκνυται στα αρχαιολογικά εκπαιδευτικά προγράμματα σύμφωνα με τα διεθνώς αποδεκτά κριτήρια (Pantelidis , 1996, 1997) για διάφορους λόγους, όπως π.χ. η οριστική απώλεια της αρχικής εικόνας των μνημείων, η αδυναμία εισόδου στα αρχαία κτίρια, η πληρέστερη κατανόηση των μνημείων, η συναισθηματική εμπλοκή με το ιστορικό και το πολιτισμικό παρελθόν. Το εικονικό περιβάλλον λειτουργεί ουσιαστικά ως ιστορική μαρτυρία, στοιχείο πολύ σημαντικό για την οργάνωση διδακτικών δραστηριοτήτων που στηρίζονται στην άντληση πληροφοριών από υλικές πηγές. Απαραίτητη προϋπόθεση για να έχει η χρήση της Ε.Π. θετική επίδραση στην εκπαιδευτική διαδικασία, είναι η τήρηση αυστηρών προδιαγραφών, όπως η πιστότητα της αναπαράστασης, η ακρίβεια των πληροφοριών και η δυνατότητα αντιπαραβολής με τα μνημεία.

Παράδειγμα αποτελεί η ψηφιακή αναπαράσταση του Ιερού της Ίσιδος στο Δίον. Η εφαρμογή δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του έργου « Ανάπτυξη περιβάλλοντος Ε.Π. για προσομοίωση κρίσιμων διαδικασιών που απαιτούν ανθρώπινη παρέμβαση (PROREAL), που χρηματοδοτήθηκε από την Γ.Γ.Ε.Τ (Εικόνα 3) [18].



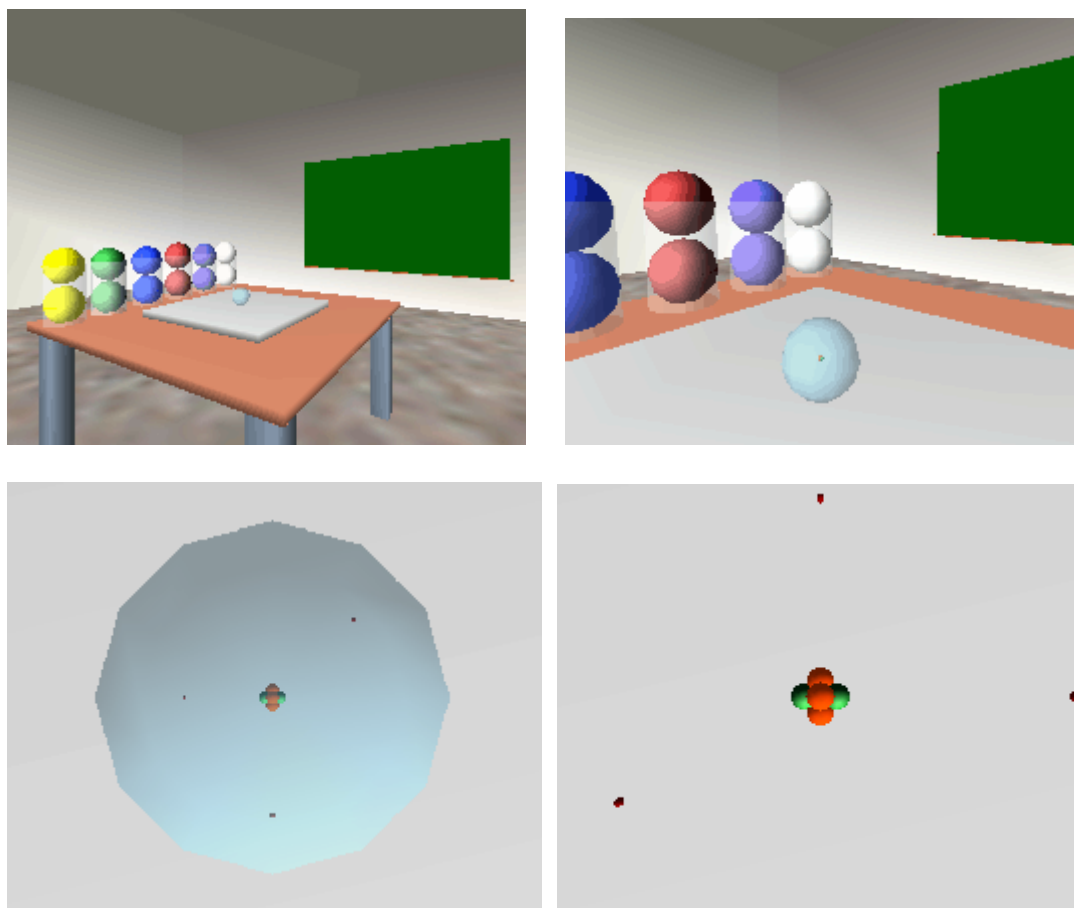
Εικόνα 3: Η πρώτη εισαγωγική οθόνη

Ιατρού, Μ. Η εικονική πραγματικότητα ως διδακτικό μέσο στα αρχαιολογικά εκπαιδευτικά προγράμματα, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Επιπροσθέτως χρησιμοποιείται Ε.Π. με θέμα την ατομική και μοριακή δομή των στοιχείων. Τα άτομα και τα μόρια είναι τόσο μικρά που δεν είναι δυνατόν να εξεταστούν ούτε με γυμνό μάτι αλλά ούτε και με τα συνηθισμένα μικροσκόπια. Μια πολύ καλή μέθοδος για την εποπτική προσέγγιση του μικρόκοσμου των ατόμων και των μορίων είναι η χρήση των προσομοιώσεων. Κάθε άτομο παριστάνεται με ένα σφαιρίδιο διαφορετικού χρώματος κάθε φορά. Συνδυάζοντας κατάλληλα τις προσομοιώσεις των ατόμων, είναι δυνατή η αναπαράσταση των μορίων και των πλεγμάτων των χημικών ενώσεων και των χημικών στοιχείων.



Στην εφαρμογή του τρισδιάστατου εικονικού περιβάλλοντος χημείας οι μαθητές θα πλοηγούνται (flythrough) μέσα σε αυτό και θα παρατηρούν τη δομή των διαφόρων ατόμων και μορίων. Για τον πλοηγούμενο χρήστη δεν θα υπάρχει βαρύτητα ώστε να υπάρχει η πλήρης ελευθερία κίνησης γύρω από τα αντικείμενα του ενδιαφέροντος, ενώ αντίθετα δεν θα επιτρέπεται να διαπερνά μέσα από τα αντικείμενα του τρισδιάστατου χώρου (collision detection). Επιτρέπεται βέβαια η κίνηση διαμέσου των προσομοιώσεων των ατόμων και των μορίων για την καλύτερη εξέτασή τους. Οι μαθητές θα μπορούν να χειρίζονται κατά τρόπο αλληλεπιδραστικό τη δομή των προσομοιωμάτων (ατόμων - μορίων) μέσα σε αυτό το περιβάλλον. Θα μπορούν επίσης να πειραματιστούν με αυτά και κατόπιν να απαντήσουν σε συγκεκριμένες ερωτήσεις σχετικά με την εμπειρία τους αυτή (Εικόνα 4) [1919].



**Εικόνες 4 :Εικονικό περιβάλλον – Άτομα στοιχείων και η δομή τους**

Πατσαλού Θ., Δρ. Χαρίτος Δ. & Επικ. Καθ. Μαρτάκος Δ. (2008), Χρήση Εικονικού Περιβάλλοντος Για Υποστήριξη Της Διδασκαλίας της Χημείας, *Ερευνητική Ομάδα Πολυμέσων και Ψηφιακών Βιβλιοθηκών (HYpermedia and DIgital LIBraries Research Group - HyDiLib)*, Τμήμα Πληροφορικής Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Άλλα εκπαιδευτικά θέματα που προσεγγίζονται αφορούν Περιβαλλοντική επιστήμη , λογοτεχνία ,μαθηματικά , κοινωνικές επιστήμες κλπ.

## 2.1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ Ε.Π. ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

- Η χρήση της Ε.Π. ενδείκνυται ιδιαίτερα στην περίπτωση προσομοίωσης κατά την οποία η εμπειρία της δημιουργίας ενός προσομοιωμένου περιβάλλοντος ή μοντέλου είναι πολύ σημαντική για τη γνώση του αντικειμένου.
- Ο μαθητής ενθαρρύνεται στη διαδικασία της μάθησης μέσα από την ενεργή και όχι την παθητική συμμετοχή του, στην περίπτωση βέβαια που το περιβάλλον υποστηρίζει την αλληλεπίδραση.
- Επιπλέον μέσα από την αλληλεπίδρασή με το εικονικό περιβάλλον παρέχεται καλύτερη δυνατότητα εξέτασης ενός αντικειμένου ή μιας διαδικασίας κατά τρόπο πολυαισθητηριακό ο οποίος συμπεριλαμβάνει δεξιότητες χειρισμού και φυσικής κίνησης.
- Κατ' αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στο μαθητή για μια διαδικασία μάθησης πιο ενδιαφέρουσα και πιο διασκεδαστική.
- Επιτρέπεται στο μαθητεύμενο να προχωρά διαμέσου ενός πειράματος με το δικό του ρυθμό, με ανοιχτά χρονικά περιθώρια και όχι μέσα σε προκαθορισμένο χρόνο.
- Η αίσθηση της παρουσίας και οι δραστηριότητες σε Ε.Π. ενδυναμώνουν ιδιαίτερα το ενδιαφέρον του μαθητή και κάτω από ρεαλιστικές συνθήκες πραγματοποιείται η εκπαιδευτική διαδικασία για κόσμους (μικρόκοσμος-μακρόκοσμος) που δεν είναι ορατοί από τον άνθρωπο χωρίς την βοήθεια ειδικών οργάνων.
- Η χρήση της Ε.Π. ενδείκνυται ακόμα περισσότερο όταν το γνωστικό αντικείμενο περιλαμβάνει διαδικασίες επικίνδυνες, αδύνατες ακατάλληλες ή και άβολες καθώς μέσα από τα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα δεν προκαλείται καταστροφή ή ανεπανόρθωτη ζημιά του αντικειμένου ή βλάβη και ρύπανση του περιβάλλοντος.
- Η Ε.Π. θεωρείται ως ένα πολύ ισχυρό μέσο οπτικοποίησης που μπορεί να ενσωματωθεί αποδοτικά στη μαθησιακή διαδικασία. Τούτο γιατί συνδυάζει όλα τα χαρακτηριστικά των οπτικοακουστικών μέσων μαζί με απεριόριστες δυνατότητες αλληλεπίδρασης. Η οπτικοποίηση είναι ένα αναγνωρισμένο μέσο για την αναπαράσταση δεδομένων και εννοιών που βοηθά στην κατανόηση και αφομοίωση του περιεχομένου της διδασκαλίας.

### 2.1.3 ΠΟΤΕ ΔΕΝ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ Ε.Π. ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

- Όταν δεν μπορεί να αντικατασταθεί η εκπαίδευση ή η μάθηση με το πραγματικό αντικείμενο.
- Η αλληλεπίδραση με τους πραγματικούς ανθρώπους είτε είναι μαθητές είτε δάσκαλοι είναι απαραίτητη.
- Όταν η χρήση κάποιου εικονικού περιβάλλοντος είναι φυσικά επικίνδυνη ή συναισθηματικά επικίνδυνη ή μπορεί να επηρεάσει την πνευματικότητα "literalization" (Stuart 1992), καθώς μια προσομοίωση είναι τόσο πειστική που μπορεί να κάνει τους χρήστες να μπερδέψουν το μοντέλο με το πραγματικό.
- Όταν η Ε.Π. είναι πολύ ακριβή ώστε να μην μπορεί να δικαιολογήσει τη χρήση του δεδομένου αναμενόμενου μαθησιακού αποτελέσματος [20] .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

# ΤΟΜΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ

Οι **συνήθεις** τομείς εφαρμογής της Ε.Π. αφορούν :

- Την **προσομοίωση διαδικασιών** για χάρη εκπαίδευσης, αποφυγής κινδύνων, αξιολόγησης σχεδιασμού ή εκτίμησης συστημάτων πληροφοριών,
- Την καλύτερη **επικοινωνία του ανθρώπου με τον υπολογιστή**,
- Την αναζήτηση για καινούργιες μορφές **έκφρασης** και επικοινωνίας,
- Την διευκόλυνση των **ανθρώπων με ειδικές ανάγκες**.

Αναλυτικά,

Η πληροφορία που διακινείται με την μορφή εμπειρίας (άμεσης εμπειρίας, κάνοντας χρήση διαφόρων αισθήσεων, σε αντίθεση με το διάβασμα που είναι καθαρά οπτική – νοητική διεργασία), διατηρεί και καλλιεργεί τους συσχετισμούς της. Αυτός είναι ένας από τους λόγους που οι εκπαιδευτικές εφαρμογές Ε.Π. καταφέρνουν να μεταφέρουν περισσότερη, ποιοτικά, πληροφορία στους χρήστες τους, όπως έχει διαπιστωθεί στη πράξη.

Η χρήση Ε.Π. σε εκπαιδευτικές εφαρμογές εμπλέκει τον χρήστη στην διαδικασία εκμάθησης, προσφέροντάς του διάφορες επιλογές εξερεύνησης του γνωστικού χώρου και οδηγώντας σε αποτελεσματικότερη εκπαιδευτική διαδικασία. Έτσι δεν είναι τυχαία που η Ε.Π. χρησιμοποιείται προσομοίωση για την εκπαίδευση χειριστών διαφόρων οχημάτων, για εκπαίδευση στο εργασιακό περιβάλλον για αποφυγή ατυχημάτων καθώς για καλύτερη αξιολόγηση των ψηφιακών πρωτοτύπων.

Ερευνητικά προγράμματα Ε.Π. που παρέχουν στο χρήστη την δυνατότητα να αλληλεπιδράσει με τον υπολογιστή με καινοτόμες συσκευές κάθε φορά, όπως αισθητήρες με λειτουργία ανάλογη του σημερινού ποντικιού, οθόνες touch screen ή έναν μηχανικό βραχίονα .

Η χρήση της Ε.Π. κατέστησε δυνατή την προσομοίωση περιήγησης σε περιβάλλοντα που ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθεί, είτε λόγω απόστασης(π.χ. άλλοι πλανήτες) είτε λόγω του ότι ανήκουν στο παρελθόν (π.χ. αρχαία μνημεία και τόποι ). Συνακόλουθα προσομοίωση εργαστηρίων για διδασκαλία μαθητών, φοιτητών μέσω εμπειρίας αντικαθιστούν τα κλασικά εργαστήρια των αιθουσών.

Τέλος, η Ε.Π. αποτελεί ένα μέσο που προσπαθεί να ενισχύσει τις δυνατότητες ανθρώπων που δεν είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν μια ή περισσότερες αισθήσεις τους π.χ. με την χρήση ενός HMD, Dataglove αλλά και στο τομέα της αποκατάστασης να προσπαθούν να αυξήσουν τη δυνατότητα της υποκίνησης και της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον.

### 3.1 ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

Η ιατρική είναι ένας από τους σημαντικότερους τομείς, στους οποίους έχει εφαρμοστεί η Ε.Π. μέχρι σήμερα. Η εφαρμογή της αυτή βασίστηκε αρχικά στην ανάγκη οπτικοποίησης ενός μεγάλου όγκου ιατρικών δεδομένων στις τρεις διαστάσεις τόσο κατά την διάρκεια μιας χειρουργικής επέμβασης όσο και κατά τον σχεδιασμό και την προετοιμασία της. Η σημαντικότερη, όμως, εφαρμογή της Ε.Π. έγκειται στη χρησιμοποίησή της ως ενός νέου επαναστατικού μέσου εκπαίδευσης και εξάσκησης, με το οποίο οι νέοι γιατροί μπορούν να πλοηγηθούν ή να αλληλεπιδράσουν σε πραγματικό χρόνο με τα ιατρικά μοντέλα μέσα σε ένα πλήρως τρισδιάστατο εικονικό κόσμο.

Οι ιατρικές εφαρμογές σε σχέση με τις υπόλοιπες εφαρμογές Ε.Π. παρουσιάζουν σημαντικές ιδιαιτερότητες:

- ✓ Οι υψηλές απαιτήσεις ακρίβειας, ρεαλισμού και ταχύτητας των ιατρικών εφαρμογών συνήθως εξαντλούν τα όρια της τεχνολογίας.
- ✓ Υπάρχουν ακόμη αρκετοί τομείς, οι οποίοι απαιτούν έρευνα και είναι ανοικτοί προς διερεύνηση, όπως για παράδειγμα η μοντελοποίηση της συμπεριφοράς των ιστών.
- ✓ Σε μια ιατρική προσομοίωση είναι απαραίτητα η χρήση όσο το δυνατόν περισσότερων αισθήσεων. Η αφή, η αίσθηση της θερμότητας ακόμα και η όσφρηση αποτελούν πολύτιμες πηγές πληροφορίας για τους γιατρούς και τεχνολογικές προκλήσεις για τους μηχανικούς.
- ✓ Ένα πλήθος ηθικών και νομικών θεμάτων προκύπτουν από τη χρήση της τεχνολογίας (π.χ. στην περίπτωση των εξ αποστάσεων χειρουργικών επεμβάσεων).
- ✓ Το αρχικό κόστος ανάπτυξης ιατρικών εφαρμογών Ε.Π. είναι ακόμα αρκετά υψηλό και μερικές φορές καθιστά εξαιρετικά δύσκολη την ανάπτυξή τους. Ο λόγος είναι οι απαιτήσεις από πλευράς υπολογιστικής ισχύος που μεταφράζονται σε πανάκριβο εξοπλισμό [1].

Οι σημαντικότερες εφαρμογές της Ε.Π. στην ιατρική μπορούν να θεωρηθούν ότι είναι η διάγνωση, η θεραπεία, ο προ – εγχειρητικός σχεδιασμός, η χειρουργική και η εκπαίδευση. Ένα ψηφιακό σώμα ( virtual body) δηλαδή ένα τρισδιάστατο μοντέλο του ανθρωπίνου σώματος, συμπεριλαμβάνοντας δέρμα, μυϊκούς ιστούς, αιμοφόρα αγγεία και οστά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση φοιτητών της ιατρικής στην ανατομία. Συστήματα Ε.Π. χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση σε καινούργιες τηλεχειρουργικές τεχνικές (ενδοσκοπήσεις), οι οποίες απαιτούν νέες μορφές χειρουργικών ικανοτήτων, που μπορούν να αποκτηθούν μόνο μέσω της προσομοίωσης των ειδικών συνθηκών μέσα στις οποίες λαμβάνουν χώρα.



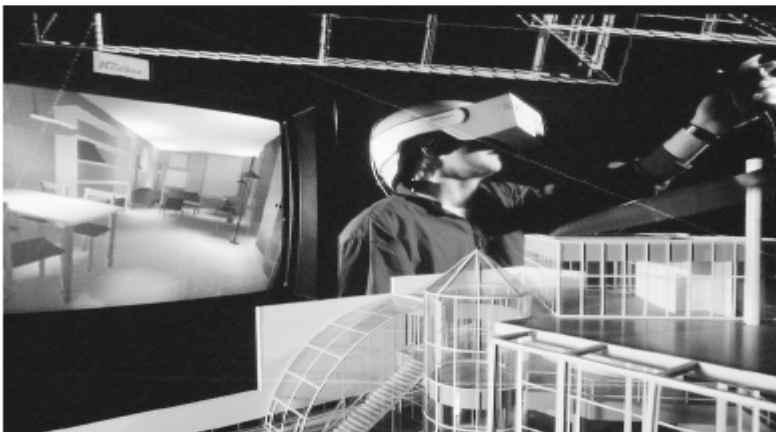
**Εικόνα 5 :Virtual Workbench**

Γεωργίου, Β., Γκατζώνης, Μ.. Η Εικονική Πραγματικότητα στην Ιατρική. Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

### 3.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ένα σύστημα Ε.Π. επιτρέπει στον αρχιτέκτονα ή στον μελλοντικό αρχιτέκτονα να κινηθεί μέσα στο τρισδιάστατο μοντέλο ενός κτιρίου ή ενός διαμορφωμένου χώρου, πριν την πραγματική κατασκευή του. Έτσι επιτυγχάνεται η αξιολόγηση του κτιρίου, είτε κατά την διάρκεια είτε μετά από την ολοκλήρωση του σχεδιασμού του, εντοπίζονται τυχόν λάθη και παίρνονται σημαντικές αποφάσεις που κατά την διάρκεια της κατασκευής θα θεωρούνταν μη πραγματοποιήσιμες ή θα κόστιζαν αρκετά. Η χρησιμότητα αυτής της εφαρμογής βασίζεται στο γεγονός ότι ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται πολύ καλύτερα ένα οποιοδήποτε χώρο, όταν κινείται μέσα σε μια τρισδιάστατη, σε αληθινή κλίμακα, αναπαράστασή του, παρά μέσω δισδιάστατων απεικονίσεων (σχέδια, οθόνη) [6].

Τα πρωτότυπα της Ε.Π. βοηθούν τους μηχανικούς επειδή μπορούν να εξετάσουν από όλες τις γωνίες, συμπεριλαμβανομένων μερικών που θα ήταν δύσκολο ή αδύνατο να δουν σε ένα πραγματικό πρωτότυπο. Με μερικά συστήματα Ε.Π., οι σχεδιαστές μπορούν ακόμη και να αγγίξουν τα εικονικά πρωτότυπα. Μπορούν επίσης να δουν πώς τα πρωτότυπα θα λειτουργήσουν. Μπορούν να εξετάσουν τα σχέδια αεροπλάνων στις εικονικές σήραγγες αέρα, για παράδειγμα. Οι θεατές των εικονικών προτύπων των κτηρίων μπορούν " να περπατήσουν" πάνω τους, παρατηρώντας πώς το εσωτερικό σχετίζεται με το άλλο. Μερικές φορές βλέπουν επίσης πώς ένα κτήριο αφορά άλλα κοντινά κτήρια ή ορόσημα όπως τα πάρκα ή τις πλατείες.



**Εικόνα 6:** Ένας αρχιτέκτονας κατασκευάζει ένα εικονικό κτήριο. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει στους αρχιτέκτονες να σημειώσουν τα λάθη στα σημεία τους πριν αρχίσουν την εργασία για το πραγματικό πρόγραμμα.

<http://www.scienceclarified.com/scitech/Virtual-Reality/Custom-Made-Worlds-Virtual-Reality-in-Science-and-Business.html#ixzz1IpENvdg9>

### 3.3 ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΑΤΟΜΑ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Υπάρχουν εφαρμογές Ε.Π. που έχουν αναπτυχθεί και απευθύνονται στον τομέα της αποκατάστασης και της θεραπείας ατόμων με ειδικές ανάγκες. Εφαρμογές που στοχεύουν στην αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι άνθρωποι με ειδικές ανάγκες, τόσο στη θεραπεία τους, όσο και στις καθημερινές τους δραστηριότητες, προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα της ανεξάρτητης διαβίωσής τους.

Η Ε.Π. έχει χαρακτηριστεί ως ένα ισχυρό εργαλείο για την αποκατάσταση ανθρώπων με δυσλειτουργίες (Kuhlen κ.α. 1995).

Η τεχνολογία της Ε.Π. έχει γίνει, σύντομα, μια δημοφιλής εφαρμογή για τη σωματική αποκατάσταση. Οι ερωτήσεις, όμως, παραμένουν σχετικά με τη δυνατότητα της τεχνολογίας αυτής να επεκτείνει, πραγματικά, τη δυνατότητά μας να επηρεάσουμε το νευρικό σύστημα ή να παρακινήσει το άτομο να κινηθεί μέσω μιας περιήγησης σε ένα εικονικό περιβάλλον. Η τεχνολογία της Ε.Π. έχει χρησιμοποιηθεί, για μερικές δεκαετίες, για ποικίλες ψυχοκοινωνικές επεμβάσεις. Αλλά από την αρχή της δεκαετίας του '90, προωθήθηκε σε μεγάλο βαθμό στα εργαστήρια και στις κλινικές η χρήση της εικονικής τεχνολογίας για τη φυσική αποκατάσταση.

Μέχρι σήμερα, έχουν γίνει αρκετές μελέτες στον τομέα της αποκατάστασης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ένας από τους σημαντικότερους στόχους της αποκατάστασης, είναι να γίνουν ποσοτικές και ποιοτικές βελτιώσεις στις καθημερινές δραστηριότητες, προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα της ανεξάρτητης διαβίωσης. Τρεις είναι οι καθοριστικοί παράγοντες της κινητικής αποκατάστασης: η άμεση επέμβαση (early intervention), η προσανατολισμένη εκπαίδευση (task-oriented training) και η επαναληπτική ένταση (repetition intensity) [21].

Για πολλά άτομα, όπως τους ασθενείς που έχουν ανακάμψει από βλάβη του εγκεφάλου, η πρόσβαση στη θεραπεία ολοκληρώνεται μόλις επιτευχθεί ένα επίπεδο λειτουργίας, ακόμα κι αν οι υπόλοιπες δυσλειτουργίες παραμένουν. Για άλλα άτομα, ακόμα και όταν η θεραπεία είναι διαθέσιμη, όπως κατά τη διάρκεια της νευρολογικής αποκατάστασης του ασθενή, έχουν αναφερθεί χαμηλά επίπεδα αλληλεπίδρασης του ασθενή με το περιβάλλον του. Κοινά προβλήματα που επηρεάζουν το βαθμό αλληλεπίδρασης, είναι η πλήξη, η κούραση, η έλλειψη κινήτρου και η έλλειψη συνεργασίας κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Οι νοσοκομειακοί γιατροί συμφωνούν, ότι τέτοια προβλήματα είναι ανεπιθύμητα και περιορίζουν την πρόοδο της αποκατάστασης. Η βελτίωση της αλληλεπίδρασης είναι ζωτικής σημασίας στην αποτελεσματική αποκατάσταση, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τις πειραματικές μελέτες της αποκατάστασης μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο.

Η ανάπτυξη και η ενσωμάτωση των εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας στην αποκατάσταση μπορούν να αυξήσουν τη δυνατότητα της υποκίνησης και της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον, με ενδεχομένως ελάχιστη ή καμία αύξηση στις απαιτήσεις του χρόνου του προσωπικού. Στην πραγματικότητα, σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, συγκρίνοντας την ανταπόκριση των συμμετεχόντων σε διάφορα προγράμματα εκπαίδευσης, τονίζεται το σημαντικό όφελος της εκπαίδευσης μέσω της Ε.Π., έναντι ενός συμβατικού προγράμματος (M. Thornton). Για παράδειγμα, ο γιος ενός ασθενή που επέζησε μετά από εγκεφαλική βλάβη, επισήμανε ότι «είχαμε προσπαθήσει στο παρελθόν να τον εντάξουμε σε διάφορες διαδικασίες, αλλά φαινόταν αδιάφορος». Η συμμετοχή του σε ένα πρόγραμμα Ε.Π. για την αποκατάσταση της ισορροπίας, έδειξε, σύμφωνα με τον γιο του, ότι «με αυτές τις ασκήσεις, προσπαθούσε να εξηγήσει τι έκανε, ενδιαφερόταν για αυτό που έκανε και ανυπομονούσε να προχωρήσει».

Η τεχνολογία της Ε.Π. μπορεί να προσφέρει εναλλακτικές, συνθετικές πραγματικότητες μέσω οπτικών, ακουστικών και απτικών αναπαραστάσεων, γεγονός που την καθιστά ιδανικό μέσο για



την ενίσχυση των δυνατοτήτων ανθρώπων που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν μία ή περισσότερες από τις αισθήσεις τους. Για παράδειγμα, ένα γάντι δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν συσκευή εισόδου από ένα βαρήκοο άτομο το οποίο επικοινωνεί μέσω χειρονομιών και στη συνέχεια τα μηνύματά του να μεταφραστούν μέσω του συστήματος σε κείμενο (για απομακρυσμένο βαρήκοο συνομιλητή), ομιλία ή γραφή Braille (για τυφλό συνομιλητή). Στο Πανεπιστήμιο John Hopkins της Βαλτιμόρης έχει χρησιμοποιηθεί ένα ειδικό κράνος HMD σαν συσκευή ενίσχυσης της όρασης για ανθρώπους με χαμηλή όραση.

Στη συνέχεια αναφέρονται, άλλες εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα στον τομέα της αποκατάστασης, οι οποίες απευθύνονται σε άτομα με εγκεφαλικές δυσλειτουργίες και στοχεύουν στην κινητική αποκατάσταση.

Το 2002, αναπτύχθηκε από τους R. Kizony, N. Katz, H Weingarden και P. L. Weiss, ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας για την κινητική αποκατάσταση ατόμων με εγκεφαλικό επεισόδιο και τραυματισμό του νωτιαίου μυελού. Ένας τραυματισμός ή μια ασθένεια στο κεντρικό ή περιφερειακό νευρικό σύστημα, οδηγεί σε μια μειωμένη δυνατότητα του ατόμου να εκτελέσει τις καθημερινές του δραστηριότητες, εξαιτίας της νοητικής και κινητικής του δυσλειτουργίας. Το Gesture Xtreme σύστημα εικονικής πραγματικότητας που δημιούργησαν, συμμορφώνεται πλήρως με τις αρχές αποκατάστασης. Σύμφωνα με το σύστημα αυτό, οι χρήστες στέκονται ή κάθονται σε μια οριοθετημένη περιοχή βλέποντας μια μεγάλη οθόνη ή μια προβαλλόμενη εικόνα, ενώ μια ψηφιακή βιντεοκάμερα καταγράφει τις κινήσεις τους. Η εικόνα του συμμετέχοντος επεξεργάζεται από ειδικό λογισμικό και συντονίζεται με τα animation, τα κείμενα, τα γραφικά και τον ήχο, τα οποία χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις κινήσεις του χρήστη. Η ψηφιακή εικόνα του συμμετέχοντος αποκρίνεται χρονικά με τις μετακινήσεις του, εντείνοντας έτσι το βαθμό ρεαλισμού (Kizony κ.α. 2002) [35].

### 3.3.1 ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Από τις αρχές του 2000, έχει παρατηρηθεί αύξηση των εφαρμογών της τεχνολογίας της Ε.Π. και στον τομέα της παιδιατρικής αποκατάστασης. Αν και υπάρχει ένας περιορισμένος αριθμός μελετών που ερευνούν τη δυνατότητα της Ε.Π. στην αποκατάσταση και ένας ακόμα μικρότερος αριθμός στην παιδιατρική αποκατάσταση, οι προηγούμενες εφαρμογές που έχουν γίνει για παιδιά με ειδικές ανάγκες, έχουν τονίσει τη δυνατότητα της Ε.Π., όσον αφορά τη βελτίωση της κινητικότητας, της μετακίνησης και της στάσης, των νοητικών δυνατοτήτων, της ποιότητας ζωής και των κοινωνικών ευκαιριών (Inman κ.α., 1997) ,(Reid, 2002a) (Reid, 2002b) (Reid, 2002c).

Η Ε.Π. προσφέρει σε παιδιά με δυσλειτουργίες την ευκαιρία να συμμετέχουν σε παιχνίδια, τα οποία δεν είναι προσιτά ή διαθέσιμα σε αυτά, στον πραγματικό κόσμο. Η δυνατότητα της χρήσης της Ε.Π., για παράδειγμα, από παιδιά με εγκεφαλική παράλυση (C.P.) αποτελεί μια τεράστια υπόσχεση για μια νέα και αποτελεσματική θεραπεία. Η μελέτη του Inman το 1997 (Inman κ.α., 1997), έδειξε ότι η Ε.Π. ήταν αποτελεσματική στην εκγύμναση της κινητικότητας σε παιδιά με CP. Η μελέτη του Nemire και της Crane (Nemire κ.α., 1995), επέτρεψε σε παιδιά με CP να έχουν πρόσβαση σε εκπαιδευτικές εμπειρίες, στις οποίες δεν θα είχαν, αλλιώς, πρόσβαση. Τα αποτελέσματα των δύο αυτών μελετών επισημαίνουν, ότι ένα προσομοιωμένο αλληλεπιδραστικό εικονικό περιβάλλον, μπορεί να προσφέρει σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση μια ευκαιρία να εξασκήσουν και να δοκιμάσουν νέες δεξιότητες και κινήσεις χωρίς το άγχος της αμηχανίας ή τον κίνδυνο πιθανού τραυματισμού. Αυτό, στη συνέχεια, μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της απόδοσης τους, όσον αφορά την κίνηση, αλλά ίσως ακόμη πιο σημαντικό, σε μια αίσθηση προσωπικού ελέγχου των κινήσεων.

Τον Οκτώβριο του 2008, επιστήμονες της Ιατρικής Σχολής του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης, με επιστημονικά υπεύθη την αναπληρώτρια καθηγήτρια Ιατρικής του ΑΠΘ, Μαγδαληνή Χίτογλου - Αντωνιάδου, δημιούργησαν το πρόγραμμα «Εκπαίδευση αυτιστικών ατόμων με χρήση νέων τεχνολογιών». Το καινοτόμο λογισμικό βασίστηκε στον «ειδικό» τρόπο λειτουργίας του εγκεφάλου των αυτιστικών ατόμων και αναπτύχθηκε προσαρμοσμένο στις παιδαγωγικές απαιτήσεις τους. Ο αυτισμός είναι ένα ιατρο-κοινωνικο-ψυχο-εκπαιδευτικό πρόβλημα με μεγάλη συχνότητα (μία στις 150 γεννήσεις) και με τεράστιες επιπτώσεις στο παιδί και στην οικογένειά του, αφού δεν θεραπεύεται, απλώς βελτιώνεται με «ειδικές εκπαιδευτικές μεθόδους». Το αυτιστικό άτομο κάθεται μπροστά στην οθόνη του υπολογιστή και επικοινωνεί με το είδωλο, το πρόσωπο του οποίου, μπορεί να έχει όψη, καθώς και φωνή, συγγενικού του προσώπου. «Το αυτιστικό άτομο βλέπει τον κόσμο σαν κύλινδρο. Ο υπολογιστής μπορεί να επιβραδύνει τον ρυθμό εμφάνισης των εικόνων, καθώς φαίνεται ότι ο εγκέφαλος των αυτιστικών παιδιών λειτουργεί καλύτερα όταν η επικοινωνία γίνεται μέσω τεχνολογίας», εξηγεί η κ. Αντωνιάδου. Το avatar μπορεί να εκπαιδεύσει το αυτιστικό παιδί σε θέματα αυτονομίας, αυτοεξυπηρέτησης, κοινωνικών δεξιοτήτων (σούπερ μάρκετ, οδοντίατρο), κατανόησης του σώματος, συναισθηματικής ανταπόκρισης (να αναγνωρίζει εάν ένα πρόσωπο είναι λυπημένο ή χαρούμενο), καθώς και να αντιληφθούν τις έννοιες του χρόνου και του χώρου. Η κυρία Αντωνιάδου διευκρινίζει ότι «Ο αυτισμός στις μέρες μας παίρνει τη μορφή επιδημίας και τα προβλήματά του έχουν πολύπλευρες διαστάσεις». «Είναι η μόνη περίπτωση ανάπηρου παιδιού που ο εγκέφαλός του λειτουργεί ως υπολογιστής. Το αυτιστικό άτομο δεν καταλαβαίνει τον δικό μας κόσμο, γι' αυτό προσπαθούμε εμείς να προσαρμοστούμε στον δικό του τρόπο λειτουργίας. Βάσει αυτού δημιουργήσαμε ένα λογισμικό που να εξατομικεύει προγράμματα ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του κάθε παιδιού και θα εμπλουτίζεται διαρκώς με σενάρια για την καθημερινότητά του ανάλογα με την ηλικία». Το πρόγραμμα χρηματοδοτήθηκε από το ΕΠΕΑΕΚ II και υλοποιήθηκε από τη Μονάδα Ακοής - Ομιλίας (Διαταραχών Επικοινωνίας) της

Ω.Ρ.Λ. κλινικής του νοσοκομείου ΑΧΕΠΑ και το Εργαστήριο Ιατρικής Πληροφορικής, με επικεφαλής τον επίκουρο καθηγητή, Παναγιώτη Μπαμίδη. Στόχος του προγράμματος είναι η υποστήριξη των αυτιστικών παιδιών, των γονέων τους και των εκπαιδευτών, καθώς η χρήση του avatar συμβάλει στη βελτίωση της αναπτυξιακής διαδικασίας του αυτιστικού παιδιού στην επικοινωνία, γνωστική απόδοση, κοινωνική αλληλεπίδραση, συμπεριφορικές δεξιότητες και συμπεριφορικά προβλήματα.

Τέλος, το 2005, οι Sharon Stansfield, Carole Dennis, Evan Suma στράφηκαν στην αποκατάσταση κινητικών δυσλειτουργιών. Μελέτησαν την επίδραση και την αποτελεσματικότητα ενός παιχνιδιού εικονικής πραγματικότητας, στη θεραπεία παιδιών με κινητικές δυσλειτουργίες. Δεδομένου του γεγονότος ότι τα περισσότερα παιδιά παίζουν ηλεκτρονικά παιχνίδια, η χρήση της Ε.Π. ως εργαλείο αποθεραπείας για παιδιά με ειδικές ανάγκες, φαίνεται ιδιαίτερα ελπιδοφόρα. Ένα εικονικό θεραπευτικό παιχνίδι μπορεί να προσελκύσει ένα παιδί, ενώ παράλληλα να του προσφέρει την αναγκαία θεραπεία με έναν πιο δελεαστικό τρόπο. Πράγματι, η D.Reid έχει δείξει ότι δίνοντας τη δυνατότητα σε ένα παιδί, με διάφορες δυσλειτουργίες, να συμμετέχει σε εικονικά παιχνίδια, στα οποία κανονικά θα είχε αποκλειστεί στον πραγματικό κόσμο, αυξάνει πολύ την αίσθηση της αυτοεκτίμησης.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη περιλάμβανε ένα στερεοσκοπικό κράνος (HMD) και δύο ιχνηλάτες θέσης: ένας ιχνηλάτης τοποθετήθηκε στο κράνος HMD και χρησιμοποιήθηκε για να ενημερώνει την εικονική σκηνή, καθώς το παιδί κουνούσε το κεφάλι του / της. Ο άλλος ιχνηλάτης τοποθετήθηκε στο χέρι του παιδιού και χρησιμοποιήθηκε για να ενημερώνει τη θέση του εικονικού χεριού και να επιτρέπει στο παιδί να αλληλεπιδρά με το εικονικό παιχνίδι. Το εικονικό παιχνίδι περιλαμβάνει ένα φανταστικό κάστρο με 5 εμπόδια που παρατίθενται μπροστά στο παιδί. Έπειτα, δίνονται στο παιδί οδηγίες «να αγγίξει» κάθε εμπόδιο με το εικονικό του χέρι αφότου αυτό αρχίσει να περιστρέφεται. Το περιστρεφόμενο εμπόδιο μετατρέπεται, έπειτα, σε ένα κινούμενο αντικείμενο (για παράδειγμα έναν πύραυλο που ανατινάσσεται, συνοδευόμενος από ηχητικά εφέ). Ένας κύκλος ολοκληρώνεται όταν κάθε παιδί αγγίξει διαδοχικά και τα πέντε τυχαία τοποθετημένα εμπόδια. Το παιχνίδι τελειώνει σε 6 κύκλους. Στο εικονικό παιχνίδι της μελέτης συμμετείχαν 24 παιδιά ηλικίας 5 με 12 ετών, 16 αγόρια και 8 κορίτσια. Στο τέλος της έρευνας παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά κινούσαν τα χέρια τους για περισσότερο χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του εικονικού παιχνιδιού και υπήρχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον εκ μέρους τους σε όλη τη διάρκεια της θεραπείας [Stansfield et al., 2005], [35] .

### 3.4 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΤΗΣΗΣ

Οι πρώτες γεννήτριες εικόνας ( Image generators), δηλαδή τα πρώτα συστήματα προσομοίωσης πτήσης, που έκαναν χρήση γραφικών υπολογιστών (computer graphics), άρχισαν να χρησιμοποιούνται στις αρχές τις δεκαετίας του 70. Όπως και τότε, έτσι και σήμερα, η ανάγκη για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αληθοφάνεια, απεικονισμένη με την μεγαλύτερη δυνατή ανάλυση και σχεδιασμένη στον μικρότερο δυνατό χρόνο, ωθεί τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για προσομοίωση πτήσης στα όρια των δυνατοτήτων τους.

Ο χειριστής περιβάλλεται συνήθως από 3- 5 οθόνες προβολής, που αντιστοιχούν στα παράθυρα της καμπίνας, για να έχει όσο το δυνατόν πιο αληθοφανή εικόνα του περιβάλλοντος κατά την διάρκεια της προσομοίωσης πτήσης. Κάθε οθόνη τροφοδοτείται από μια γεννήτρια εικόνας, ενώ κάθε γεννήτρια πρέπει να έχει πρόσβαση στην ίδια βάση δεδομένων που περιγράφει γεωμετρικά ολόκληρο το περιβάλλον, για να αναπαραστήσει την άποψη του περιβάλλοντος (point of view) , που θα έπρεπε να βλέπει ο χειριστής από το αντίστοιχο παράθυρο της καμπίνας. Αυτός είναι ένας τρόπος (με τις οθόνες), υπάρχουν και εφαρμογές desktop, αλλά και εφαρμογές πλήρους εμβύθισης με ειδικούς προσομοιωτές πτήσης, προσαρμοσμένους σε κινητές πλατφόρμες.



**Εικόνα 7: Οι εμπορικοί πιλότοι εκπαιδεύονται σήμερα στους προσομοιωτές πτήσης Ε.Π. όπως αυτόν. Η προσομοίωση μειώνει τους κινδύνους και το χρόνο πραγματικής κατάρτισης.**

<http://www.scienceclarified.com/scitech/Virtual-Reality/The-Virtual-Classroom-Virtual-Reality-in-Training-and-Education.html>

Η Ε.Π. άρχισε ως εργαλείο κατάρτισης για τους πιλότους και οι προσομοιωτές πτήσης είναι ακόμα μεταξύ των δημοφιλέστερων επιμορφωτικών προγραμμάτων Ε.Π.. Είτε σχεδιασμένος για τους στρατιωτικούς είτε εμπορικούς πιλότους, οι προσομοιωτές πτήσης μειώνουν πολύ το χρονικό διάστημα που ένας πιλότος πρέπει να ξοδέψει στον αέρα κατά τη διάρκεια της κατάρτισης. Επομένως περιορίζουν και στη δαπάνη και στον κίνδυνο. Οι ειδικοί προειδοποιούν αυτοί οι προσομοιωτές δεν μπορούν ποτέ εντελώς να αντικαταστήσουν την πραγματική εμπειρία πτήσης επειδή, για παράδειγμα, δεν μπορούν να παρουσιάσουν όλα τα πράγματα που μπορούν να συμβούν σε ένα αεροπλάνο με άσχημο καιρό. Μερικοί τύποι αεροσκαφών, ειδικά ελικόπτερα, είναι επίσης δύσκολο να μιμηθούν ακριβώς. Ακόμα και τα σχετικά απλά προγράμματα προσομοιωτών που τρέχουν στους εγχώριους υπολογιστές έχουν αποδειχθεί πολύ χρήσιμα στην κατάρτιση των πιλότων. Μια μελέτη ναυτικών διαπίστωσε ότι σπουδαστές πιλότοι που χρησιμοποίησαν το πρόγραμμα Microsoft's Flight Simulator ήταν 54% πιθανότερα να λάβουν αποτελέσματα άνω του μετρίου στις πραγματικές δοκιμές πτήσης από πιλότους που είχαν εκπαιδευτεί χωρίς το πρόγραμμα [7].

### 3.5 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΑΜΥΝΑΣ

Η βιομηχανία της άμυνας είναι ίσως ο μεγαλύτερος χρηματοδότης της έρευνας της τεχνολογίας της Ε.Π. Πέρα από τους εξομοιωτές πτήσης κατασκευάζονται προσομοιώσεις σχεδόν όλων των πολεμικών διαδικασιών που έχουν να κάνουν με τον χειρισμό κάποιου οχήματος, σκάφους, υποβρυχίου ή οπλικού συστήματος, προς χάρη της εκπαίδευσης των μελλοντικών χειριστών. Οι λόγοι που ωθούν στη χρήση προσομοιώσεων στην εκπαίδευση σε τέτοια συστήματα είναι :

- Η ασφάλεια των χειριστών,
- Το τεράστιο κόστος της εκπαίδευσης με αληθινά πυρά και οχήματα

Ολικά εμπυθισμένοι χρήστες – στρατιώτες εκπαιδεύονται ακόμη και σε μάχη εδάφους, σε ομάδες και σε συνδυασμό με οχήματα. Αυτό βέβαια σημαίνει ότι όλοι αυτοί οι χρήστες πρέπει να έχουν πρόσβαση στην βάση δεδομένων που περιγράφει το περιβάλλον της μάχης και συγχρόνως να είναι βυθισμένοι αλλά και να απεικονίζονται με κάποιο τρόπο μέσα στο περιβάλλον.



**Εικόνα 8: Παιχνίδια Ε.Π. όπως το America's Army ( στην εικόνα ) μπορεί να βοηθήσει την στρατιωτική εκπαίδευση καθώς και σαν εργαλείο στρατολόγησης**

<http://www.scienceclarified.com/scitech/Virtual-Reality/The-Virtual-Classroom-Virtual-Reality-in-Training-and-Education.html#ixzz1Iq7sun00>

Πολλές στρατιωτικές δυνάμεις σε χώρες εκπαιδεύουν τους στρατιώτες και τους αξιωματικούς με την Ε.Π. . Για παράδειγμα, το Υπουργείο Άμυνας της Αυστραλίας χρησιμοποιεί μια προσομοίωση για να βοηθήσουν τους πιλότους να μάθουν πώς να πετάξουν έναν νέο τύπο του ελικοπτέρου. Η προσομοίωση απεικονίζει ένα ακριβές εικονικό τοπίο, που δημιουργήθηκε από τις εναέριες και δορυφορικές φωτογραφίες, οι οποίες συμπεριέλαβαν τα κτήρια, τους δρόμους, τα δέντρα, και " ακόμη και εικονικά καγκουρό που έφευγαν από το χώρο στο άκουσμα των ελικοπτέρων."

Το SIMNET είναι το σύνολο δικτυωμένων συστημάτων το οποίο συνδέει σχεδόν όλα τα συστήματα πολεμικής προσομοίωσης που βρίσκονται στην Αμερική, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εμπλοκή απόμακρων χρηστών, σε οποιοδήποτε σημείο της χώρας, σε εκπαιδευτική άσκηση μέσα στο ίδιο εικονικό περιβάλλον [8].

### 3.6 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΤΗΝ Ε.Π. ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΨΥΧΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Η γνωσιακή – συμπεριφοριστική ψυχοθεραπεία αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκατίας του 1950 ως αναγκαιότητα για την ύπαρξη ενός νέου ψυχοθεραπευτικού μοντέλου. Μέχρι τότε τα θεραπευτικά μοντέλα που κυριαρχούσαν ήταν το ψυχαναλυτικό και το συμπεριφοριστικό. Ωστόσο, φάνηκε πως η συμπεριφοριστική θεωρία δεν επαρκούσε να εξηγήσει πολλούς τύπους της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Το σχήμα ερέθισμα – αντίδραση δεν ίσχυε στην ερμηνεία εγκατάστασης αρκετών δυσλειτουργικών συμπεριφορών. Από την άλλη μεριά, το ψυχαναλυτικό μοντέλο φάνηκε να μην μπορεί να αντιμετωπίσει έγκαιρα και αποτελεσματικά αρκετά ψυχολογικά προβλήματα. Με την πάροδο του χρόνου άρχισαν να αναπτύσσονται οι νεοσυμπεριφοριστικές θεωρίες της μάθησης (κλασική και εξαρτημένη), οι λεγόμενες κοινωνικογνωστικές θεωρίες, με κύριους εκφραστές τους Bandura, Meichenbaum, Mahoney, Kanfer. Οι κοινωνικογνωστικές θεωρίες έδωσαν έμφαση στις ενσυνείδητες γνωστικές λειτουργίες με τις οποίες το άτομο προσλαμβάνει, οργανώνει, κωδικοποιεί και επεξεργάζεται τα πληροφοριακά ερεθίσματα, δημιουργώντας νέες γνωστικές δομές (Κολιάδης, 1992) [9].

Στην γνωσιακή – συμπεριφοριστική θεραπεία διάφορα αιτιολογικά μοντέλα που εξηγούν την γένεση και την διατήρηση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο ασθενής, αποτελούν τον δρόμο που οδηγούν την σκέψη του συνεντευκτή, ορίζουν τον τρόπο που θέτει τις ερωτήσεις και καθοδηγούν στη συλλογή πληροφοριών. Η προβληματική συμπεριφορά (σύνδρομο, σύμπτωμα, δυσκολία) γίνεται κατανοητή ως αποτέλεσμα της δυσλειτουργικής επεξεργασίας της πληροφορίας σε καταστάσεις στις οποίες αυτή εμφανίζεται. Ο τρόπος που ο ασθενής επεξεργάζεται την πληροφορία (σκέψη και παραγόμενο συναίσθημα) είναι παρατηρήσιμος μέσω της εξιστόρησης συγκεκριμένων καταστάσεων. Ο γιατρός ενθαρρύνει τον ασθενή να περιγράψει καταστάσεις, οι οποίες προσφέρουν πέραν της εκλαμβανόμενης πληροφορίας, την βάση πάνω στην οποία το αιτιολογικό μοντέλο της διαταραχής γίνεται κατανοητό και από τον ασθενή [10].

Εφαρμογές θεραπείας όπως αυτή της ακροφοβίας (Hodges κ.α. 1995), ή εφαρμογές ρόλων για ασθενείς σε στάδιο ψυχοθεραπείας, παρέχουν ρεαλιστικά περιβάλλοντα στα οποία οι ασθενείς βοηθούνται στο να ξεπεράσουν το πρόβλημά τους μέσω έκθεσης σε καταστάσεις αυξανόμενης δυσκολίας.



Εικόνα 9: Ένας νέος ασθενής εκτρέπει την προσοχή του μακριά από μια επίπονη ιατρική περίθαλψη με το να είναι αποσιωμένος σε ένα πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας

<http://www.scienceclarified.com/scitech/Virtual-Reality/Custom-Made-Worlds-Virtual-Reality-in-Science-and-Business.html#ixzz1IpKRFawC>

Ένας μεγάλος αριθμός ψυχιάτρων και ασθενών που έχουν δοκιμάσει τη θεραπεία φοβίας με την

Ε.Π. υποστηρίζουν ότι τους αρέσει καλύτερα από τη πραγματικότητα. Ο κύριος λόγος είναι πιθανώς ότι και οι δύο ξέρουν ότι το σενάριο της Ε.Π. είναι εντελώς κάτω από τον έλεγχο του θεραπευτή. Σε ένα πρόγραμμα (North, κ.α. 1998) για να αντιμετωπιστεί ο φόβος της δημόσιας ομιλίας, για παράδειγμα, ο θεράπων μπορεί να κάνει ένα εικονικό ακροατήριο να καθίσει ήσυχα, να επιδοκιμάσει, ή να φωνάζει και να κραυγάσει. Αυτός ο έλεγχος σημαίνει ότι η εμπειρία δεν είναι πιο εκφοβιστική από όσο μπορεί να αντέξει ο ασθενής. Ο γιατρός μπορεί επίσης να σταματήσει οποιαδήποτε στιγμή. Η βίωση μιας κατάστασης φόβου στην Ε.Π. φαίνεται να κάνει ένα καλό ενδιάμεσο βήμα μεταξύ του να μιλήσει απλά και να το αντιμετωπίσει στο πραγματικό κόσμο. Οι ασθενείς που αρνούνται τη ζωντανή θεραπεία συχνά δέχονται την έκδοση της Ε.Π..

Η Ε.Π. χρησιμοποιείται, επίσης, ως εναλλακτικός τρόπος θεραπείας των βετεράνων του πολέμου του Βιετνάμ με μετατραυματικά συμπτώματα άγχους. Οι Rothbaum, κ.α. (1999) εξέθεσαν ένα βετεράνο του πολέμου του Βιετνάμ με μετατραυματικά συμπτώματα άγχους σε δύο εικονικά περιβάλλοντα, σε ένα εικονικό ελικόπτερο το οποίο πετούσε πάνω από το εικονικό Βιετνάμ και σε καθαρό έδαφος το οποίο περιτριγυρίζεται από ζούγκλα. Ο ασθενής βίωσε 34% μείωση των διαταραχών άγχους, όσον αφορά την κλινική κλίμακα και 45% μείωση των διαταραχών όσον αφορά την προσωπική κλίμακα. Μια πρόσφατη μελέτη με έναν επιζώντα από την επίθεση της 11<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου στην Νέα Υόρκη επίσης οδήγησε σε σημαντική βελτίωση της κατάστασής του. (Difede, κ.α. 2002).

Τα περισσότερα προγράμματα αντιμετώπισης φόβου Ε.Π. χρησιμοποιούν εξοπλισμό Head mounted display. Μερικοί περιλαμβάνουν άλλο εξοπλισμό επίσης. Ένα πρόγραμμα για να αντιμετωπιστεί ο φόβος για την πτήση, για παράδειγμα, περιλαμβάνει μια δονούμενη καρέκλα που μιμείται την κίνηση ενός αεροπλάνου και ενός ηχητικού συστήματος που μιμείται το θόρυβο των μηχανών αεροσκαφών.

### 3.7 ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ένα σύστημα Ε.Π. 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 στην εικονική πραγματικότητα. 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 Ε.Π. 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 Ε.Π. 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 αντικειμένου 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 Ε.Π. Ο υπολογιστής είναι ένα ιδανικό εργαλείο για το χειρισμό συμβόλων και αφαίρεσης. Η Ε.Π. 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 απαραίτητη. Η Ε.Π. 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 Ε.Π. 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 Ε.Π. παρέχει εννοιολογικούς πραγματικούς ή εικονικούς χώρους όπου ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να κινηθεί και να λύσει προβλήματα [16].



### 3.8 ΚΟΙΝΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Αν ομαδοποιήσουμε το κοινό εφαρμογής, το οποίο χρησιμοποιεί την Ε.Π. με την εκπαιδευτική της μορφή, έχουμε:

- **Ομάδες επαγγελματιών**, π.χ. γιατροί, πιλότοι, μηχανικοί, ναυπηγοί, νοσοκόμες, αρχιτέκτονες, στρατιώτες κ.ά. που χρησιμοποιούν τις εφαρμογές Ε.Π. για επιπλέον εκπαίδευση στο αντικείμενό τους.
- **Φοιτητές**, π.χ. Ιατρικής, Φυσικών επιστημών κ.α. για καλύτερη κατανόηση.
- **Μαθητές δημοτικού, γυμνασίου, λυκείου** για συμμετοχή σε δραστηριότητες και εμπειρική εκμάθηση.
- **Λοιπές ομάδες**, που αναφέρεται σε όλα τα επίπεδα των ηλικιών, ανεξαρτήτου φύλου και μπορεί να θεωρηθεί ανάλογα με το ηλικιακό κοινό σε εκπαιδευτικό, ενημερωτικό. Π.χ. η προσομοίωση της οδήγησης προσφέρει διαφορετικά μηνύματα στο κοινό που κάθε φορά απευθύνεται.
- **Άνθρωποι με ειδικές ανάγκες**: υπάρχουν εφαρμογές Ε.Π. που έχουν αναπτυχθεί και απευθύνονται στον τομέα της αποκατάστασης και της θεραπείας ατόμων με ειδικές ανάγκες.
- **Ερευνητές, καθηγητές**: στην κατηγορία αυτή η Ε.Π. χρησιμοποιείται σαν “μέσο” Δια Βίου Μάθησης. Συνεχής κατάρτιση μέσω προγραμμάτων Ε.Π. σε διάφορα αντικείμενα τόσο σε καθηγητές πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης όσο σαν μέθοδο εκπαίδευσης στα χέρια των ερευνητών.
- **Ομάδα ασθενών με φοβίες**: Μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί αρκετές αποτελεσματικές εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας για την αντιμετώπιση πολλών φοβιών. Μερικές από αυτές είναι η ακροφοβία, η αγοραφοβία (North κ.α. 1997), η φοβία για τις αράχνες, ο φόβος της δημόσιας ομιλίας, η μετα-τραυματική διαταραχή του στρες, η ψυχαναγκαστική διαταραχή, η κλειστοφοβία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

# ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Μια εφαρμογή Ε.Π. περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση του χρήστη με την εφαρμογή. Κάποια βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν τα συστήματα αυτά είναι :

- Η ρεαλιστικότητα του περιβάλλοντος, η οποία επιτυγχάνεται με την προσθήκη 3D γραφικών και ήχου
- Η φυσικότητα της κίνησης μέσα σε αυτό,
- Η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα του συστήματος κατά ρεαλιστικό τρόπο
- Την αίσθηση συμμετοχής σε κοινό χώρο και χρόνο: Πρέπει οι χρήστες να αντιλαμβάνονται ότι μοιράζονται τον ίδιο χώρο και χρόνο.
- Την αίσθηση της συμμετοχής άλλων χρηστών: Πρέπει να είναι εμφανής η συμμετοχή των άλλων χρηστών (συνήθως μέσω των avatar) στον κοινό χώρο και
- Τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης: Πρέπει οι χρήστες να μπορούν, όπως και στον πραγματικό κόσμο, να αλληλεπιδρούν όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά με τα αντικείμενα και τους άλλους χρήστες [60].

## Κατηγορίες

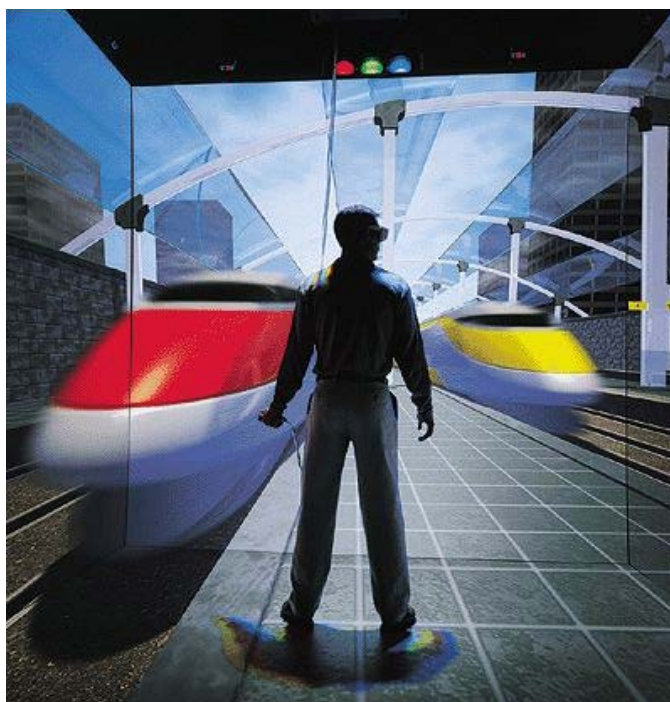
Τα εικονικά περιβάλλοντα συνήθως συνδέονται με εξειδικευμένο υλικό που παρέχει πολύπλοκα συστήματα διεπαφής και προσφέρει νέες δυνατότητες αλληλεπίδρασης του χρήστη. Ανάλογα με τη σχέση τους με τον πραγματικό κόσμο και τις συσκευές που χρησιμοποιούνται τα εικονικά περιβάλλοντα είναι :

1. Εμβυθιστικά περιβάλλοντα (Immersive environments)
2. Περιβάλλοντα μη βύθισης ή γραφείου (non immersive, Desktop environments)
3. Προβαλλόμενα περιβάλλοντα (Projected environments)
4. Περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented environments)

## 4.1 ΕΜΒΥΘΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

Ο χρήστης, στην κατηγορία αυτή, απομονώνεται από το φυσικό περιβάλλον. Όλες του οι κινήσεις λαμβάνουν χώρα μέσα σε αυτό και από αυτό αντλεί οπτικοακουστικά ερεθίσματα. Στις περιπτώσεις των συστημάτων αυτών, ο χρήστης δεν έχει απολύτως καμία οπτική επαφή με το φυσικό περιβάλλον, ενώ δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις όπου επιτυγχάνεται η απόλυτη απομόνωση του χρήστη μέσω της διέγερσης και άλλων αισθήσεών του, όπως για παράδειγμα της ακοής. Η προβολή εικόνας γίνεται σε όλο το οπτικό πεδίο του χρήστη. Συνήθως ο χρήστης είναι εφοδιασμένος με οθόνη προσαρμοσμένη στο κεφάλι (H.M.D.), καθώς και με συσκευές για ανίχνευση της θέσης του, των ενεργειών και των κινήσεων του (trackers). Ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδρά με αντικείμενα του κόσμου όπως και στην πραγματικότητα με την βοήθεια των ειδικών γαντιών (datagloves).

Αυτός ο τύπος Ε.Π. γοητεύει την ανθρώπινη φαντασία και αποτελεί την απόλυτη εικονική εμπειρία. Το μεγάλο πλεονέκτημα των συστημάτων της κατηγορίας αυτής είναι η μεταφορά του χρήστη σε μια εικονική πραγματικότητα, η οποία προσεγγίζει κατά πολύ τον πραγματικό κόσμο. Το μειονέκτημά τους, είναι ότι χρησιμοποιούν πολύ εξειδικευμένη τεχνολογία και το κόστος των πολύπλοκων αυτών συστημάτων είναι εξαιρετικά υψηλό. Το υψηλό οικονομικό κόστος, των περιφερειακών, περιορίζει σημαντικά τον αριθμό των πιθανών χρηστών και επίσης αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα επιλογής αυτού του είδους Ε.Π. στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σε ορισμένες περιπτώσεις, επίσης, έχει αποδειχθεί ότι η εκτεταμένη χρήση του στερεοσκοπικού κράνους (H.M.D), μπορεί να είναι επιζήμια για την σπονδυλική στήλη και το νευρικό σύστημα [1] [13][12].



**Εικόνα 10: Περιβάλλον εμπύθισης (immersive environment)**

Γ., Κόνιαρης . Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality). ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2006-2007 ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ – ΠΟΛΥΜΕΣΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ - ΠΟΛΥΜΕΣΑ

Ακόμα παρατηρήθηκε ότι οι χρήστες τέτοιας «εμβυθιζόμενης» Ε.Π. παρουσιάζουν ναυτία (ασθένεια του εξομοιωτή). Δηλαδή μπορεί να προκαλέσει ναυτία και ζαλάδα, λόγω της αργής ενημέρωσης των εικόνων όταν κινούν το κεφάλι τους. Η ακρίβεια της παρακολούθησης του κεφαλιού τείνει επίσης να μειώνεται με το χρόνο. Οι Witmer και Singer (1998) βρήκαν μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της ναυτίας προσομοίωσης, όπως αυτή αναφέρθηκε στο Simulator

Sickness Questionnaire και της παρουσίας. Αντίθετα , οι Slater (1993) βρήκαν μια θετική συσχέτιση μεταξύ της ναυτίας προσομοίωσης και της παρουσίας [22].

## 4.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΗ ΒΥΘΙΣΗΣ ή ΓΡΑΦΕΙΟΥ (NON IMMERSIVE - DESKTOP ENVIRONMENTS)

Τα Desktop αποτελούν τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές Ε.Π. . Στην κατηγορία αυτή, η αναπαράσταση γίνεται σε οθόνη υπολογιστή χωρίς την υποστήριξη εξειδικευμένου περιφερειακού εξοπλισμού Ε.Π., όπως τα κράνη, ανιχνευτές θέσης κλπ και ο χρήστης εξακολουθεί να έχει αντίληψη του φυσικού κόσμου. Η αλληλεπίδραση με τον εικονικό κόσμο επιτυγχάνεται συνήθως μέσω του ποντικιού , του πληκτρολογίου ή joystick. Τα περιβάλλοντα αυτά θεωρούνται από πολλούς σαν η φυσική συνέχεια των εφαρμογών πολυμέσων.

Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της μορφής Ε.Π. είναι το σχετικά μικρό και προσιτό κόστος και κατά συνέπεια είναι εύκολα προσβάσιμη από τον πολύ κόσμο. Η χρήση μιας απλής οθόνης υπολογιστή επιτρέπει υψηλή ανάλυση και παρέχει καλή ποιότητα γραφικών. Η εναλλαγή των τρισδιάστατων εικόνων γίνεται με μεγάλη ταχύτητα, με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει.

Τα περιβάλλοντα οθόνης αποφεύγουν τα προβλήματα των περιβαλλόντων εμβύθισης, αλλά δεν παρέχουν εμπειρία πλήρους εμβύθισης, γεγονός που αποτελεί το βασικό τους μειονέκτημα. Αντίθετα, βασίζονται στην «ψυχολογική εμβύθιση», δηλαδή σε αρκετές περιπτώσεις καταφέρνουν να επιστήσουν όλη την προσοχή του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον [1] [13][12].



**Εικόνα 11: Περιβάλλον μη βύθισης ή γραφείου (non immersive, desktop environment)**

Γ., Κόνιαρης . Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality). ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2006-2007 ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ – ΠΟΛΥΜΕΣΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ - ΠΟΛΥΜΕΣΑ

### 4.3 ΠΡΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

Μια άλλη κατηγορία συστημάτων Ε.Π. αποτελούν τα projected environments, των οποίων η τεχνολογία βασίζεται στην προβολή εικόνων πάνω σε κινηματογραφικές οθόνες. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας αποτελούν τα συστήματα CAVE. Χρησιμοποιώντας ένα ευρύ οπτικό πεδίο, τα projected συστήματα μπορούν να αυξήσουν την αίσθηση εμπύθισης και την εμπειρία της παρουσίας του χρήστη στον εικονικό κόσμο. Θα πρέπει, όμως, να υπάρξει κατάλληλη βαθμονόμηση της εικόνας τόσο ως προς το σχήμα όσο και ως προς το μέγεθος της οθόνης, έτσι ώστε να αποτραπούν φαινόμενα διαστρέβλωσης και συνεπώς μείωσης της ποιότητας των προβαλλόμενων εικόνων. Γενικά, τα projected συστήματα παρέχουν μεγαλύτερη αίσθηση της παρουσίας απ' ότι τα Desktop και καλύτερη αίσθηση του μεγέθους του εικονικού κόσμου. Παράλληλα, η ανάλυση των προβαλλόμενων εικόνων είναι σαφώς καλύτερη από αυτή που προσφέρουν τα συστήματα που χρησιμοποιούν κράνη Ε.Π. Η ανάλυση των συστημάτων αυτών κυμαίνεται από 1000-3000 γραμμές, ενώ μπορεί να επιτευχθούν υψηλότερα επίπεδα ανάλυσης με τη χρήση πολλαπλών συστημάτων προβολής, αυξάνοντας, ωστόσο, αρκετά το κόστος της εφαρμογής [36]. Τα projected συστήματα παρέχουν την δυνατότητα ταυτόχρονης χρήσης από ένα μεγάλο αριθμό χρηστών, κάτι το οποίο τα καθιστά κατάλληλα για εφαρμογές εκπαίδευσης. Το υψηλό τους κόστος αλλά και το μέγεθός τους αποτελεί σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα στην ανάπτυξη τέτοιου είδους εφαρμογών με αποτέλεσμα ο αριθμός τους να παραμένει περιορισμένος.

### 4.3.1 ΔΩΜΑΤΙΟΥ

Περίπου το 1990, ο Thomas DeFanti, που κατόπιν έγινε ερευνητής στο ηλεκτρονικό εργαστήριο απεικόνισης στο Πανεπιστήμιο του Ιλλινόις στο Σικάγο, είχε την ιδέα για ένα άλλο κύριο τύπο του συστήματος Ε.Π. καθώς φορούσε ένα κοστούμι του μπροστά από έναν τριπλό καθρέφτη στο βεστιαριο του. Εξετάζοντας τις τρεις απεικονισμένες εικόνες του, απεικόνισε ένα σύστημα που θα τοποθετούσε τις πολλαπλάσιες εικόνες στους τοίχους και ίσως ακόμα και το πάτωμα και ίσως το ταβάνι ενός μικρού δωματίου, δημιουργώντας ένα εικονικό περιβάλλον που περιέβαλε εντελώς τους θεατές του. Ο DeFanti, η Carolina Cruz-Neira, και ο Daniel Sandin έχτισαν το πρώτο δωμάτιο - σύστημα Ε.Π. το 1991. Υπενθυμίζοντας τη μεταφορά που ο Πλάτωνας είχε χρησιμοποιήσει πολύ καιρό πριν, το ονόμασαν Cave Automatic Virtual Environment ή CAVE. Το πρώτο CAVE ήταν ένα κύβος-διαμορφωμένος σε δωμάτιο που μετρούσε δέκα πόδια σε κάθε πλευρά. Οι οπίσθιες μονάδες προβολής παρουσίαζαν εικόνες σε τρεις από τους τέσσερις τοίχους της, και ένας υπερυψωμένος προβολέας παρουσίαζε μια άλλη εικόνα στο πάτωμα. Ο Sandin και ο DeFanti σημείωσαν ότι, " οι χρήστες του CAVE δεν πρέπει να φορούν κράνη, γιατί θα περιορίζουν την άποψη και την κινητικότητά τους στο πραγματικό κόσμο." Άντ' αυτού, οι χρήστες του CAVE φορούσαν γυαλιά, όπου μια υπέρυθρη ακτίνα τα συγχρόνιζε με τη μεταβαλλόμενη επίδειξη των υπολογιστών. Τα γυαλιά περιείχαν αισθητήρες κίνησης που έδειχναν στον υπολογιστή που στέκονταν και πού κοίταζαν οι χρήστες. Οι άνθρωποι κινούσαν αντικείμενα στην επίδειξη με ράβδους ελέγχου.

Το CAVE αποδείχθηκε εύχρηστο και έτσι οι ερευνητές και οι εφευρέτες δημιούργησαν πολλές παραλλαγές του. Αυτά τα συστήματα τύπου CAVE βυθίζουν τους χρήστες τους στην εικονική εμπειρία πιο ολοκληρωμένα από οποιοδήποτε άλλο είδος περιβάλλοντος Ε.Π.. (Μερικά CAVE's έχουν χάσει τις οθόνες προβολής τους επειδή οι άνθρωποι έχουν πειστεί τόσο από την παραίσθηση και μπήκαν κυριολεκτικά μέσα στο δωμάτιο του τοίχου.) Αφήνουν τους ανθρώπους να κινούνται φυσικά μέσα στο περιβάλλον, που ελευθερώνεται από τον ογκώδη εξοπλισμό και τον υπολογιστή.



**Εικόνα 12: Ο Thomas DeFanti (αριστερά) και ο Daniel Sandin στο CAVE το 1998. Τα CAVE's είναι ο δεύτερος κύριος τύπος του συστήματος Ε.Π..**

<http://www.scienceclarified.com/scitech/Virtual-Reality/Goggles-Gloves-and-CAVEs-The-Technology-of-Virtual-Reality.html#ixzz1Ip8gWsAg>

Το κύριο μειονέκτημα των CAVE's είναι το υψηλό τους κόστος. Ένα πλήρες σύστημα CAVE μπορεί να κοστίσει εκατομμύρια δολάρια ή περισσότερα. Σαν αποτέλεσμα, μόνο μερικά μεγάλα πανεπιστήμια και πλούσιες εταιρίες τα έχουν. Με την ελπίδα να φέρουν τα συστήματα τύπου CAVE σε περισσότερους ανθρώπους, οι εφευρέτες έχουν δημιουργήσει τις απλούστερες και λιγότερο δαπανηρές εκδόσεις που έχουν μερικά από τα ίδια πλεονεκτήματα. Ένα, το PlatoCAVE, προβάλλει μια εικόνα για μόνο έναν τοίχο. Ένας άλλος τύπος, το RAVE



(Reconfigurable Advanced Visualization Environment), μπορεί να ληφθεί χώρια και να κινηθεί προς διαφορετικές κατευθύνσεις. Έχει οθόνες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωριστά ή να συνδυαστούν με τους διάφορους τρόπους.

Η ομάδα που εφηύρε το CAVE δημιούργησε επίσης μια μικρότερη έκδοση, την οποία καλούν ImmersaDesk. Το ImmersaDesk έχει το μέγεθος ενός μεγάλου γραφείου ή ενός πίνακα και περιέχει μια ενιαία μεγάλη οθόνη. Όταν ένας θεατής που φορά τα γυαλιά αντικρίζει το γραφείο, βλέπει μια τρισδιάστατη εικόνα που εμφανίζεται να αυξάνεται επάνω από το γραφείο [14].

## 4.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η κατηγορία αυτή των συστημάτων βασίζεται στην ανάμειξη της Ε.Π. με την πραγματικότητα. Ο χρήστης βρίσκεται σε έναν εικονικό κόσμο, στον οποίο όμως προβάλλονται πραγματικά αντικείμενα τα οποία μπορεί να χειριστεί ακόμα και αν βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση ή σε εξαιρετικά επικίνδυνα φυσικά περιβάλλοντα, για παράδειγμα συσκευές ελέγχου στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα ή στο διάστημα. Τα εικονικά αντικείμενα προβάλλονται πάνω στον πραγματικό κόσμο, πιθανώς με την χρήση οθονών προσαρμοσμένων στο κεφάλι που επιτρέπουν στο χρήστη να βλέπει και μέσα από αυτές. Τα περιβάλλοντα αυτά απαιτούν μεγάλη ακρίβεια στο συσχετισμό μεταξύ της πραγματικής εικόνας και της προβαλλόμενης εικονικής πληροφορίας [1] [13][12].



Εικόνα 13: Περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας (augmented environment)

Γ., Κόνιαρης . Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality). ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2006-2007 ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ – ΠΟΛΥΜΕΣΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ – ΠΟΛΥΜΕΣΑ

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα κυριότερα χαρακτηριστικά των τριών κύριων κατηγοριών σύμφωνα με τον Kalawsky, 1996:

Χαρακτηριστικά Συστημάτων	Επιτραπέζια	Προβαλλόμενα	Εμβυθιστικά
Ανάλυση	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή - Μέτρια
Αντίληψη κλίμακας	Χαμηλή	Μέτρια - Υψηλή	Υψηλή
Ικανότητα πλοήγησης	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή
Καθυστέρηση	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια - Υψηλή
Αίσθηση εμβύθισης	Καθόλου - Χαμηλή	Μέτρια - Υψηλή	Μέτρια - Υψηλή

Πίνακας 1: Ποιοτικές επιδόσεις των διαφόρων συστημάτων Ε.Π. [37]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Γενικά, η Ε.Π. έχει επικεντρωθεί σε εφαρμογές σχεδιασμένες να εκπληρώσουν σκοπούς εκπαίδευσης και προσομοίωσης για εκπαιδευτικούς στόχους. Αυτό το πεδίο εφαρμογής περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό από προσομοιωτές οχημάτων, αεροπλάνων, από την εκπαίδευση στην ιατρική ή στον στρατιωτικό τομέα κ.λ.π. Ως ένα μέσο εκπαίδευσης και προσομοίωσης μπορούμε να πούμε ότι η χρήση της τεχνολογίας και των εφαρμογών της Ε.Π. έχει αποδειχτεί χρήσιμη και επιτυχημένη. Η Ε.Π. επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να οπτικοποιήσουν αφηρημένα σενάρια, να πάρουν μέρος και να αλληλεπιδράσουν με συμβάντα που για λόγους απόστασης, χρόνου, κλίμακας, ασφάλειας ή χρημάτων δεν θα μπορούσαν να είναι εφικτά.

Χαρακτηριστικά η Ε.Π. έχει σημαντικές εκπαιδευτικές και παιδαγωγικές εφαρμογές και μπορούν να επεκταθούν σε μεγάλο εύρος διδακτικών και μαθησιακών χώρων. Είναι σε θέση να αναπαράγει απρόσιτα μέρη του φυσικού σύμπαντος, όπως η καρδιά ενός ηφαιστείου ή ενός πυρηνικού αντιδραστήρα, η επιφάνεια ενός πλανήτη ή το εσωτερικό ενός έμβιου όντος, και ανοίγουν έτσι νέους δρόμους στην εκπαίδευση και την κατάρτιση. Επιτρέπουν επίσης να προσομοιώσουμε νέα, δικής μας επινόησης, περιβάλλοντα. Τα περιβάλλοντα αυτά δεν λειτουργούν πλέον κάτω από τους νόμους της γνωστής φυσικής και της κοινής πραγματικότητας. Συνεπώς μπορούν να μετασχηματισθούν αρκετά εύκολα, τις περισσότερες φορές από τη δραστηριότητα των εξερευνητών τους.

Άλλες προεκτάσεις στην εκπαίδευση είναι: Επίσκεψη μουσείων ή ιστορικών μνημείων. Δυνατότητα διεξαγωγής μαθημάτων από απόσταση. Ενεργή και συνεχής καθοδήγηση εκπαιδευόμενων. Ύπαρξη εικονικών εργαστηρίων με άρτιο εξοπλισμό, χωρίς την ανάγκη άμεσης συντήρησης. Ύπαρξη δημιουργικών και πρωτοποριακών μαθημάτων. Τις πλέον θετικές εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας μπορεί να τις εντοπίσει κανείς στα προγράμματα εκπαίδευσης ενηλίκων αλλά και παιδιών, παρά το γεγονός ότι πρόκειται για πολύ καινούργιο τομέα. Μεταφέροντας την εμπειρία της, η κυρία Μαρία Ρούσσου, ερευνήτρια συστημάτων Ε.Π., από ερευνητικό πρόγραμμα του Πανεπιστημίου Ιλλινόις στο Σικάγο, στο οποίο ήταν υπεύθυνη, αναφέρει χαρακτηριστικά: «Οπτικοποιημένη μια μαθηματική εξίσωση, ακόμη και για έναν επιστήμονα, αποτελεί έκπληξη. Την ίδια έκπληξη, ωστόσο, μπορεί να νιώσει και ένα παιδί της Α' δημοτικού όταν πεισθεί μέσω των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας ότι η Γη είναι σφαιρική... Επειδή είναι πολλά τα πράγματα που δεν είναι εύκολο να καταλάβει ένα παιδί, όπως η διδασκαλία αφηρημένων εννοιών ή ανέφικτων, η Ε.Π. δίνει μια λύση».

Στο παρακάτω πίνακα εμφανίζονται συνοπτικά κάποια χαρακτηριστικά εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας που έχουν αναπτυχθεί με κύριο σκοπό την εκπαίδευση των συμμετεχόντων στο αντίστοιχο αντικείμενο. Μερικά παραδείγματα εφαρμογών είναι: BigTED, Virtual Reality Training System (VRTS), EMMA's World, VRRV (Virtual Reality Roving Vehicles), Up and down hill, VRSAP( Virtual Reality Assiste SURGERY Program), Water Vehicle Simulators κ.α.

Στον παρακάτω πίνακα τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών έχουν καθοριστεί τα εξής:

- **Τομέας:** Αναφέρεται στο αντικείμενο εκπαίδευσης που εφαρμόζεται η Ε.Π.
- **Όνομα εφαρμογής:** Το όνομα της εφαρμογής παραπέμπει και στο εκπαιδευτικό περιεχόμενό της.

- **Περιγραφή προγράμματος:** Αναφέρεται στον τρόπο λειτουργίας της εφαρμογής.
- **Στόχοι εκμάθησης:** Που αποσκοπεί η εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού εικονικού προγράμματος;
- **Μέσο εκμάθησης:** Ποια τα τεχνολογικά μέσα τα οποία χρησιμοποιεί ο εκπαιδευόμενος για να παρακολουθήσει / αλληλεπιδράσει με την εφαρμογή;
- **Παιδαγωγική / Διδακτική προσέγγιση:** Κάθε εφαρμογή έχει μια διδακτική προσέγγιση, αυτή μπορεί να είναι Εκπαίδευση δηλαδή μια παρακολούθηση του «συμβάντος», με καταγραφή παρατηρήσεων αλλά χωρίς δικαίωμα παρεμβολής. Πρακτική άσκηση, όχι μόνο παρακολούθηση πια αλλά και εξάσκηση στο εικονικό περιβάλλον. Μερικές εφαρμογές δεν έχουν μόνο εκπαιδευτικό σκοπό αλλά λειτουργούν σαν Εκθεσιακή χρήση, όπως το EMMA's World, που εξυπηρετεί και τα δύο εκπαίδευση και έκθεση για την αντιμετώπιση και καταπολέμηση του προβλήματος. Επικοινωνιακή μάθηση, οι εκπαιδευόμενοι δεν θεωρούνται πλέον παθητικοί δέκτες, αλλά τελικοί υπεύθυνοι της δικής τους μάθησης που εμπλέκονται με ενεργό τρόπο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι πλοηγήσεις και ολοκλήρωση εργασιών σε ένα πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας βοηθά τους χρήστες στην ενίσχυση εμπειριών με απώτερο σκοπό τη μάθηση.
- **Συνεργατικότητα:** αν μπορούν 2 ή περισσότεροι χρήστες να εκτελέσουν από κοινού λειτουργίες μέσα στο σύστημα και τέλος
- **Ηλικία / κοινό:** Κατηγοριοποίηση ατόμων σε ηλικιακό επίπεδο ανάλογα πάντα με το περιεχόμενο της εφαρμογής.

**Πίνακας 2:Χαρακτηριστικά και τρόποι χρήσης εκπαιδευτικών εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας.**

Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Mining industry	BigTED	Το BigTED έχει ένα πλήρες σύστημα ελέγχου το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χειριστεί τον εξοπλισμό, να κάνει αναγνώριση επικίνδυνων ασκήσεων , με λεπτομερή 3D μοντέλα και πραγματικό συνοδευτικό ήχο (Kizil et al, 2001). Η προσομοίωση έχει γίνει για να μιμηθεί , όσο πιο καλά γίνεται το πραγματικό γεωτρύπανο.	Χρησιμοποιώντας Ε.Π. στα αρχικά στάδια εκπαίδευσης, το προσωπικό μπορεί να διδαχθεί να χρησιμοποιεί εξοπλισμό σε ένα ελεγχόμενο και ασφαλές (και για τους δύο, προσωπικό και εξοπλισμό ) περιβάλλον.	Desktop	Πρακτική χρήση	Όχι	18-26 (φοιτητές)
	Developing and Deploying Simulations	Το πρόγραμμά τους είναι βασισμένο σε σενάριο και απαιτεί ο εκπαιδευόμενος να απαντήσει σε διάφορες ερωτήσεις «ασφάλειας» καθώς προχωρούν μέσα στο ορυχείο και στο σενάριο.	Οι εκπαιδευτές αλληλεπιδρούν με τους εκπαιδευόμενους για να διευκρινίσουν σημεία, να οδηγήσουν την συζήτηση, να απαντήσουν ερωτήσεις και να διαχειριστούν την πρόοδο του εκπαιδευτικού προγράμματος.	Τρεις μεγάλες οθόνες προβολής από projector δημιουργούν ένα ανθρακωρυχείο	Πρακτική χρήση, Εκπαίδευση	Όχι	25+ (Εργάτες)
Πυροσβέστες	Firefighter Command Training VirtualEnvironment (FCO)	Ο χρήστης του Ε.Π. είναι ένας εκπαιδευόμενος του FCO που καθοδηγεί ομάδες από εικονικούς πυροσβέστες για να	Ένα εικονικό περιβάλλον μπορεί να προσφέρει μια ποικιλία σεναρίων πυρκαγιάς για οδηγίες και	Simple Virtual Environment (Virtual Environment,	Εκπαίδευση , Πρακτική χρήση	Όχι	25+ (Πυροσβέστες)

		εκτελέσει διαφορετικές ενέργειες ώστε να βοηθήσει στην κατάσβεση εικονικών πυρκαγιών. Το Ε.Π. επιτρέπει στον εκπαιδευόμενο να πλοηγηθεί γύρω στο περιβάλλον και να παρατηρήσει την κατάσταση από κάθε γωνία. Ο εκπαιδευόμενος μπορεί επίσης να διατάξει τους πυροσβέστες, να τους βλέπει να εκτελούν τις εντολές, να βλέπει πραγματική πυρκαγιά και καπνό.	εκτίμηση με ένα τρόπο πιο ρεαλιστικό από τον προφορικό ή τον γραπτό και με λιγότερο κίνδυνο και έξοδα από την εκπαίδευση με πραγματική πυρκαγιά.	Graphical Command Interface, and the NIST Fire Dynamic Simulator)			
Συγκόλληση	GMAW welding process	Το σύστημα κάνει χρήση πραγματικού εργαλείου συγκόλλησης και επικολλημένης μάνικας.	Το GMAW σύστημα παρέχει μια εμπειρία της πραγματικής διαδικασίας της συγκόλλησης. Το σύστημα μπορεί να βελτιωθεί περισσότερο μέσω της οπτικής, ακουστικής και απτικής ακρίβειας.	HMD, video camera	Πρακτική χρήση, εκπαίδευση	Όχι	25+ (Εργάτες)

Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Shipbuilding Industry	paint spray simulation	Ο χρήστης κρατά το εργαλείο ψεκασμού και εξασκείται στο βάνιμο σε εικονικό μέρος πλοίου με τον ίδιο τρόπο που θα το έκανε με το πραγματικό εργαλείο ψεκασμού. Η αλληλεπίδραση με το εργαλείο ψεκασμού συνήθως βασίζεται στο πραγματικό εργαλείο, προσθέτοντας ηλεκτρονικούς αισθητήρες για την αίσθηση όταν ο χρήστης πατά την σκανδάλη. Καθώς ο χρήστης κινεί και πατά την σκανδάλη του εργαλείου, ο υπολογιστής εντοπίζει την 3D κίνηση του εργαλείου, προσομοιώνει και οπτικοποιεί το σημείο που βάρφηκε στην επιφάνεια της εικονικής κατασκευής.	Ο χρήστης μπορεί να διαλέξει διαφορετικά σενάρια και διαφορετικές γωνίες οπτικής για να επαναλάβει και να καταλάβει λεπτομερώς την κίνηση πριν εξασκηθεί στον προσομοιωτή.	Wall display, HMD, CAVE	Πρακτική χρήση, εκπαίδευση	Όχι	25+ (spray painting workers)
Προσομοίωση οδήγησης	UC-win/Road software	Κυρίως χρησιμοποιείται σαν εργαλείο για προσομοίωση στον σχεδιασμό δρόμων. Πρόσφατες εκδόσεις το έχουν υιοθετήσει και περιλαμβάνει 3D μοντέλα, ζωντανή κίνηση και ανθρώπινους χαρακτήρες, έτσι ώστε να επιτρέπουν στον χρήστη να εκπαιδευτεί σαν οδηγός κατά μήκος μιας ορισμένης διαδρομής.	Ο προσομοιωτής οδήγησης επιτρέπει στον εκπαιδευόμενο να αλληλεπιδρά απευθείας με το εικονικό περιβάλλον, έχοντας την ευκαιρία να εξοικειωθεί με την οδηγική συμπεριφορά και να παρέχει δεδομένα για έρευνα.	Desktop, Driving Simulators	Πρακτική χρήση, εκπαίδευση	Όχι	Όλες οι ηλικίες
Construction Workers	Proposed VR Safety Training System	Διδάσκει τους εκπαιδευόμενους πώς να αναγνωρίσουν επικίνδυνες καταστάσεις και να εφαρμόσουν ασφαλείς διαδικασίες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πραγματική δοκιμή των εκπαιδευόμενων. Επιτρέπει παραγόμενες από υπολογιστή παραλλαγές ενός κόσμου που ανήκει σε Ε.Π.	Δημιουργεί ένα εικονικό περιβάλλον με ασφάλεια και προγράμματα εκπαίδευσης.	Οθόνες προβολής (3), VR walkthrough	Έκθεση, Πρακτική χρήση	Ναι	Όλες οι ηλικίες



Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Built Environment Education		Η Ε.Π. επιλέχθηκε για να επεκτείνει την παραδοσιακή φόρμα της παρουσίασης προσφέροντας αλληλεπίδραση και εμπύθιση στην προσομοίωση κτιρίων, πόλεων, αξιοθεάτων και τοπίων.	Η Ε.Π. σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιηθεί από ομάδες περίπου των 30 ατόμων και να επιτρέπει σε προσωπικό και σπουδαστές να παρακολουθούν σχέδια από στερεοσκοπική πλευρά, από πολλαπλά σημεία θέασης και να πλοηγηθούν μέσα στο χώρο σε πραγματικό χρόνο.	Desktop, Semi-immersive	Πρακτική χρήση, Εκπαίδευση	Ναι	18-26 (Προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές στην αρχιτεκτονική)
Emergency Team Training in Virtual Reality	Advanced Disaster Management Simulator of ETC Simulation with the disaster scenarios of NIFV (NIFV-ADMS)	Το NIFV-ADMS είναι ένα τρισδιάστατο πρόγραμμα Ε.Π. για εκπαίδευση ατόμων σε ομάδες και μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλές καταστάσεις. Αφήνει τους συμμετέχοντες να ασχοληθούν με πολλά διαφορετικά σενάρια.	Διδάσκει τους εκπαιδευόμενους πώς να αναγνωρίσουν επικίνδυνες καταστάσεις και να εφαρμόσουν ασφαλείς διαδικασίες. Το πρόγραμμα είναι σε θέση να παρουσιάσει τα ίδια δύσκολα συμβάντα όπως στον πραγματικό κόσμο.	Desktop, Projection screens, VR walkthrough	Πρακτική χρήση, Έκθεση	Ναι	25+ (Ενήλικες)
Live-line maintenance	Virtual Reality Training System (VRTS)	Ο γενικός στόχος είναι να παρέχετε στους χειριστές των σύνθετων βιομηχανικών περιβαλλόντων μια κατάλληλη κατάρτιση έτσι ώστε να πιστοποιηθούν οι χειριστές στη γνώση, τις δεξιότητες, την πείρα, τις δυνατότητες και τις τοποθετήσεις για τη λειτουργία των ηλεκτρικών συστημάτων.	Power line operators πρέπει να εκπαιδεύονται σε ένα προσομοιωμένο περιβάλλον το οποίο πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο πραγματικό.	Desktop	Πρακτική χρήση, Εκπαίδευση	Όχι	25+ (live-line operators)

Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Virtual Reality as a Learning Tool for Autistic Children		Ως σενάριο της Ε.Π. επιλέχθηκε η εκμάθηση των παιδιών να διασχίζουν ένα δρόμο.	Περιλαμβάνει ανάπτυξη της ικανότητας της προσοχής και της αυτοπεποίθησης.	desktop	Εκπαίδευση, Πρακτική χρήση	Όχι	Αυτιστικά παιδιά
Psychological treatments (acrophobia, flying phobia, claustrophobia, etc.)	EMMA's World	Στο "EMMA's world", ο ασθενής εκτίθεται στο περιβάλλον που του προκαλεί φοβία. Υπάρχουν μια σειρά από εργαλεία διαθέσιμα και μπορούν να επιλεγθούν βάση οδηγιών του θεραπευτή.	Ο σκοπός αυτής της δουλειάς είναι να δείξει την χρησιμότητα αυτής της ευπροσάρμοστης έκθεσης για την θεραπεία ενός πολύ δύσκολου προβλήματος όπως το storm phobia, με πολλά χρόνια ιστορικό σε μια ηλικιωμένη γυναίκα, η οποία δεν είναι εξοικειωμένη καθόλου με τους υπολογιστές.	Projection screens	Έκθεση στο πρόβλημα, Εκπαίδευση	Όχι	Ασθενείς με φοβίες
Εκπαίδευση μαθητών	Διδασκαλία του μαθήματος Χημείας Β' Γυμνασίου	Η αλληλεπίδραση του μαθητή με το τρισδιάστατο μοντέλο (άτομα - μόρια) μπορεί να αποτελέσει ένα καλύτερο κίνητρο από εκείνο που προσφέρει η επαφή του με το γνωστικό αντικείμενο μέσα από το βιβλίο ή τον πίνακα.	Οι μαθητές πρέπει να αλληλεπιδράσουν με τα τρισδιάστατα προσομοιώματα των ατόμων και των μορίων και να βιώσουν μια εμπειρία μέσα στο εικονικό περιβάλλον με σκοπό να μάθουν αφηρημένες έννοιες όπως της ατομικής και μοριακής δομής (μικρόκοσμος).	desktop	Πρακτική χρήση, εκπαίδευση	Ναι	13-15 (Μαθητές γυμνασίου)

Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Εκπαίδευση μαθητών	Η εικονική Πραγματικότητα ως διδακτικό μέσο στα αρχαιολογικά εκπαιδευτικά προγράμματα.	Το τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον επιδιώκει να αποδώσει με ρεαλισμό και αισθητική αρτιότητα την εικόνα του Ιερού της Ίσιδος στο Δίον κατά το 2 <sup>ο</sup> αιώνα Μ.Χ.	Οι αναπαραστάσεις μνημείων με την εικονική πραγματικότητα προσφέρουν στο μαθητή μια μοναδική εμπειρία βιωματικής προσέγγισης των αρχαιοτήτων, που προκαλεί συναισθηματική επίδραση ανάλογη με την επαφή με τα πραγματικά μνημεία.	desktop	Πρακτική χρήση, εκπαίδευση	Ναι	13-15 & 16-18 (Μαθητές γυμνασίου και λυκείου)
	VRRV (Virtual Reality Roving Vehicles)	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 μαθητές εμβυθίζονται 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		Πρακτική χρήση, εκπαίδευση	Ναι	6-12 (Μαθητές δημοτικού, εκπαιδευτικοί και ερευνητές)
	πρόγραμμα ScienceSpace	Αφορά εικονικούς κόσμους για την κατανόηση θεμελιωδών εννοιών της φυσικής	Οι μαθητές εμβυθίζονται 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.	Συστήματα Εμβύθισης με τρισδιάστατες αναπαραστάσεις, Κράνη τρισδιάστατης όρασης και Γάντια Δεδομένων	Πρακτική χρήση, εκπαίδευση	Ναι	13-15 & 16-18 (Μαθητές γυμνασίου, λυκείου)

Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Εκπαίδευση μαθητών	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. 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). Όσον αφορά στη διδασκαλία της φυσικής, έχουν αναπτυχθεί δύο διαφορετικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα για τη μελέτη της φυσικής των lasers.	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.	Desktop, data glove	Πρακτική χρήση, εκπαίδευση	Ναι	13-15 & 16-18 (Μαθητές γυμνασίου, λυκείου)
	NICE Project (Narrative-based, Immersive, Constructionist / Collaborative Environments)	Προσφέρει ένα εικονικό περιβάλλον όπου τα παιδιά ομαδικά εξερευνούν ένα νησί, κατασκευάζουν οικοσυστήματα αποφασίζοντας που και τι φυτά θα φυτέψουν και τα φροντίζουν καθώς αυτά αναπτύσσονται.	Έχουν να επιλέξουν μέσα από μια ποικιλία εδαφών, υψομέτρων και καιρικών συνθηκών. Ο κόσμος αναπτύσσεται και χωρίς τη συνεχή επέμβαση και αλληλεπίδραση με τα παιδιά. Επίσης είναι δυνατός ο έλεγχος της ροής του χρόνου. Οι ενέργειες των παιδιών καταγράφονται με μορφή ιστορίας με εικόνες και δίνονται στα παιδιά.	Cave , glasses	Πρακτική χρήση, Εκπαίδευση, εποικοδομητική μάθηση	Ναι	παιδιά 6-12 ετών

Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Εκπαίδευση μαθητών	Round Earth Project	Πραγματεύεται το θέμα της σφαιρικότητας της γης	Υπάρχουν δύο εικονικοί κόσμοι, ο κόσμος του αστεροειδή και ο κόσμος της γης. Δυο χρήστες ταυτόχρονα δουλεύουν στον κάθε κόσμο. Ο ένας είναι ο αστροναύτης που μαζεύει αντικείμενα και ο δεύτερος, ο ελεγκτής που κατευθύνει τον αστροναύτη. Ο αστροναύτης περπατά στην επιφάνεια του αστεροειδή ή ίπταται πάνω από τη γη. Ο ελεγκτής βλέπει ό,τι και ο αστροναύτης αλλά έχει και μια οπτική της γης ή του αστεροειδή από κάπου στο διάστημα. Οι ρόλοι των δύο χρηστών εναλλάσσονται.	CAVE	Πρακτική χρήση	Ναι	6-12 (Παιδιά δημοτικού σχολείου)
	Up and down the hill	Η εφαρμογή είναι ουσιαστικά ένα ηλεκτρονικό βιβλίο με 6 θεματικές ενότητες σχετικές με τοπογραφία, προσανατολισμό, αναγνώριση συμβόλων χαρτών. Τα εικονικά τοπία σχεδιάστηκαν με βάση τοπογραφικά στοιχεία πραγματικών τοπίων	Να κατανοήσουν τα παιδιά το θέμα του προσανατολισμού και τον τρόπο να διαβάζουν έναν χάρτη.	Desktop	Επικοινωνιακή μάθηση, ενίσχυση εμπειριών	Ναι	Μαθητές 12 ετών

Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Εκπαίδευση μαθητών	Touch the Sky - Touch the Universe	Το Touch the Sky, Touch the Universe program αφήνει τους σπουδαστές να αλληλεπιδράσουν απευθείας με διάφορες φόρμες σενάρια πολυμέσων που αφορούν την διδασκαλία της αστρονομίας	Ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στο διάστημα, να κινηθεί επάνω και κάτω, να πλησιάσει αντικείμενα και να τα δει από όποια οπτική πλευρά θέλει. Καθώς οι μαθητές ερευνούν εικόνες, χειρίζονται 3D- μοντέλα και συμμετέχουν σε αυτές τις εικονικές προσομοιώσεις, εμπλουτίζουν τις γνώσεις τους με επιστημονική σκέψη.	Desktop PC, Ποντίκι	Εκπαίδευση, Πρακτική χρήση	Ναι	6-12 & 13-15 (Μαθητές δημοτικού και γυμνασίου)
	VICHER	Πραγματεύεται τη μηχανική χημικών αντιδράσεων	Αναπαριστά ένα εικονικό χημικό εργοστάσιο, όπου στην αρχική αίθουσα ο χρήστης παίρνει πληροφορίες για τη χρήση του προγράμματος, στο δωμάτιο του ατομικού αντιδραστήρα ελέγχει και παρατηρεί τη λειτουργία του, ενώ έχει τη δυνατότητα να εισέλθει στη μικροσκοπική δομή καταλυτών. Επίσης υπάρχει το δωμάτιο του μη ισοθερμικού αντιδραστήρα, όπου υπάρχει μια τρισδιάστατη μαθηματική επιφάνεια στην οποία χρώματα αντιπροσωπεύουν τη θερμοκρασία. Σε ένα τελευταίο δωμάτιο ελέγχεται η κατανόηση των θεμάτων που αναπτύχθηκαν	HMD	Ενίσχυση εμπειριών	Ναι	18-26 (Προπτυχιακούς φοιτητές)

Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Εκπαίδευση δασκάλων	I*Teach (Innovative Teacher) πιλοτικό πρόγραμμα	Ο κύριος σκοπός του I*Teach Project είναι να αναπτύξει τεχνολογική υποστήριξη για επικοινωνία μέσα στην κοινότητα των δασκάλων.	Είναι μια βελτιωμένη εκμάθηση, δεδομένου ότι υποκινεί για να περιληφθούν νέες ιδέες σε προηγούμενα διανοητικά πρότυπα, και να ανταλλαχθούν ιδέες με συναδέλφους, ή με εμπειρογνώμονες με βαθύτερη κατανόηση, δεδομένου ότι μια ομάδα ανθρώπων μπορεί να δημιουργήσει μια πληρέστερη κατανόηση από ένα μεμονωμένο πρόσωπο που εργάζεται στην εκμάθησή του / της πέρα από το περιεχόμενο (Spiegel, 1999).	desktop	Εκπαίδευση	Ναι	Επιστήμονες, Καθηγητές γυμνασίου
Ιατρική	Παρεμβατική Τομογραφία μέσω Βίντεο (Interventional Video Tomography, IVT )	Απεικονίζει σε πραγματικό χρόνο διεγχειρητικά τη χωρική θέση των χειρουργικών οργάνων σχετικά με την ανατομία του ασθενή. Υπάρχει ένας τηλεοπτικός ανιχνευτής απεικόνισης που είναι βασισμένος σε μια ειδική κάμερα που εξοπλίζεται με ένα οπτικό σύστημα λήψης και φωτισμού και ηλεκτρονικούς τρισδιάστατους αισθητήρες.	Η ακολουθία της εικόνας IVT αντιπροσωπεύει ένα τετραδιάστατο σύνολο δεδομένων του χώρου και περιέχει εικόνα, την τοπογραφία της επιφάνειας και τα δεδομένα κίνησης. Έτσι αποκτάται πριν από τη χειρουργική επέμβαση μια ακολουθία εικόνων IVT της προγραμματισμένης χειρουργικής διαδικασίας.	HMD	Πρακτική χρήση (μπορεί να κάνει εξάσκηση)	Όχι	25+ (Χειρουργοί)
	VRSAP( Virtual Reality Assiste SURGERY Program)	Ένα σύστημα παρέχει στο χειρουργό κατά τη διάρκεια της επέμβασης προεγχειρητική πληροφορία προβαλλόμενη πάνω στον ασθενή .		HMD	Πρακτική χρήση	Όχι	25+ (Γιατροί)
	Simulator CathSim	Χρησιμοποιεί την μονάδα απτικής ανάδρασης AccuTouch έτσι ώστε οι εκπαιδευόμενοι να μπορούν				Πρακτική χρήση	Ναι

		να αισθανθούν την εισαγωγή βελόνας στο ανθρώπινο δέρμα και τη φλέβα με σκοπό τη λήψη αίματος,					
Anatomic Visualize		Παρέχεται ένας εικονικός χώρος ανατομίας , στον οποίο ο φοιτητής μπορεί να αλληλεπιδρά απευθείας με τρισδιάστατα μοντέλα και ταυτόχρονα να έχει πρόσβαση και στη θεωρία που διδάσκεται το μάθημα		desktop	Πρακτική χρήση	Ναι	18-26 (Φοιτητές Ιατρικής)
Προσομοιωτής ανθρώπινου ασθενή (human patient simulator )		Σε κάθε σενάριο προσομοίωσης οι σπουδαστές πρέπει να ανταποκρίνονται σύμφωνα με τις οδηγίες του καθηγητή	Η χρήση του προσομοιωτή ανθρώπινου ασθενή γίνεται για να διδάξει στους σπουδαστές νοσηλευτικής τις βασικές δεξιότητες φροντίδας στους ασθενείς	Προσομοιωτής	Πρακτική χρήση	Ναι	25+ (Νοσηλεύτριες-τες)
MM-VR Synthesis Project		Πλοήγηση σε ένα εσωτερικό όργανο (π.χ. πηγαίνοντας στο στομάχι , βλέποντας ένα έλκος και παρατηρώντας το για βιοψία)			Εκπαίδευση (δεν επιτρέπει στον εκπαιδευόμενο να εξασκηθεί σε μια διαδικασία)	Όχι	18-26 (Φοιτητές ιατρικής) , καθηγητές, χειρουργοί
Virtual abdomen		Αναφέρεται στην μελέτη ανατομίας του σώματος. Μπορεί να περιηγηθεί στα εσωτερικά όργανα , να τα δει από πίσω, μπροστά, ακόμα και εσωτερικά πως είναι.	Είναι πρακτικές που προσφέρουν την διδασκαλία της ανατομίας, η οποίες δεν μπορεί να διδαχθεί με άλλο μέσο .	HMD, Datagloves	Πρακτική χρήση	Όχι	18-26 (Φοιτητές Ιατρικής)

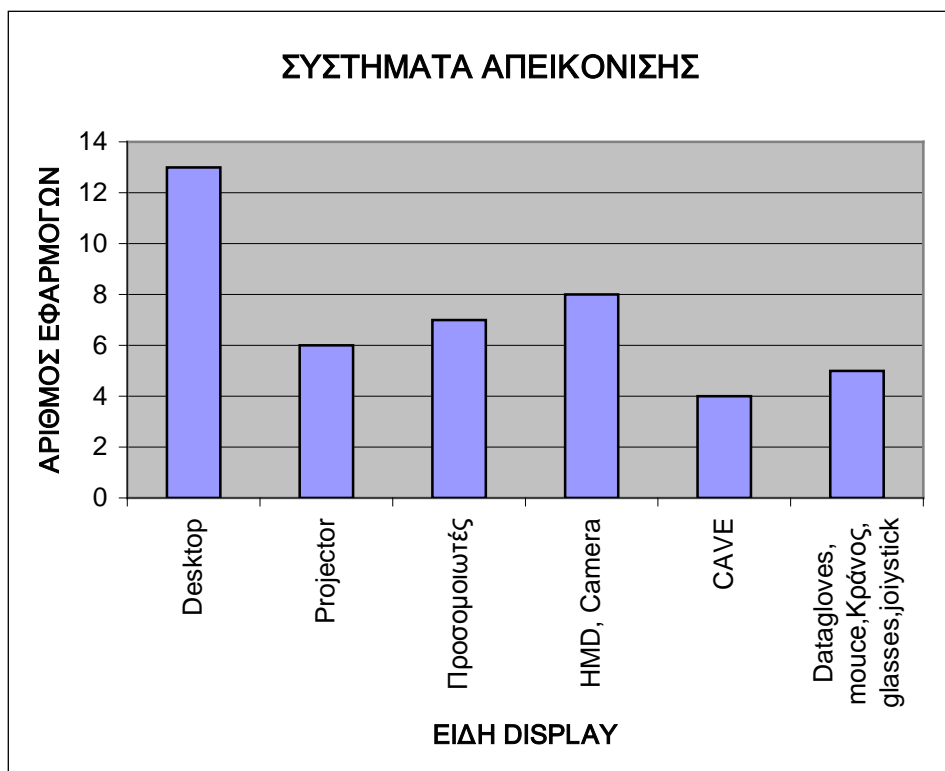


Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Ένοπλες δυνάμεις	Lead In Fighter Trainer (LIFT) aircraft.	Το Virtual Training System είναι βασισμένο σε ένα Time Division Multiple Access (TDMA) Data Link Network που εξασφαλίζει έκθεση σε πραγματικό χρόνο στο πιλοτήριο. Η έκθεση στο πιλοτήριο συνδυάζει πραγματική και εικονική έκθεση και προετοιμάζει τον πιλότο με σενάρια πραγματικής ή προσομοιωμένης μάχης κατά την διάρκεια πραγματικής πτήσης.	Με το Virtual Training System οι εκπαιδευόμενοι πιλότοι αποκτούν εμπειρία και εκπαιδεύονται στο χειρισμό αεροσκάφους σε διάφορα σενάρια μάχης.	HUD	Πρακτική χρήση	Ναι	25+ (Πιλότοι πολεμικών αεροσκαφών)
	Future Combat System (FCS)	Διάφορες συγκεκριμένες συσκευές για να εκπαιδεύσει τους στρατιώτες για να οδηγούν ειδικά οχήματα όπως ταנק ή τα βαριά τεθωρακισμένα οχήματα Στρατού	Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να μάθουν πως το πραγματικό όχημα χειρίζεται σε δύσκολες καιρικές συνθήκες ή ανώμαλη γεωγραφική περιοχή.	Περιλαμβάνει τρεις οθόνες υπολογιστή, και ένα ζευγάρι από joystick	Πρακτική χρήση	Ναι	25+ (Στρατιώτες)
	Water Vehicle Simulators	Οι υποβρύχιοι προσομοιωτές παρέχουν ρεαλιστικές συντεταγμένες καθώς το πλήρωμα πλοηγείται στην προσομοίωση.	Παρέχουν στον εκπαιδευόμενο πραγματικές συνθήκες διαβίωσης και μάχης .	προσομοιωτές	Πρακτική χρήση	Όχι	25+ (Στρατιώτες)
	Virtual Squad Training System (VSTS) (πιλοτικό πρόγραμμα)	Είναι ένα ασύρματο σύστημα που φοριέται και επιτρέπει στους στρατιώτες να κινηθούν σε ένα εικονικό περιβάλλον με τη βοήθεια των ακόλουθων εικονικών εξαρτημάτων: -)HMD -)Ένα γιλέκο που στηρίζει ένα ασύρματο υπολογιστή -)Έναν ανιχνευτή των κινήσεων του σώματος -)Ένα εικονικό όπλο	Προσφέρει εικονική εκπαίδευση με την αντίστοιχη αμφίεση που θα γινόταν στο πραγματικό περιβάλλον	προσομοιωτές	Πρακτική χρήση	Όχι	25+ (Στρατιώτες)

Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Ένοπλες δυνάμεις	Προσομοίωση μάχης (battlefield visualization)	Με εργαλεία όπως το Google και το Earth SketchUp δημιουργείται ένα τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής, παρέχοντας την δυνατότητα να είναι ορατή από κάθε γωνία.	Η προσομοίωση μάχης είναι σημαντική όταν καθορίζονται στρατηγικές σε πραγματικό χρόνο. Είναι επίσης αποδεικτικό στοιχείο σημαντικό στοιχείο των πρωτοβουλιών που παίρνουν οι διοικητές.	desktop	Πρακτική χρήση	Ναι	25+ (Στρατιώτες)
	Virtual Environment Training Technology program (πilotικό στάδιο)	Είναι ένα πιλοτικό πρόγραμμα με σκοπό της εκπαίδευση πληρώματος πλοίου σε περίπτωση πυρκαγιάς και άλλων έκτακτων συμβάντων.	Θα επιτρέψει στους ναύτες να εκπαιδευτούν σε επικίνδυνα συμβάντα σε ένα ασφαλές, ελεγχόμενο περιβάλλον.	προσομοίωση	Πρακτική χρήση	Ναι	25+ (Ναύτες)
	Aviation Combined Arms Tactical Trainer- Aviation (AVCATT-A)	Το σύστημα αυτό μπορεί να συνδέσει μεμονωμένους προσομοιωτές μεταξύ τους και έτσι να επιτραπεί διαφορετικοί τύποι ελικοπτέρων να δουλέψουν σαν μία μονάδα. Διαμέσου απλών εντολών από υπολογιστή, οι προσομοιωτές μπορούν να αλλάξουν όταν χρειάζεται για την αποστολή και να αντιπροσωπεύσουν οποιοσδήποτε από τους 5 τύπος αεροσκαφών: AH-64A Apache, AH-64D Longbow Apache, OH-58D Kiowa Warrior, UH-60 Black Hawk και CH-47D Chinook	Οι πιλότοι εκπαιδεύονται σε συνθήκες μάχης με διαφορετικούς τύπους αεροσκαφών κάθε φορά .	HMD	Εκπαίδευση	Ναι	25+ (Πιλότοι)

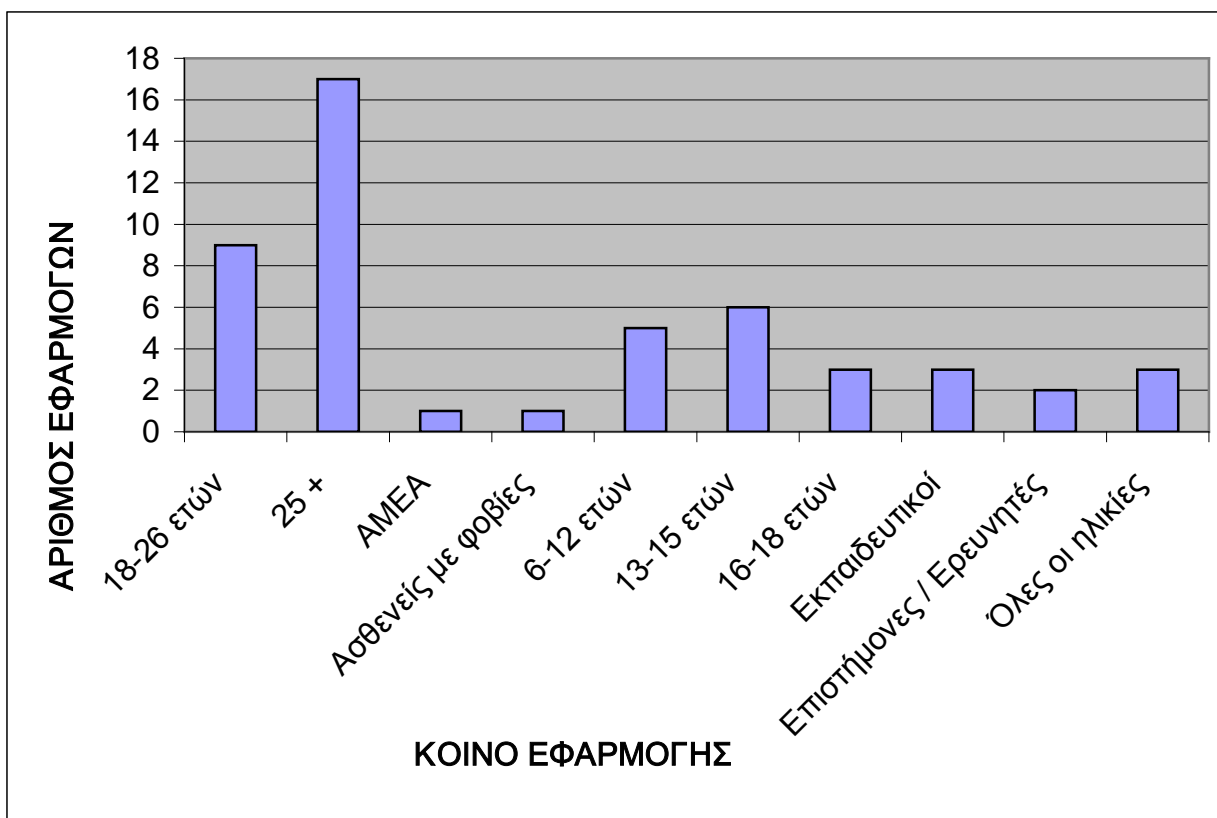
Τομέας	Όνομα εφαρμογής	Περιγραφή	Στόχοι εκμάθησης	Μέσο εκμάθησης (display)	Παιδαγωγική / διδακτική προσέγγιση	Συνεργατικότητα	Ηλικία/ κοινό
Civil Engineering Education	Το εικονικό πρότυπο μπορεί να χειριστεί αμφίδρομα επιτρέποντας στο δάσκαλο ή το σπουδαστή να παρακολουθήσει τη φυσική εξέλιξη της εργασίας και των δραστηριοτήτων κατασκευής.	Ο σπουδαστής ελέγχει από κάθε οπτική γωνία το πρότυπο και έχει μια σωστή αντίληψη για τις λεπτομέρειες των στοιχείων κατασκευής	Desktop	Πρακτική χρήση	Όχι	Όχι	18-26 (Φοιτητές αρχιτεκτονικής και πολιτικοί μηχανικοί)
	Synthetic Environment Applications Laboratory (SEA Lab)	Οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τις προσομιώσεις κατασκευής και τα στοιχεία σε πραγματικό χρόνο.	Οι σπουδαστές μπορούν να καταλάβουν τα κατασκευαστικά προγράμματα και να σχεδιάσουν πολύ καλύτερα όταν χρησιμοποιούν προηγμένα εργαλεία απεικόνισης.	CAVE	Πρακτική χρήση	Όχι	18-26 (Φοιτητές αρχιτεκτονικής και πολιτικοί μηχανικοί)

Τα συστήματα απεικόνισης που χρησιμοποιήθηκαν για τις εφαρμογές, βάση του προηγούμενου πίνακα φαίνονται συνοπτικά στα παρακάτω σχεδιαγράμματα:



Πίνακας 3: Συστήματα απεικόνισης

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα οι εφαρμογές desktop αποτελούν το συχνότερο μέσο απεικόνισης των εφαρμογών. Προφανώς, εξαιτίας του ότι η απεικόνιση γίνεται σε απλή οθόνη υπολογιστή, ένα μέσο προσβάσιμο σε αρκετό κόσμο πλέον, αλλά και το γεγονός ότι δεν χρειάζεται εξειδικευμένο περιφερειακό εξοπλισμό.



Πίνακας 4: Κοινό εφαρμογής

Αναμφίβολα η Ε.Π. έχει αναπτυχθεί και απευθύνεται σε ένα ευρύ κοινό εφαρμογής. Στο συγκεκριμένο σχεδιάγραμμα οι κατηγορία 25+, έχει τα πρωτεία. Σκοπός των επιστημόνων είναι να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν ένα ασφαλές εργασιακό περιβάλλον, κάτι το οποίο μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση της Ε.Π. Μαζική εκπαίδευση, σε προσομοιωμένους εργασιακούς χώρους με τον κατάλληλο εξοπλισμό οδηγεί σε εργαζόμενους ενημερωμένους τόσο ως προς το αντικείμενο εκπαίδευσης, για βελτίωση της απόδοσής τους όσο και άποψη ασφάλειας στο εργασιακό περιβάλλον.

Κατ' επέκταση όλες οι παραπάνω κατηγορίες που συμπεριλαμβάνονται χρησιμοποιούν την Ε.Π. καθαρά στα πλαίσια συνηθισμένης δραστηριότητας για εκπαίδευση. Οι κατηγορίες όμως Εκπαιδευτικοί, Επιστήμονες / Ερευνητές και ίσως κάποιοι από την κατηγορία 25+, που είναι οι ενήλικες εργαζόμενοι, (π.χ. γιατροί) λόγω του ότι ολοένα και νέες τεχνολογικές μέθοδοι αναπτύσσονται η Ε.Π. λειτουργεί σαν μέσο Δια βίου μάθησης<sup>3</sup> αφού έχει την δυνατότητα να προσφέρει συνεχή κατάρτιση.

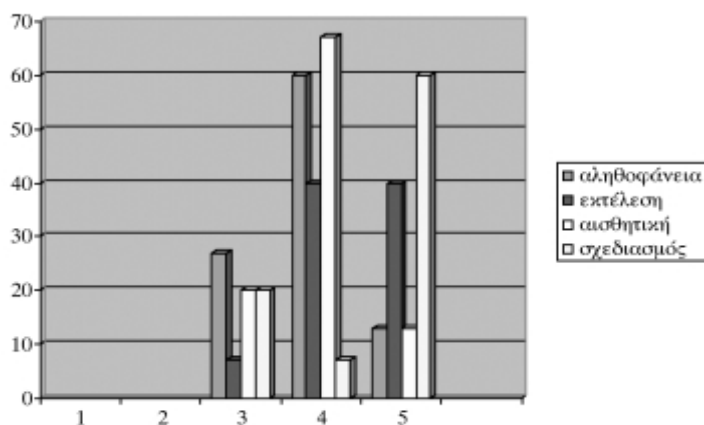
Κατά την διάρκεια εφαρμογής προγραμμάτων Ε.Π. έχουν διεξαχθεί έρευνες με σκοπό την δοκιμή και την αξιολόγηση. Χαρακτηριστικά, το πρώτο παράδειγμα, που είναι σε περιβάλλον 3D αναφέρεται στο Virtual Training for Welding. Το εικονικό σύστημα συγκόλλησης έχει χρησιμοποιηθεί σε πάνω από 100 ανθρώπους κατά τη διάρκεια μιας περιόδου τριών εβδομάδων σε μια μεγάλη ναυπηγική εταιρεία. Οι χρήστες αντιπροσώπευσαν ένα ευρύ φάσμα της εμπειρίας

<sup>3</sup> Ο όρος "δια βίου μάθηση" αναφέρεται σε μια φιλοσοφική αντίληψη, σύμφωνα με την οποία η εκπαίδευση θεωρείται ως μια μακροχρόνια διαδικασία που ξεκινάει από την γέννηση του ανθρώπου και συνεχίζει σε όλη τη διάρκεια της ζωής του. Ο όρος αυτός καλύπτει όλα τα είδη, τύπους και επίπεδα της τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης.

στην συγκόλληση, από τους μη-οξυγονοκολλητές, στους σπουδαστές συγκόλλησης και σε 30 οξυγονοκολλητές με εμπειρία πολλών ετών. Ένα ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκε για να συλλέξει απαντήσεις. Μια μεγάλη πλειοψηφία των χρηστών αποκρίθηκε ότι το γενικό σύστημα ήταν «καλό» ή «καλύτερο» (κλίμακα: φτωχό, επαρκές, καλό, ικανό, εξαιρετικό) και ότι παρείχε μια ρεαλιστική εμπειρία της συγκόλλησης GMAW. Συγκεκριμένες ανεπάρκειες σημειώθηκαν με τη φωτεινότητα της επίδειξης και την αξιοπιστία του ήχου. Η πλειοψηφία των χρηστών σκέφτηκε ότι το σύστημα θα ήταν χρήσιμο για την κατάρτιση συγκόλλησης [38].

Σε δεύτερη περίπτωση, στην αξιολόγηση της Ψηφιακή αναπαράστασης του Ιερού της Ίσιδος στο Δίον, σε Desktop περιβάλλον ανάπτυξης βάσει έρευνας στην οποία συμμετείχαν εθελοντικά 27 μαθητές διαφόρων τάξεων και 15 καθηγητών συναφών ειδικοτήτων η ανάλυση αποτελεσμάτων έδειξε ότι, οι καθηγητές έκριναν ότι η ψηφιακή αναπαράσταση έχει πρόσθετη μαθησιακή αξία για τη γνώση του αρχαίου πολιτισμού σε ποσοστό 100% και για την εξοικείωση των μαθητών με την εικονική πραγματικότητα 87%. Παρά το γεγονός ότι το ενδιαφέρον για το τεχνολογικό μέσο φάνηκε να ξεπερνά το ενδιαφέρον για το γνωστικό αντικείμενο, οι μαθητές σε ποσοστό 85% δήλωσαν ότι η αναπαράσταση τους βοήθησε να αποκτήσουν ολοκληρωμένη εικόνα για το ιερό της Ίσιδος. Το στοιχείο αυτό υποδηλώνει ότι η ενσωματωμένη στο τεχνολογικό μέσο πληροφορία, το διδακτικό μήνυμα, πέρασε στους αποδέκτες με τρόπο άμεσο, αβίαστο και ευχάριστο.

Η στάση των μαθητών και των καθηγητών ήταν θετική απέναντι στην εφαρμογή. Η ελεύθερη πλοήγηση, το αίσθημα της εξερεύνησης και της ανακάλυψης, η αλληλεπίδραση με το γνωστικό αντικείμενο αποτέλεσαν κίνητρα για το 78% των μαθητών που εκδήλωσαν περιέργεια και έντονο ενδιαφέρον για να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή. Το 48% των μαθητών εκδήλωσε αρχικό ενδιαφέρον για την Ε.Π., το 33% για το σχεδιασμό της αναπαράστασης και μόνο το 19% για το Ιερό της Ίσιδος. Γενικά οι μαθητές ζητούσαν πρώτα βοήθεια για τον τρόπο πλοήγησης και την ακολουθία των ενεργειών του χρήστη και στη συνέχεια πληροφορίες για τα μνημεία. Στην ερώτηση «βαθμολογείτε από το 1 έως το 5 το εικονικό περιβάλλον ως προς το σχεδιασμό, την αισθητική, την εκτέλεση, την αληθοφάνεια» το 13% δήλωσε ότι δεν βαθμολόγησε το σχεδιασμό και την εκτέλεση λόγω έλλειψης σχετικών γνώσεων [18].



**Εικόνα 14:** Η εικονική πραγματικότητα ως διδακτικό μέσο στα αρχαιολογικά εκπαιδευτικά προγράμματα

Και τέλος έχουμε αξιολόγηση για Display Wall στο οποίο υπάρχει ένα σύστημα κατάρτισης που έχει εγκατασταθεί και χρησιμοποιείται μέσα στα ναυπηγεία δύο σημαντικών κορεατικών επιχειρήσεων ναυπηγικής για την εκπαίδευση των νέων εργαζόμενων. Η πρώτη επιχείρηση συνέχιζε τις πορείες εκπαίδευσης ψεκασμού (βάσιμο των πλοίων) για τους αρχάριους εργαζόμενους, εκπαιδεύοντας περίπου 20 μηνιαίως. Είχαν χρησιμοποιήσει προηγουμένως το

νερό γιατί η βασική κατάρτιση θέτει και δεξιότητες πριν αρχίσει η πρακτική με το πραγματικό χρώμα. Ενώ το νερό κοστίζει λιγότερο από το πραγματικό χρώμα, ήταν δύσκολο να επιδειχθεί πώς τα σχέδια ψεκασμού εφαρμόζονται σε μια επιφάνεια. Επίσης, όντας σε θέση να μετρήσει το πάχος, το οποίο είναι απαραίτητο για να ελέγξει την ποιότητα του αποτελέσματος, δεν είναι ακόμη και διαθέσιμο στον ψεκασμό νερού.

Μετά από εξέταση του προσομοιωτή, οι εμπειρογνώμονες ζωγραφικής ψεκασμού και οι εκπαιδευτικοί αποκρίθηκαν ότι είναι σίγουρα αρκετά καλό να αντικαταστήσει το βασισμένο στο νερό εκπαιδευτικό μάθημα. Επιπλέον, ο προσομοιωτής θεωρήθηκε αποδοτικότερος από το να χρησιμοποιηθούν τα πραγματικά χρώματα για λόγους κατάρτισης δεδομένου ότι μπορούν να εξασκηθούν επανειλημμένα μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Συγκριτικά, είχαν προηγουμένως σπαταλήσει πολύ χρόνο να προετοιμάσουν το πραγματικό χρώμα και τις δομές του χάλυβα καθώς επίσης και περιμένοντας μέχρι το χρώμα να ξεραθεί(συνήθως μια ολόκληρη ημέρα)μέχρι να είναι σε θέση να εξασκηθούν ξανά. Χρησιμοποιώντας τον προσομοιωτή, οι εκπαιδευόμενοι ήταν σε θέση να εξασκηθούν επανειλημμένα, και είχαν περισσότερες πιθανότητες να προσπαθήσει και να εξασκηθούν μέσα στη ίδια ποσότητα χρόνου.

Στη δεύτερη επιχείρηση, δεν υπήρξε πραγματικά κανένα επίσημο εκπαιδευτικό μάθημα που να έτρεχε πριν να εισαχθεί ο προσομοιωτής σύμφωνα με τα προβλήματα με τον χώρο και το κόστος που απαιτείται για να υλοποιηθεί ένα εκπαιδευτικό κέντρο. Η κατάρτιση ψεκασμού απαιτεί συγκεκριμένο χώρο, εξοπλισμένο που να διευκολύνει τον εξαερισμό και την αποξήρανση. Επιπλέον, η χρησιμοποίηση του ακριβού χρώματος για την κατάρτιση είναι απαγορευτική (η πρώτη επιχείρηση που ξοδεύει περίπου 1.000 δολάρια στο χρώμα για κάθε ένα εργαζόμενος για πρακτική ενός μήνα). Στη σύγκριση, ένα κανονικό γραφείο ήταν αρκετά μεγάλο για την εγκατάσταση του προσομοιωτή, και εκεί δεν ήταν καμία ανάγκη να καταναλωθεί το πραγματικό χρώμα ή το νερό. Με τον προσομοιωτή, μια σειρά μαθημάτων βασικής εκπαίδευσης δόθηκε στους αρχάριους εργαζομένους, με τέσσερις εργαζόμενοι να συμμετέχουν μια ώρα ημερησίως για μια εβδομάδα. Ενώ ήταν κατανοητό ,για τους νέους εργαζομένους να σπαταλήσουν περίπου ένα έτος στον τομέα πριν να είναι σε θέση να εργαστούν με τα χρώματα ψεκασμού, μετά από την βασική εκπαίδευση με τον προσομοιωτή, αυτοί ήταν σε θέση να κάνουν τους απλούς στόχους ζωγραφικής ψεκασμού στην πραγματική εργασία [39].

Η ύπαρξη της συνεργατικότητας αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμη στη διαδικασία της μάθησης, αφού επιτρέπει σε διαφορετικού μαθησιακού επιπέδου χρήστες, τη δυνατότητα εργασίας σε ομάδες, ώστε να επιτευχθεί ο κοινός στόχος και να βελτιωθεί ο βαθμός κατανόησης του θέματος. Κάθε χρήστης είναι υποχρεωμένος όχι μόνο να μάθει αυτό που διδάσκεται, αλλά επίσης να βοηθήσει και τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας να μάθουν. Τα συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα παρέχουν ένα χώρο τριών διαστάσεων, ο οποίος μπορεί να κατοικηθεί από χρήστες με διαφορετικό επίπεδο γνώσεων και δυνατοτήτων. Οι χρήστες μπορεί να παριστάνονται με τη μορφή τρισδιάστατων γραφικών αναπαραστάσεων avatars, να αλληλεπιδρούν με τα αντικείμενα του εικονικού περιβάλλοντος, αλλά και μεταξύ τους ή ακόμη και να μεταβάλλουν τις συνθήκες του περιβάλλοντος, όταν αυτό είναι εφικτό.

Μερικές έρευνες προτείνουν ότι η συνεργατική μάθηση μπορεί να επιτευχθεί έχοντας 2 ή περισσότερους εκπαιδευόμενους να δουλεύουν μαζί σε εφαρμογή single user παίρνοντας πρωτοβουλία να οδηγήσουν την αλληλεπίδραση, να καταγράψουν παρατηρήσεις ή να βιώσουν τον εικονικό κόσμο. Όπως και να 'χει δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με το πόσο επιτυχή είναι αυτή η προσέγγιση στην πράξη. Από την άλλη μεριά, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών εφαρμογών Ε.Π. έχουν πραγματοποιηθεί με εκπαιδευόμενους να δουλεύουν κατά ομάδες. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι καθηγητές ή οι ερευνητές που συμμετέχουν παρατηρούν υψηλότερα επίπεδα ουσιαστών συζητήσεων μεταξύ των συμμετεχόντων μολονότι δεν υπάρχουν δεδομένα όσον αφορά αν μια τέτοια συνεργασία επηρεάζει τους εκπαιδευτικούς στόχους. Multi – user, κατανεμημένες εφαρμογές σκοπεύουν να υποστηρίξουν συνεργατικές προσπάθειες με την Ε.Π.

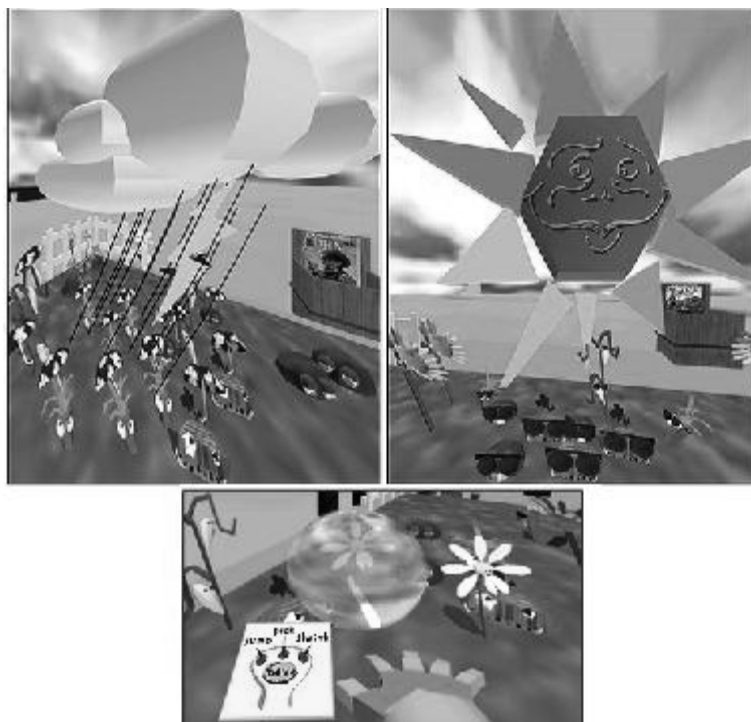
π.χ. η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών στην εφαρμογή NICE είναι κυρίως κοινωνικής φύσεως.

Η ικανότητα της τεχνολογίας της Ε.Π. να υποστηρίζει συνεργατικότητα παρουσιάζεται πολύ υψηλή, αλλά όμως υπάρχει μια έλλειψη γνώσης σχετικά με το πώς να εκμεταλλευτεί την τεχνολογία για να υποστηρίζει πραγματικά αυτόν τον τύπο εκμάθησης. Μιας και τα χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα των διαφορετικών τύπων συνεργασίας γίνουν καλύτερα κατανοητά, κατόπιν θα είναι πιθανό να αξιολογηθούν τα πλεονεκτήματα που η τεχνολογία της Ε.Π. θα εφαρμόσει. Φυσικά οι εφαρμογές της Ε.Π. με συνεργατικότητα μπορούν να εμφανίσουν χρήσιμα εργαλεία για την καθοδήγηση τέτοιας έρευνας.

### NICE Project

Στο Πανεπιστήμιο του Illinois αναπτύχθηκε το NICE Project (Narrative-based, Immersive, Constructionist / Collaborative Environments).

Η εφαρμογή απευθύνεται σε παιδιά 6-10 ετών και προσφέρει ένα εικονικό περιβάλλον όπου τα παιδιά ομαδικά εξερευνούν ένα νησί, κατασκευάζουν οικοσυστήματα αποφασίζοντας που και τι φυτά θα φυτέψουν και τα φροντίζουν καθώς αυτά αναπτύσσονται. Έχουν να επιλέξουν μέσα από μια ποικιλία εδαφών, υψομέτρων και καιρικών συνθηκών. Ο κόσμος αναπτύσσεται και χωρίς τη συνεχή επέμβαση και αλληλεπίδραση με τα παιδιά. Επίσης είναι δυνατός ο έλεγχος της ροής του χρόνου. Οι ενέργειες των παιδιών καταγράφονται με μορφή ιστορίας με εικόνες και δίνονται στα παιδιά.



**Εικόνα 15: Εικονικό περιβάλλον**

Οι δημιουργοί του NICE προσεγγίζουν παιδαγωγικά το θέμα με βάση την εποικοδομητική μάθηση. Καθώς η εικονική πραγματικότητα προσφέρει εμπειρίες που δύσκολα αποκτιούνται με άλλο τρόπο, μπορεί ουσιαστικά να θεωρηθεί ως ένα βασικό μέσο υλοποίησης της εποικοδομητικής προσέγγισης της μάθησης, σύμφωνα με την οποία κυρίως, η μάθηση υποστηρίζεται και καθίσταται εφικτή μέσω διαδικασιών εξερεύνησης, κατασκευής, και αλληλεπίδρασης με γεγονότα και αντικείμενα.



Η συγκεκριμένη εφαρμογή υποστηρίζει τη συνεργατική μάθηση δεδομένου ότι οι σχέσεις αλληλεπίδρασης και αλληλεξάρτησης που αναπτύσσονται μεταξύ των ατόμων της ομάδας, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην όλη μαθησιακή διαδικασία. Μέσω της συνεργασίας αναπτύσσεται προβληματισμός και διάλογος και μέσω αυτών προάγεται η μάθηση. Κάθε χρήστης παρουσιάζει μια υποκειμενική όψη του αντικειμένου ενώ παράλληλα η εναλλαγή ρόλων συμβάλλει στο να γίνουν αντιληπτές όλες οι οπτικές.

Η εφαρμογή του προγράμματος, παρουσίασε αρκετά θετικά αποτελέσματα, όπως η ισχυρή αίσθηση της αλληλεπίδρασης και συνεργατικότητας και το γεγονός ότι η τεχνολογία Ε.Π πλησιάζει περισσότερο το «φυσικό» τρόπο διδασκαλίας, όταν επιλυθούν τα τεχνικά και τεχνολογικά προβλήματα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Ε.Π. είναι μια τεχνολογία που αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια και προβλέπεται να καθιερωθεί στα επόμενα χρόνια ως το νέο περιβάλλον εργασίας σε τομείς όπως η βιομηχανία, η ιατρική, η εκπαίδευση κ.λπ. Είναι ένα μέσο, όπως τόσα άλλα, που τα αποτελέσματά της κρίνονται από το πώς χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο. Παρόλα αυτά οι ερευνητές θεωρούν ότι είναι πολύ νωρίς ακόμη για να αξιολογήσει κανείς εμπειριστατωμένα τις αρνητικές ή θετικές επιπτώσεις. Πρόκειται πάντως για μια τεχνολογία που παίζει με τη φαντασία και την ουτοπία και έτσι δίνει κυρίως στους ερευνητές την αίσθηση, που ίσως είναι ουτοπική, ότι μπορούν να γίνουν πάρα πολλά ακόμη στον τομέα της εικονικής πραγματικότητας.

Σε αντίθεση με το παρελθόν, όπου οι τεχνολογίες και οι συνθήκες που επικρατούσαν δεν ήταν αρκετά ώριμες, για να δεχτούν την Ε.Π., το μέλλον υπόσχεται μια συνεχή ανάπτυξη της σε πιο στέρεες βάσεις. Πλέον, διάφορα κρατικά ερευνητικά προγράμματα προσφέρουν μια σταθερή χρηματοδότηση για την έρευνα και την ανάπτυξη συστημάτων Ε.Π, καθώς και για την εύρεση νέων εφαρμογών τους. Μάλιστα τελευταία γίνονται προσπάθειες να συγκεντρωθεί όλη η γνώση που έχει συσσωρευτεί διάσπαρτη σε ερευνητικά ιδρύματα και εταιρείες που ασχολούνται με την Ε. Π., με σκοπό τόσο την κατανόηση των αναγκών όσο και την ανάπτυξη οδηγιών για τη σχεδίαση και υλοποίηση των περιβαλλόντων εικονικής πραγματικότητας.

Τέλος, δεν πρέπει να ξεχνάει κανείς ότι η συνεχής ανάπτυξη της τεχνολογίας, δίνει τη δυνατότητα για αναβάθμιση της ποιότητας της εμπύθισης που μπορεί να γίνει αντιληπτή από το χρήστη, μέσω της βελτίωσης των συσκευών εισόδου και εξόδου, ενώ παράλληλα μειώνεται και το κόστος αυτών των συσκευών, που τουλάχιστον μέχρι τώρα είναι απαγορευτικό για το μέσο χρήστη. Έτσι θα έλεγε κανείς ότι δεν θα αργήσει η μέρα που η Ε.Π. θα βρεθεί σε κάθε σπίτι, ιδιαίτερα αν υποστηριχθεί από τον τομέα της ψυχαγωγίας και των παιχνιδιών.

## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από την παραπάνω μελέτη, θεωρούμε πως ορισμένα χαρακτηριστικά ή ιδιότητες των εκπαιδευτικών εφαρμογών Ε.Π. παρότι ξεχωρίζουν από θεωρητική σκοπιά, από πρακτικής απόψεως άλλοτε καθίστανται καθοριστικά για την επιτυχία και άλλοτε για την αποτυχία της διδακτικής διαδικασίας.

Γενικά, οι τεχνολογίες της Ε.Π. ενθουσιάζουν τους χρήστες όλων των ηλικιών και παρέχουν ισχυρά κίνητρα για την ενασχόλησή τους με το υπό μελέτη θέμα. Προβλήματα παρουσιάζονται από πλευράς τεχνολογίας και σχετίζονται με την έλλειψη προδιαγεγραμμένων εργαλείων λογισμικού και υλικού. Επίσης δεν παρατηρούνται συγκεκριμένοι διδακτικοί στόχοι στις περισσότερες εφαρμογές που να υποστηρίζονται άμεσα από παιδαγωγικά ή ψυχολογικά μοντέλα [48]

Στοιχεία που συμβάλλουν καθοριστικά, ίσως και αποκλειστικά στην παιδαγωγική πληρότητα και αποτελεσματικότητα του διδακτικού εργαλείου συνιστούν η αλληλεπίδραση, η παραμετροποίηση, η ρεαλιστικότητα και τα υπάρχοντα περιβάλλοντα Ε.Π. που προσφέρονται. Η δυνατότητα της αλληλεπίδρασης, προσφέρει ένα επιπλέον πλεονέκτημα, στα προνόμια της τρισδιάστατης αναπαράστασης. Η άμεση επέμβαση στο εικονικό περιβάλλον με το χειρισμό και την καθοδήγηση των διαδικασιών και της εξέλιξης των φαινομένων αποτελούν ουσιαστικό στοιχείο δυνατής αλληλεπίδρασης.

Επίσης, η δυνατότητα ρύθμισης επιμέρους παραμέτρων με αποτέλεσμα τη λεπτή και εξειδικευμένη επέμβαση στο εικονικό περιβάλλον συνιστά ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό που φάνηκε ότι προάγει τους μαθησιακούς στόχους. Είναι σημαντικό η δυνατότητα παραμετροποίησης των εικονικών περιβαλλόντων να παρέχεται τόσο στους εκπαιδευτικούς όσο και στους διδασκόμενους, ώστε το περιβάλλον να προσαρμόζεται στις εκάστοτε επιθυμίες και ανάγκες τους αντίστοιχα.

Η αξιοποίηση της ελεύθερης και κατά βούληση πλοήγησης είναι κάτι που προτείνεται ανεπιφύλακτα και πραγματικά συνιστά ευκαιρία μεγάλης παιδαγωγικής αξίας. Δεδομένων όμως, συγκεκριμένων πρακτικών περιορισμών (π.χ. ελλιπής εμπειρία και εξοικείωση των χρηστών) η «εγκατάλειψη» του χρήστη μέσα σε ένα απολύτως ανοιχτό περιβάλλον συχνά οδηγεί σε αποπροσανατολισμό του και σε πλήρη απομάκρυνση από τους διδακτικούς στόχους. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα προτείνεται η ανάπτυξη προκαθορισμένων σταθερών σημείων έναρξης και συγκεκριμένη πορεία πλοήγησης για το αρχικό στάδιο εκμάθησης και για μη εξοικειωμένους χρήστες, ενώ σε δεύτερο χρόνο η σταδιακή απελευθέρωση του χρήστη (που ουσιαστικά αποτελεί και μακροπρόθεσμο στόχο) μπορεί να οδηγήσει με επιτυχία και ασφάλεια στα επιθυμητά αποτελέσματα. Γι' αυτό, όσον αφορά στο στάδιο της χρήσης κρίνονται απαραίτητες οι πολλαπλές συνεδρίες που ταυτόχρονα επιτρέπουν τόσο κλιμακωτή επαφή του χρήστη με το περιβάλλον (και συνεπώς με το διδακτικό αντικείμενο), όσο και την ευκαιρία στον εκπαιδευτικό – ερευνητή να αναπροσαρμόζει περιοδικά, στα πλαίσια ενός ευρύτερου χρονικού προγραμματισμού, το περιβάλλον σύμφωνα με την ανταπόκριση των διδασκόμενων κατά τα πρότυπα της έρευνας δράσης.

Σχετικά με τη ρεαλιστικότητα των εφαρμογών Ε.Π. φάνηκε πως στις εφαρμογές που χαρακτηρίζονταν από υπεραπλούστευση των αναπαραστάσεων οι εκπαιδευόμενοι αντιμετώπισαν προβλήματα κατανόησης και οδηγήθηκαν σε σημαντικές παρανοήσεις. Σχετικά με τη φυσικότητα απόδοσης των εικονικών αντικείμενων προτείνονται δύο προσεγγίσεις. Στη μία χρησιμοποιείται η φυσική απόδοση του περιβάλλοντος εικονικού χώρου, με λιγότερο ρεαλισμό στην απόδοση των αντικείμενων, ενώ στην άλλη, δεν χρησιμοποιούνται ρεαλιστικές αναπαραστάσεις, καθώς δίνεται έμφαση στις βασικές αρχές που πραγματεύεται το εικονικό περιβάλλον. Προτείνουμε να τηρείται μια όσο τον δυνατόν πιστότερη αναπαράσταση της πραγματικότητας, στο μέτρο του εφικτού, ειδικά όταν αφορά γνωστά, στα παιδιά, αντικείμενα και απλούστερη συμβολική για εκείνα που δεν είναι ορατά με το γυμνό μάτι. Οι πρακτικές δυσκολίες και περιορισμοί σε επίπεδο τεχνολογίας αλλά και απαιτούμενου χρόνου ανάπτυξης είναι γνωστές, η ανάγκη τήρησης της παραπάνω δέσμευσης όμως είναι πρωταρχική προκειμένου να επιτευχθεί ο βασικός στόχος της καλύτερης εξυπηρέτησης του διδακτικού αποτελέσματος. Στην περίπτωση που υπάρχει η δυνατότητα συνδυασμού με άλλα υπολογιστικά εκπαιδευτικά εργαλεία, όπως τα πολυμέσα και η τεχνολογία των δικτύων, θα αποτελούσε αξιόλογη προσπάθεια και μορφή αποτελεσματικής παρέμβασης στο παιδαγωγικό έργο με ανυπολόγιστες δυνατότητες και προεκτάσεις.

Παράδειγμα μιας τέτοιας προσπάθειας θα αποτελούσε μια υπερμεσική εφαρμογή που επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ εικονικών περιβαλλόντων προσβάσιμων και μέσω δικτύου. Τέλος, ως προς την τεχνολογία, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις περιπτώσεις που οι διδασκόμενοι είναι μικρής ηλικίας καθώς σε παρόμοιες περιπτώσεις έχουν προκύψει πολλά προβλήματα, όπως η ικανότητα χρήσης μεγάλου μεγέθους και βάρους περιφερειακών συσκευών από τα ίδια τα παιδιά, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει το διδακτικό αποτέλεσμα και να αναχαιτίσει τη διδακτική διαδικασία. Πρέπει επίσης να σημειώσουμε ότι καλύτερα αποτελέσματα, συμπέρασμα που αποτελεί και πρότασή μας, φέρνουν συστήματα επιτραπέζιας Ε.Π. καθώς και η χρήση μεγάλων βιντεοοθονών ή ακόμη καλύτερα συστημάτων CAVE.

Κλείνοντας, θεωρούμε ότι απαιτείται ερευνητική δουλειά από διεπιστημονικές ομάδες για κατάλληλη θεωρητική υποστήριξη της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία, η οποία θα εκμεταλλεύεται τα βασικά χαρακτηριστικά της. Από τεχνολογικής πλευράς, απαιτούνται προδιαγραφές για το λογισμικό και υλικό που είναι όμως εξαιρετικά δύσκολο ακόμη. Από ότι φαίνεται, για άμεση εισαγωγή της Ε.Π. στην τάξη προσφέρεται η επιτραπέζια Ε.Π. με δυνατότητες εμπύθισης, με μικρού κόστους και εύχρηστες περιφερειακές συσκευές.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δημητρόπουλος, Κοσμάς Σ. ( 2006 ). Εικονική πραγματικότητα και μοντέλα παραμόρφωσης στην ιατρική εκπαίδευση μέσω διαδικτύου. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών. Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής.
2. Burdea, G., 1993, "Virtual Reality Systems and Applications" [Short Course], in Electro '93 International Conference, Edison, NJ.
3. <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/630181/virtual-reality-VR>
4. [http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_reality](http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality)
5. Γεωργίου, Β., Γκατζώνης, Μ.. Η Εικονική Πραγματικότητα στην Ιατρική. Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
6. Γιαννακά Α., Εικονική Πραγματικότητα. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Αρχαιολογίας – Βιβλιοθηκονομίας
7. <http://www.scienceclarified.com/scitech/Virtual-Reality/The-Virtual-Classroom-Virtual-Reality-in-Training-and-Education.html>
8. Χαρίτος Δ., Εικονική πραγματικότητα - Εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας. Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών, Β' Εξάμηνο
9. Χαρίλα Ν., (2007). Γνωσιακή – Συμπεριφοριστική Θεραπεία: Θεωρητικό Υπόβαθρο – βασικές αρχές – ψυχοθεραπευτικές δεξιότητες και τεχνικές. Ινστιτούτο Έρευνας και Θεραπείας της Συμπεριφοράς.
10. Ευθυμίου Κ., Η διαφορετική εστίαση στην λήψη ιστορικού κατά την κλινική εκτίμηση ψυχικών διαταραχών στο παράδειγμα της γνωσιακής- συμπεριφοριστικής θεραπείας. *Ινστιτούτο Έρευνας και Θεραπείας της Συμπεριφοράς.*
11. <http://www.scienceclarified.com/scitech/Virtual-Reality/Custom-Made-Worlds-Virtual-Reality-in-Science-and-Business.html>
12. Φωκίδης, Ε., (2004). Δημιουργία Περιβάλλοντος Εικονικής Πραγματικότητας για τη Διδασκαλία της Κυκλοφοριακής Αγωγής, (Διδακτορικό) Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, Τμήμα Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης
13. P.J. Costello, (1997) Health and Safety Issues associated with Virtual Reality - A Review of Current Literature, Citeseer
14. <http://www.scienceclarified.com/scitech/Virtual-Reality/Goggles-Gloves-and-CAVEs-The-Technology-of-Virtual-Reality.html>
15. Bricken, W. (1990), Learning in Virtual Reality, Technical report No. HITL-M-90-5, University of Washington
16. Μικρόπουλος Τ. Α.. Η Εικονική Πραγματικότητα στην Υποστήριξη της Εκπαιδευτικής Διαδικασίας
17. Κόμης Β. Ι., Οι Νέες Τεχνολογίες στη Διδακτική και τη Μαθησιακή Διαδικασία. Μια τυπολογία των Παιδαγωγικών Δραστηριοτήτων και Αντιλήψεων και των Ψυχολογικών Προσεγγίσεων
18. Ιατρού, Μ. Η εικονική πραγματικότητα ως διδακτικό μέσο στα αρχαιολογικά εκπαιδευτικά προγράμματα, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
19. Πατσαλού Θ., Δρ. Χαρίτος Δ. & Επικ. Καθ. Μαρτάκος Δ. (2008), Χρήση Εικονικού Περιβάλλοντος Για Υποστήριξη Της Διδασκαλίας της Χημείας, Ερευνητική Ομάδα Πολυμέσου και Ψηφιακών Βιβλιοθηκών (HYpermedia and DIGital LIBraries Research Group - HyDiLib), Τμήμα Πληροφορικής Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
20. V. Pantelidis, 1996, Suggestions on When to Use and When Not to Use Virtual Reality in Education, Vol.2, <http://vr.coe.edu/sug.html>
21. Heidi Sveistrup, Motor rehabilitation using virtual reality, 2004 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC546406/>

22. Slater, M., Steed, A., & Usoh, M. (1993b). The virtual treadmill: A naturalistic metaphor for navigation in immersive virtual environments . In: Goebel, M. (ed.), First Eurographics Workshop on Virtual Reality Environments, Polytechnical University of Catalonia, Sept. 7, 1993, pp. 71-83.
23. Witmer, B.G., Singer, M.J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments : A Presence Questionnaire , Presence, vol 7, no 3, pp. 225-40.
24. North, M.M., North, S.M., & Coble, J.R. (1998). Virtual reality therapy: An effective treatment for phobias. Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience. Amsterdam: IOS Press
25. Difede, J. & Hoffman, H.G., (2002). Virtual Reality exposure therapy for World Trade Center post-traumatic Stress Disorder: A Case report. *Cyberpsychology & Behavior* 5, pp. 529-535.
26. Hodges, L.F., Rothbaum, B.O., Kooper, R., Opdyke, D., Meyer, T., North, M., J. J. de Graaff, and J. Williford, (1995). Virtual environments for treating the fear of heights, *IEEE Computer*, vol. 28, pp. 27-34.
27. Rothbaum, B.O., Hodges, L., Alarcon, R., Ready, D., Shahar, F., Graap, K., Pair, J., Hebert, P., Gotz, D., Wills, B., & Baltzell, D., (1999). Virtual reality exposure therapy for PTSD Vietnam veterans: A case study, *J. Trauma Stress*, vol. 12, pp. 263-71.
28. Kuhlen T., Dohle C., Virtual reality for physically disabled people, *Computers in Biology and Medicine*. Vol. 25, Issue 2, p.205-211, March 1995.
29. Kizony R., Katz, N., Weingarden & Weiss P.L., Immersion without encumbrance: adapting a virtual reality system for the rehabilitation of individuals with stroke and spinal cord injury, In *Proceeding of the 4<sup>th</sup> International Conference on Disability, Virtual reality and associated technology* , pp.55-61, 2002.
30. Inman, D., P., Loge, K. & Leaves, J., VR education and rehabilitation, *Communications of the ACM*, Vol. 40, p.53-58, 1997.
31. Reid, D. T., The use of virtual reality to improve upper-extremity efficiency skills in children with cerebral palsy: a pilot study, *Technology and Disability*, Volume 14, p.53–61, 2002
32. Reid, D. T., Benefits of virtual play rehabilitation environment for children with cerebral palsy on perceptions of self-efficacy, *Pediatric Rehabilitation*, Volume 5, p.142–148, 2002
33. Reid, D. T., Changes in seated postural control in children with cerebral palsy following a virtual play environment rehabilitation intervention, *Israel Journal of Occupational Therapy*, Volume 11, E75–95, 2002
34. Nemire, K. & Crane, R., Designing a virtual science laboratory to accommodate needs of students with cerebral palsy, *Proceedings of the 1995 CSUN Virtual Reality Conference*, Northridge, CA, California State University, 1995
35. Νικολοπούλου Μ. Όλγα (2010). Πρόταση σχεδίασης εκπαιδευτικής εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας, για εκπαίδευση παιδιών με κινητικές αναπηρίες στην ένδυση. Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων, Σύρος.
36. Types of VR Systems, <http://www.agocg.ac.uk/reports/virtual/37/chapter2.htm>.
37. R.S. Kalawsky. Exploiting Virtual Reality Techniques in Education and Training: Technological Issues. SIMA Report Series ISSN 1356-5370, 1996
38. Gifford, T., Fast, K., Yancey, R., ( 2004 ). Virtual Training for Welding. *Proceedings of the Third IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. 0-7695-2191-6/ 04 .
39. Gun A. Lee, Ungyeon Yang, Wookho Son, Yongwan Kim, Dongsik Jo, Ki-Hong Kim & Jin Sung Choi, (Oct. 2010). Virtual reality content-based training for spray painting tasks in the shipbuilding industry. *ETRI Journal*, Vol.32, No.5, , pp.695-703. DOI:10.4218/etrij.10.1510.0105

40. Sharon Stansfield, Carole Dennis, Evan Suma, Emotional and Performance Attributes of a VR Game: A Study of Children, *Published in Medicine Meets Virtual Reality 13, Jan. 2005, James Westwood, et al. (Eds), IOS Press, pp. 515-518, 2005*
41. Ito, Y., Kobayashi, Y., Lorentzen, T. Virtual reality driving simulation integrating infrastructure plans, traffic models, and driving behaviours.
42. Shi, W., Tudoreanu, M., E., Xie, H. Development of a Virtual Reality Safety-Training System for Construction Workers
43. Horne, M., Thompson, M., E., (2008). The Role of Virtual Reality in Built Environment Education. *Journal for Education in the Built Environment, Vol. 3, Issue 1, July. pp. 5-24 (20) ISSN: 1747-4205*
44. Didderen, E., Wijngaarden, M. van, Kobes, M. Emergency team training in virtual reality. An evaluation of the design process and of the performances of NIFV-ADMS in training sessions. *Netherlands Institute for Safety, Arnhem, The Netherlands ETC Simulation, Orlando, Florida.*
45. Ayala, A., Galvan, I., Muñoz, J., Pérez, M., Rodríguez, E., & Salgado M., (2010). Virtual reality system for training of operators of power live lines. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science Vol , WCECS 2010, October 20-22, 2010, San Francisco, USA.*
46. Strickland, D., Marcus, L., Mesibov, G. , & Hogan, K. (1996). Brief report: Two case studies using virtual reality as a learning tool for autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 26(6), 651–660.* Retrieved from <http://jpepsy.oxfordjournals.org/content/31/1/65.full>
47. Alcañiz, M., Botella, C., Baños, R., M., Guerrero, B., García-Palacios, A. & Quero, S., (2006). Using a Flexible Virtual Environment for Treating a Storm Phobia. *PsychNology Journal, 4(2), 129 – 144.* Retrieved from [www.psychnology.org](http://www.psychnology.org).
48. Νικολού Ε., Τσάκαλης Π., Γιούνης Α., Μπέλλου Ι., Μικρόπουλος Τ. Α. (1999), Εικονική πραγματικότητα στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Κριτική θεώρηση, 4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Με Διεθνή Συμμετοχή Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Ρέθυμνο
49. Mintz, R., Litvak, S. & Yair, Y. (2001). 3D-Virtual Reality in Science Education: An Implication for Astronomy Teaching. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 20(3), 293-305.* Norfolk, VA: AACE.
50. Dodero, G. , Ratcheva, D. , Stefanova E., Miranowicz, M., Vertan, C., Musankoviene V.: The virtual training center: A support tool for teachers community. In Proceedings of 3<sup>rd</sup> Balkan conferences in Informatics BCI2007 Research in Informatics and Information society technologies, Demetra, Vol. 2, pp. 349-362 (2007)
51. Akay, M., Marsh, A. (2001). Information Technologies in Medicine, Volume II, Rehabilitation and Treatment, Wiley.
52. Sigal, T. Virtual Training System. Israel Aircraft Industries Ltd. – Lahav Division
53. "How Virtual Reality Military Applications Work". <http://science.howstuffworks.com/virtual-military.htm> Retrieved 13-12-2010
54. John I. Messner, Sai C. M. Yerrapathruni, Anthony J. Baratta, and Vaughn E. Whisker (2003). Using Virtual Reality to Improve Construction Engineering Education. *Proceedings of the 2003 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, American Society for Engineering Education*
55. Chris D. Shaw, Tazama U. St. Julien. Firefighter Command Training Virtual Environment. GVU Center, Georgia Tech 801 Atlantic Dr, Atlanta, GA,
56. Hancock, M. G., Kerridge, A. P. & Kizil, M. S .Use of virtual reality in mining education and training.
57. Mallett, L., Unger, R. ,Virtual reality in mine training. National Institute for Occupational Safety and Health, Pittsburgh, PA.



58. Μικρόπουλος Α. κ.α, "Εικονική Πραγματικότητα και Εκπαίδευση: Ένα Νέο Εργαλείο ή Νέα Μεθοδολογία;" Εκπαιδευτικά Πληροφορικά Πολυ-Περιβάλλοντα, 2ο Συνέδριο Εκπαιδευτικής Πληροφορικής, Εκπαιδευτήρια Δούκα, 1994, σελ. 57-67.
59. QUEAU P., "La puissance du virtuel", Culture Technique No 24, 1992, pp. 245-252.
60. Κων/νος Ντουφεξής-Αμουργιανός, "Μεθοδολογίες σχεδίασης και αξιολόγησης συνεργατικών εικονικών περιβαλλόντων επιφάνειας εργασίας και εφαρμογή στη σχεδίαση εσωτερικών χώρων". Διπλωματική εργασία, Σύρος, Ιανουάριος 2010.