ePublishing

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2000)

2ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Σχεδιασμός διδακτικών παρεμβάσεων για την επίδραση των εικονικών περιβαλλόντων στην αντίληψη του χώρου από παιδιά προσχολικής ηλικίας

Άννα Σαριδάκη , Τάσος Α. Μικρόπουλος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Σαριδάκη Ά., & Μικρόπουλος Τ. Α. (2025). Σχεδιασμός διδακτικών παρεμβάσεων για την επίδραση των εικονικών περιβαλλόντων στην αντίληψη του χώρου από παιδιά προσχολικής ηλικίας. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 511–519. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8288

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 18/01/2026 12:53:05

Μέρος Έβδομο

Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Πρώτη Σχολική και την Προσχολική Ηλικία

Θεωρητικές προσεγγίσεις και εμπειρικές έρευνες

Σχεδιασμός διδακτικών παρεμβάσεων για την επίδραση των εικονικών περιβαλλόντων στην αντίληψη του χώρου από παιδιά προσχολικής ηλικίας

Άννα Σαριδάκη
Υποψήφια διδάκτορας
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
achalkid@ath.forthnet.gr
Τάσος Α. Μικρόπουλος
Επίκουρος καθηγητής
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
amikrop@cc.uoi.gr

Περίληψη
Στην παρούσα εργασία προτείνονται μια σειρά εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων για τη διερεύνηση της συμβολή τους στην ενίσχυση της αντίληψης ορισμένων ιδιοτήτων του χώρου από παιδιά προσχολικής ηλικίας. Οι ιδιότητες αυτές ανήκουν στον τοπολογικό και προβολικό χώρο, και κύριος στόχος της μελέτης είναι η μεταφορά μάθησης από τις εικονικές σε πραγματικές καταστάσεις.
Λέξεις κλειδιά: Εικονική πραγματικότητα, αντίληψη χώρου, γεωμετρικά στερεά, προσχολική ηλικία

Abstract
This paper proposes specific tasks in virtual educational environments for the investigation of space perception in early childhood education. The tasks contribute on the enhancement of some attributes of the topological and projective space by preschoolers. The main aim of the study is learning transfer from virtual to real world.

Εισαγωγή

Η έννοια του *χώρου* έχει μελετηθεί πολύ μέχρι σήμερα και έχει αποτελέσει το αντικείμενο φιλοσοφικών αναζητήσεων καταρχήν και αργότερα ερευνών εκ μέρους των ψυχολόγων. Σχηματικά μπορούμε να πούμε ότι όλες τις θεωρίες ερμηνείας του χώρου και της αντίληψής του κινούνται ανάμεσα στις δύο ακραίες θεωρήσεις του έμφυτου και του επίκτητου ή εμπειρικού [Foreman & Gillet, 1998].
Η *γνώση του χώρου (spatial cognition)* είναι η διαδικασία με την οποία το παιδί παρατηρεί, αποθηκεύει, ανακαλεί, δημιουργεί, διορθώνει και επικοινωνεί με εικόνες του χώρου. Η διαδικασία της κατανόησης του χώρου επιτρέπει στο παιδί να δημιουργεί έννοιες του κόσμου μέσα στον οποίο δρα. Η αντίληψη των σχέσεων στο χώρο το καθιστά ικανό να λύνει με δημιουργικό τρόπο και αιτιολογημένα σχετικά προβλήματα. Ως *σχέσεις στο χώρο (spatial relations),* οι οποίες αναφέρονται είτε σε στατικά είτε σε δυναμικά περιβάλλοντα, προσδιορίζονται ως η αλληλουχία, η κατηγοριοποίηση, ο μετασχηματισμός, η περιστροφή, η μετάβαση από το ολόκληρο στο επιμέρους και αντίστροφα, και η οπτικοποίηση [Osberg, 1997].
Οι ερευνητικές προσπάθειες που σχετίζονται με τις *δεξιότητες χώρου (spatial abilities)* έχουν δύο κυρίως κατευθύνσεις. Η πρώτη κατεύθυνση ασχολείται με το χώρο και συνδέεται με την εξελικτική ψυχολογία. Στην τάση αυτή επικρατεί η σχολή της Γενεύης, [Piaget & Inhelder, 1963, Piaget et al, 1960] σύμφωνα με την οποία οι πρώτοι μετασχηματισμοί του παιδιού είναι αυτοί που διατηρούν τις τοπολογικές ιδιότητες των αντικειμένων και μόνον αργότερα το παιδί είναι ικανό να μεταφέρει στο δικό του αναπαραστάσιμο χώρο τις ευκλείδειες ιδιότητες των αντικειμένων. Η δεύτερη κατεύθυνση ασχολείται με τη γεωμετρία και έχει ως αντικείμενο δεξιότητες και διαδικασίες (abilities and processes) όπως αυτές του προσανατολισμού, της

διατομής, του αναπτύγματος επιφάνειας, τη δεξιότητα διερμήνευσης σχηματικής - απεικονιστικής πληροφορίας (IFI) και τη δεξιότητα οπτικής επεξεργασίας (VP) [Bishop, 1983]. Η οπτική εικόνα δεν οργανώνει μόνο τα δεδομένα σε δομές με σημασία, αλλά είναι ένας σπουδαίος παράγοντας καθοδήγησης για την αναλυτική ανάπτυξη μιας λύσης [Herhkowitz, et al, 1990].

Για τη *διδασκαλία* και τη *μάθηση* της γεωμετρίας υπάρχουν 2 κλασσικές θεωρήσεις [Freudenthal, 1973 στο Herhkowitz et al, 1990]:

α) ως επιστήμης του χώρου, η οποία σχετίζεται με τη θεωρία για το χώρο της Σχολής του Piaget, και

β) ως μια λογική δομή (logical structure) όπου η γεωμετρία αποτελεί το περιβάλλον στο οποίο ο μαθητής μπορεί να έλθει σε επαφή με την έννοια της μαθηματικής δομής.

Υπάρχει ομοφωνία στο ότι οι δύο παραπάνω θεωρήσεις συνδέονται επειδή μερικά επίπεδα της γεωμετρίας ως επιστήμης του χώρου χρειάζονται για τη μάθηση της γεωμετρίας ως λογικής δομής. Ο *Van Hiele* αντιμετωπίζει τη γεωμετρία και ως επιστήμη του χώρου και ως εργαλείο για την επίδειξη μιας μαθηματικής δομής [Herhkowitz et al, 1990]. Στη θεωρία του ο *Van Hiele* διακρίνει [Mason, 1998, Κοντογιάννης & Ντζιαχρήστος, 1999] πέντε[1] διαδοχικά επίπεδα κατανόησης γεωμετρικών εννοιών, τα οποία ιεραρχικά είναι:

Αναγνώριση (Recognition or Visualization or Visual Level)
Ανάλυση (Analysis or Descriptive Level)
Άτυπη αφαίρεση (Abstraction or Theoretical level or informal deduction)
Τυπική αφαίρεση (Deduction Level)
Αυστηρότητα (Rigor or Formal Logic Level or Axiomnatics)

Όπως επισημαίνεται και από τη Herhkowitz και τους συνεργάτες της [1990], οι σχετικές έρευνες, έχουν διενεργηθεί κυρίως σε ηλικίες 9-15 ετών ή σε εκπαιδευτικούς. Δεν υπάρχουν σχεδόν καθόλου έρευνες[2] για την πρώιμη παιδική ηλικία (early childhood), στην οποία άλλωστε αρχίζει η μάθηση της γεωμετρίας όταν το παιδί αρχίζει να «βλέπει» και να «γνωρίζει» το φυσικό κόσμο. Είναι εύλογο να επεκταθεί η έρευνα σε αυτήν την ηλικία, ώστε να υπάρξει συμβολή προς την κατεύθυνση της λεπτομερούς παρατήρησης και τεκμηρίωσης της πορείας ανάπτυξης της συμπεριφοράς του παιδιού. Επιπλέον η σύγχρονη τεχνολογία μπορεί να συνεισφέρει στην προσπάθεια της έρευνας για την εξέλιξη των γεωμετρικών εννοιών, της γεωμετρικής σκέψης και της ανάπτυξης των οπτικών δεξιοτήτων, όπως φαίνεται από την επόμενη ενότητα.

Η απόκτηση των δεξιοτήτων που χρειάζεται το παιδί για να επιλύει προβλήματα που σχετίζονται με το χώρο δεν αναπτύσσονται δια μέσου της επαφής με επίπεδα σχήματα, αλλά δια μέσου άλλων δραστηριοτήτων όπου κυρίαρχο ρόλο παίζουν τα στερεά αντικείμενα, διαφορετικές θέσεις θέασής τους και ο χειρισμός τους [Πούλος, 1994].

Τα μικρά παιδιά όταν πηγαίνουν για πρώτη φορά στο σχολείο έχουν καλές διαισθητικές ιδέες για το χώρο, αλλά τα τρέχοντα αναλυτικά προγράμματα δίνουν ελάχιστη προσοχή στην ανάπτυξη εννοιών του [Del Grande, 1983 όπως αναφέρεται στο Πούλος, 1994].

Η έρευνα για την αντίληψη του χώρου και των ιδιοτήτων του σε σχέση με την *ελληνική εκπαίδευση* είναι μάλλον περιορισμένη. Όσον αφορά *στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση* επικεντρώνεται κυρίως στην αναγνώριση στερεών και τον υπολογισμό του όγκου και του εμβαδού [Πόταρη & Σπηλιωτοπούλου, 1991, Ντζιαχρήστος, 1992, Markopoulos & Potari, 1999].

Τα αποτελέσματα ερευνών στην Ελλάδα έδειξαν ότι τα παιδιά *προσχολικής ηλικίας* είναι σε θέση με την παρέμβαση των ενηλίκων να διαμορφώσουν ορισμένες αντιλήψεις και έννοιες του προβολικού χώρου και να επιλύουν ανάλογα προβλήματα και ακόμη ότι η επαφή με γεωμετρικές έννοιες γίνεται πληρέστερη δια μέσου των γεωμετρικών στερεών [Πούλος, 1994,

[1] Οι Clements & Battista (1992) έχουν προσθέσει ένα μηδενικό επίπεδο που καλούν pre-recognition [Mason, 1998]

[2] εξαιρουμένου του Project Agam

Γερμανός κ.α., 1994].
Καθώς το λογισμικό γίνεται περισσότερο φιλικό προς το χρήστη και παράλληλα η τεχνολογία γίνεται όλο και πιο αποδεκτή στα προγράμματα προσχολικής ηλικίας, οι νηπιαγωγοί έχουν την ευθύνη να εξετάσουν τις επιδράσεις που μπορεί να έχει στα παιδιά και να προετοιμαστούν για να τη χρησιμοποιήσουν προς όφελος όλων των παιδιών [NAEYC, 1996]. Μεταξύ των χαρακτηριστικών της εκπαιδευτικής διαδικασίας και του τρόπου προσέγγισης της γνώσης στο νηπιαγωγείο είναι η συνεχής ανακάλυψη μέσα από προσωπικές εμπειρίες του παιδιού και η οργάνωση πλούσιου σε ερεθίσματα περιβάλλοντος [Καλδρυμίδου, 1994]. Από την εμπειρία στην Ελλάδα σε σχέση με τη χρήση εφαρμογών πληροφορικής στην προσχολική εκπαίδευση, μπορούμε να αναφέρουμε ότι όταν το λογισμικό προσφέρει ένα περιβάλλον κατάλληλο για παιγνίδι και πειραματισμούς, και εφοδιασμένο με ενεργητικές διαδικασίες και όταν οι δάσκαλοι διώχνουν τις προκαταλήψεις που ίσως υπάρχουν, τα παιδιά είναι δεκτικά στα νέα περιβάλλοντα [Mikropoulos et al, 1994].
Σχετικά με την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, τα εκπαιδευτικά υπολογιστικά περιβάλλοντα που περιέχουν γεωμετρικές έννοιες δε στοχεύουν αποκλειστικά στην αποτελεσματικότερη μάθηση της γεωμετρίας, αλλά τη χρησιμοποιούν και ως μέσο για την επίτευξη άλλων διδακτικών στόχων. Αρκετά από τα παραπάνω περιβάλλοντα μάθησης αφορούν στα επίπεδα σχήματα κυρίως με χρήση της logo σε συνδυασμό με ακέραιους [Biddlecomb, 1994] και ρητούς αριθμούς [D'Ambrosio, at el, 1994, Olive, 1994], κλάσματα [Kaput, 1994, Kieren, 1994, Steffe, 1994], ομοιότητες, μετρήσεις και απευθύνονται κυρίως σε μεγαλύτερες ηλικίες [Herhkowitz et al, 1990]. Ακόμη, η χρήση του υπολογιστή εισάγει μια δυναμική διάσταση στην έρευνα της οπτικής αναπαράστασης με λογισμικό για δυσδιάστατες και τρισδιάστατες αναπαραστάσεις σχημάτων στην οθόνη [Osta, 1987 in Hershkowitz et al, 1990, Osberg, 1997]. Όσον αφορά στην *προσχολική εκπαίδευση* και τα *μαθηματικά* έχει προταθεί η εισαγωγή της *εικονικής πραγματικότητας* με στόχους μεταξύ άλλων και την εξερεύνηση γεωμετρικών ιδεών [Pantelidis, 1996].
Για τα αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα η νέα αντίληψη είναι ότι δεν λειτουργούν άμεσα ως γνωστικά εργαλεία, αλλά ως ενισχυτές της αντίληψης του χρήστη μέσω όλων των αισθήσεων του. Ο υπολογιστής έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει άμεσα τις αισθητηριακές / βιωματικές δυνατότητες του χρήστη και όχι τις στοχαστικές. Τέτοια περιβάλλοντα υλοποιούνται με την *εικονική πραγματικότητα* που συνεισφέρει στη μετάβαση από εμπειρίες τρίτου προσώπου σε πρώτου, αφού καταργούν τον τρόπο διεπαφής και ξεπερνιέται το φράγμα μεταξύ υποκειμένου και αντικειμένου [Μικρόπουλος, 1995].

Αντίληψη χώρου και εικονική πραγματικότητα

Τα *εικονικά περιβάλλοντα* χαρακτηρίζονται κυρίως από την προσομοίωση με υπολογιστή ενός τρισδιάστατου γραφικού περιβάλλοντος το οποίο μπορεί να εξερευνηθεί ελεύθερα σε πραγματικό χρόνο. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η δυνατότητα που παρέχεται στο χρήστη να αλληλεπιδρά με τα αντικείμενα του εικονικού κόσμου [Kalawsky, 1993].
Η προσφορά των εικονικών περιβαλλόντων στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να συνοψιστεί στις παρακάτω δυνατότητες [Stuart & Thomas, 1991]:

- Εξερεύνηση υπαρκτών αντικειμένων και χώρων στους οποίους δεν υπάρχει δυνατότητα εύκολης πρόσβασης από τους μαθητές
- Μελέτη πραγματικών αντικειμένων τα οποία είναι αδύνατο να κατανοηθούν διαφορετικά εξαιτίας του μεγέθους, της θέσης ή των ιδιοτήτων τους
- Δημιουργία περιβαλλόντων και αντικειμένων που έχουν 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

Στις πρόσφατες έρευνες έχει επισημανθεί ότι η χρήση περιβαλλόντων εικονικής πραγματικότητας για εκπαιδευτικούς λόγους, αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη προοπτική και αξίζει μια εκτεταμένη αξιοποίηση της ως εκπαιδευτικό εργαλείο [Merickel, 1992]. Σε αρκετά γνωστικά πεδία έχει χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας με ενθαρρυντικά αποτελέσματα, όπως στις φυσικές επιστήμες και επιστήμες ζωής [Νικολού κ.α, 1999], άτομα με ειδικές ανάγκες [Osberg, 1997]. Η έρευνα ως προς τη σχέση μεταξύ εικονικής πραγματικότητας και αντίληψης χώρου ενδιαφέρει κυρίως για δύο λόγους:

- Αποτελεί ένα νέο πολύπλευρο μέσο για χωρική πληροφόρηση
- Παρέχεται η δυνατότητα για ανάπτυξη μιας μοναδικά ευέλικτης μεθοδολογίας για διερεύνηση ερωτημάτων σχετιζόμενων με τη γνώση του χώρου, στηριζόμενη κυρίως στη δυνατότητα υλοποίησης καταστάσεων και χειρισμών που θα ήταν δύσκολο ή ακόμη και αδύνατο να δημιουργηθούν στην πραγματικότητα [Wilson, 1997].
- Οι έρευνες που χρησιμοποιούν την εικονική πραγματικότητα για την αντίληψη του χώρου σχετίζονται κυρίως με τους παρακάτω άξονες [Wilson, 1997]:
- Μεταφορά της πληροφορίας ανάμεσα σε πραγματικά και εικονικά περιβάλλοντα [Peruch, 1999, Darken, 1999]
- Χρήση ορόσημων για την εκμάθηση διαδρομών [Peruch, 1999, Sibylle & Mallot, 1999, van Veen et al, 1999]
- Διαφοροποίηση παθητικής και ενεργητικής προσέγγισης [Foreman & Wilson, 1996 in Wilson, 1997, Peruch, 1995 in Wilson, 1997]
- Εκμάθηση του χώρου από άτομα με ειδικές ανάγκες [Osberg, 1997].

Μια μη αμελητέα παράμετρος που υπεισέρχεται στην έρευνα για τη μάθηση του χώρου μέσα από εικονικά περιβάλλοντα είναι το κατά πόσο συμβάλλει στην απόκτηση της χωρικής γνώσης η σχετιζόμενη κιναισθητική και ψυχολογική εμπλοκή [Cornel & Bailey, 1996]. Αναφερόμενοι σε μεγαλύτερες ηλικίες, έχει διαπιστωθεί ότι τα *εικονικά περιβάλλοντα* των ηλεκτρονικών παιγνιδιών, δημιουργούν στους χρήστες μια αίσθηση πλοήγησης σε τρισδιάστατο χώρο [Brockenbrough, 1991]. Ακόμη τα αποτελέσματα δραστηριοτήτων για την αναγνώριση γεωμετρικών στερεών με χρήση επιτραπέζιων συστημάτων εικονικής πραγματικότητας σε πειράματα που έγιναν με παιδιά ηλικίας 11-13 ετών ήταν θετικά [Ainge, 1996b]

Το παρόν άρθρο επικεντρώνεται στην επίδραση των *εικονικών περιβαλλόντων* στην αντίληψη του χώρου, σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, προτείνοντάς τα ως εργαλείο για την ανάπτυξη οπτικών κυρίως δεξιοτήτων.

Η θεώρηση μας χαρακτηρίζεται από μια προσπάθεια ενίσχυσης των εμπειρικών και διαισθητικών προσεγγίσεων που αναπτύσσουν τα παιδιά προς την κατεύθυνση της εξέλιξης των γεωμετρικών εννοιών, της γεωμετρικής σκέψης και της ανάπτυξής της με οπτικές δεξιότητες (visual abilities). Ο σχετικός προβληματισμός που αναπτύσσεται από τον van Hiele για την πρόοδο από το ένα επίπεδο στο άλλο ή με άλλα λόγια η ανάπτυξη της κατανόησης των γεωμετρικών εννοιών εξαρτάται περισσότερο από τις εμπειρίες που έχουν τα παιδιά και από όσα έχουν διδαχτεί (educational experiences) παρά από την ηλικία ή την ωρίμανση του ατόμου με την πάροδο του χρόνου. Τέτοιες εμπειρίες μπορούν να διευκολυνθούν (ή να εμποδιστούν) μέσα σε κάθε επίπεδο. Ερευνητές αναφέρουν ότι πολλοί μαθητές που ξεκινούν το Λύκειο βρίσκονται μόνο στο 1^{ο} ή το 2^{ο} επίπεδο [Yusuf, 1994, Mason, 1998]. Τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας βρίσκονται συνήθως στο επίπεδο 0 ή 1.

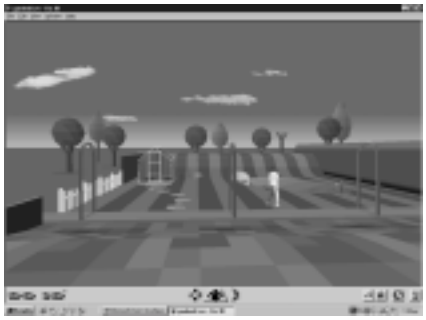
Το ενδιαφέρον μας εστιάζεται στο δεύτερο (*stage II)* νοητικό στάδιο ανάπτυξης κατά Piaget και μάλιστα στο υποστάδιο της διαισθητικής σκέψης (*stage IIB)* (5^{ο}, 6^{ο} έτος) ή διαισθητικής γεωμετρίας σύμφωνα με τον Papert [1980].

Προτεινόμενα εικονικά περιβάλλοντα για την υποστήριξη της αντίληψης του χώρου

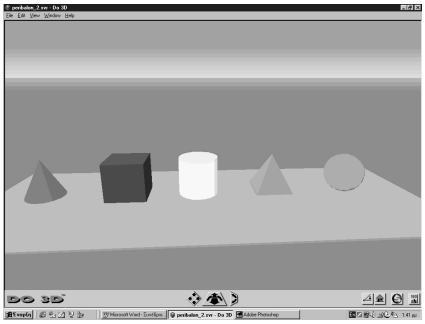
Τα εργαλεία ανάπτυξης εικονικών περιβαλλόντων που χρησιμοποιούμε είναι επιτραπέζια συστήματα εικονικής πραγματικότητας, χωρίς εμβύθιση. Οι εικονικοί κόσμοι που προτείνουμε παρέχουν ελεύθερη πλοήγηση, δηλαδή 6 βαθμούς ελευθερίας στην πλοήγηση και χρησιμοποιούν συνηθισμένες ή ειδικές συσκευές πλοήγησης (mouse, joystick, spaceball, spacemouse). Κατά περίπτωση μπορεί να μειωθούν οι βαθμοί ελευθερίας, ή να επιτραπούν συγκεκριμένοι άμεσοι χειρισμοί και αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα του εικονικού περιβάλλοντος.
Παρά το γεγονός ότι στα επιτραπέζια συστήματα εικονικής πραγματικότητας, τα οποία είναι οικονομικά προσιτά, οι αναπαραστάσεις είναι συνήθως απλοποιημένες, υπάρχει μια θετική αποτίμηση από τις εξερευνήσεις σε εικονικά περιβάλλοντα σε σχέση με την απόκτηση πληροφορίας χώρου [Wilson, 1997]. Ακόμη και σε εικονικά περιβάλλοντα με εμβύθυση που η αναπαράσταση είναι ακόμη φτωχότερη η αποτίμηση είναι θετική [Bakker,1999].
Οι δραστηριότητες που σχετίζονται με τα περιβάλλοντα που περιγράφονται παρακάτω είναι βιωματικές, μη εμπράγματες εφόσον οι κόσμοι που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι εικονικοί. Στοχεύουν στην υποστήριξη της αντίληψης του χώρου, την εξοικείωση με τον εικονικό και πραγματικό χώρο, την κατανόηση των χωρικών σχέσεων, τη μεταφορά μάθησης από τα εικονικά σε πραγματικά περιβάλλοντα. Η προσέγγιση στοχεύει να πειραματιστούν τα παιδιά μόνα τους (στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό) και να θεωρήσουν την όλη διαδικασία ως παιχνίδι.

***Περιβάλλον-1*: Εικονικοί κόσμοι με φυσικό ανάλογο**

Τα περιβάλλοντα αυτά θα αξιοποιηθούν για να κατανοηθούν βασικές έννοιες χώρου όπως *τοποθέτηση* και *προσανατολισμός:* Από μόνη της η πλοήγηση σε επιτραπέζιο εικονικό περιβάλλον εισάγει τις έννοιες εμπρός-πίσω, πάνω-κάτω, δεξιά-αριστερά [Pantelidis, 1996]. Το σύστημα αναφοράς που χρησιμοποιείται από το παιδί είναι το ίδιο του το σώμα. Οι κινήσεις προς αυτές τις κατευθύνσεις είναι ισοδύναμες έννοιες για τα Μαθηματικά ενώ γνωστικά για το παιδί όχι. Σταδιακά επιδιώκουμε τη μεταφορά του συστήματος αναφοράς έξω από το σώμα του παιδιού και αυτό επιτυγχάνεται βαθμιαία. Σε αυτή την ενότητα θα χρησιμοποιηθούν εικονικοί κόσμοι με φυσικό ανάλογο, όπως ένας κήπος (εικόνα 1) ή ένα δωμάτιο, στους οποίους το παιδί μπορεί να πλοηγηθεί ελεύθερα.
Σχετικά με τον προσανατολισμό, σε παιδιά με προβλήματα στην αντίληψη καλό θα είναι να ενισχύονται [Κοντογιάννης & Ντζιαχρήστος, 1999] εμπειρίες στην αναγνώριση και τη χρήση *τοπολογικών εννοιών* όπως ανοιχτό – κλειστό, μέσα – έξω, δίπλα, ανάμεσα, κοντά - μακριά, γύρω. Αυτές οι έννοιες εξετάζουν καταστάσεις μεταξύ αντικειμένων χωρίς να υπάρχει σύστημα αναφοράς. Αυτό επιτυγχάνεται με την ελεύθερη πλοήγηση στους εικονικούς κόσμους που αναφέρουμε παραπάνω.



Εικόνα 1: Παράδειγμα εικονικού κήπου

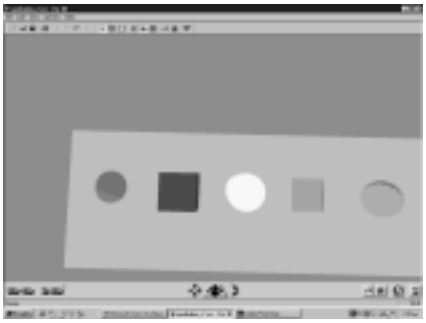


Εικόνα 2: Συλλογή στερεών

***Περιβάλλον-2:* Συλλογές στερεών (Χρήση προκαθορισμένων σημείων θέασης και ελεύθερη πλοήγηση)**

Η διαδικασία της αντίληψης των γεωμετρικών στερεών από παιδιά 4-12 ετών, επιτυγχάνεται είτε με χειρισμό (περιστροφή κλπ) του ίδιου του στερεού, είτε με αλλαγές στην οπτική γωνία του παιδιού γύρω από το ακίνητο στερεό. Στις μικρότερες μάλιστα ηλικίες τα παιδιά προτιμούν το δεύτερο τρόπο [Piaget, 1963].

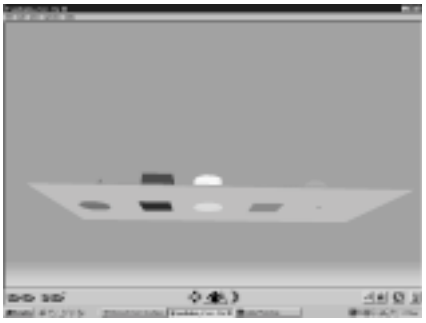
Σε σχέση με τη *διάκριση των μορφών* επιδιώκεται αναγνώριση αντικειμένων με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά (εικόνα 2) η οποία προηγείται της παρατήρησης και αναγνώρισης των μετρικών σχέσεων. Η αντίληψη των γεωμετρικών μορφών είναι ολιστική χωρίς έμφαση στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες τους [Τζεκάκη, 1998]. Σε μεγαλύτερα παιδιά σχολικής ηλικίας έχουν δοκιμαστεί τα εικονικά περιβάλλοντα σε σχέση με τα πραγματικά και τα αποτελέσματα είναι θετικά [Ainge, 1996a].



Εικόνα 3: Όψη από πάνω συλλογής στερεών

Σε σχέση με τις *Προβολικές σχέσεις* (οι σχέσεις ανάμεσα σε αντικείμενα του χώρου όπου παρεμβάλλονται η ευθυγράμμιση, η συγγραμμικότητα, η οπτική γωνία [Τζεκάκη, 1998]), ο στόχος μας είναι το παιδί να αντιλαμβάνεται τις διαφορετικές όψεις των αντικειμένων (εικόνα 3). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με προκαθορισμένα σημεία θέασης (εικόνα 4) είτε με την ελεύθερη πλοήγηση που παρέχει το περιβάλλον. Οι προβολικές έννοιες απαιτούν την πολλαπλή θεώρηση του ίδιου αντικειμένου για να κατανοηθούν οι θέσεις και οι σχέσεις των αντικειμένων στο χώρο και εισάγει την έννοια της κίνησης [Πούλος, 1994].

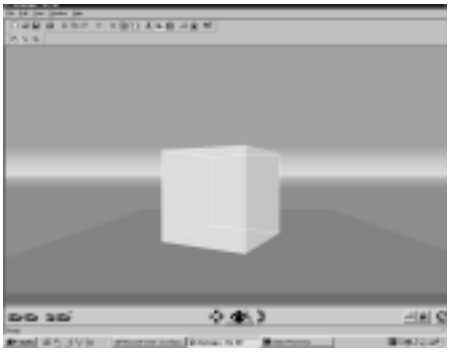
Σε αυτή την ενότητα εκτιμούμε ότι προσφέρονται καλύτερα τα στερεά γεωμετρικά σχήματα. Το φιλικό περιβάλλον διεπαφής επιτρέπει πολύ εύκολα να αλλάζει σημεία θέασης (view-points) του αντικειμένου το παιδί είτε προκαθορισμένα από τον παιδαγωγό / ερευνητή, είτε με ελεύθερη πλοήγηση η οποία επιτυγχάνεται με απλούς σχετικά χειρισμούς ώστε να δει το παιδί ένα γεωμετρικό στερεό από κάθε επιθυμητή οπτική γωνία [Winn & Jackson, 1999].



Εικόνα 4: Προοπτική από την βάση στήριξης συλλογής στερεών

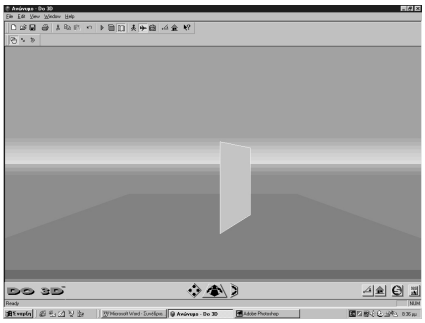
***Περιβάλλον-3*: Μετασχηματισμοί γεωμετρικών στερεών**

Το παιδί μπορεί (σύροντας το ποντίκι) να αλλάξει μια διάσταση ενός γεωμετρικού στερεού αντικειμένου (εικόνα 5) και να δει πως δημιουργείται (εικόνα 6) και σε ποιες περιπτώσεις ένα νέο αντικείμενο από τον μετασχηματισμό του αρχικού σχήματος. Μπορεί να πειραματιστεί για να εντοπίσει από ποια γεωμετρικά στερεά μπορεί να προκύψει κάποιο άλλο και από ποια όχι. Το περιβάλλον που προτείνουμε παρέχει αυτή τη δυνατότητα χωρίς να πρέπει ο χρήστης να χρησιμοποιήσει αριθμητικές τιμές για να ορίσει το μήκος των πλευρών. Μπορεί πειραματιζόμενος ο μαθητής να μηδενίσει μια διάσταση έτσι ώστε να



Εικόνα 5: Ένα γεωμετρικό στερεό

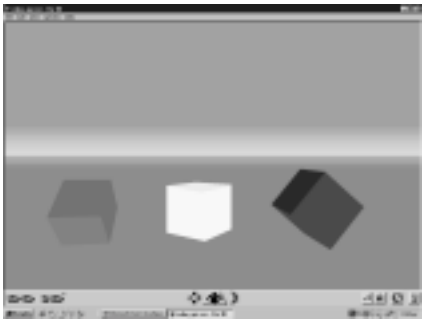
εκφυλιστεί το γεωμετρικό στερεό σχήμα σε επίπεδο (εικόνα 6) για κάθε μια από τις 3 διαστάσεις (ο κύβος σε τετράγωνο, παραλληλεπίπεδο σε παραλληλόγραμμα, σφαίρα σε κύκλο, κύλινδρος σε παραλληλόγραμμο ή κύκλο, κώνος σε τρίγωνο ή κύκλο).



Εικόνα 6: Η μία διάσταση έχει σχεδόν μηδενιστεί

***Περιβάλλον-4*: Περιστροφή στερεών**

Το εικονικό περιβάλλον που προτείνουμε παρέχει τη δυνατότητα μετακίνησης και περιστροφής ενός αντικειμένου, έτσι ώστε να αλλάζει η θέση του παρατηρούμενου αντικειμένου αντί του σημείου θέασης [Pantelidis, 1996]. Με τον τρόπο αυτό εισάγεται βιωματικά η ανάλυση των κινήσεων των σωμάτων στο *καρτεσιανό σύστημα* συντεταγμένων που δεν μπορεί να υλοποιηθεί στο φυσικό κόσμο με αυστηρότητα (γύρω από καθένα άξονα). Τα παιδιά παρατηρούν τα γεωμετρικά στερεά να περιστρέφονται γύρω από καθένα άξονα (εικόνα 7). Ακόμη μπορούν τα παιδιά να πάρουν και να περιστρέψουν το αντικείμενο γύρω από ένα άξονα x ή y ή z.



Εικόνα 7: Περιστροφή κύβου γύρω από τους άξονες x, z, y

***Περιβάλλον-5:* Κλίμακα αντικειμένων προσομοίωσης**

Οι εικονικοί κόσμοι που χρησιμοποιούμε κινούνται σε διάφορες κλίμακες, ως προς το μέγεθος του απεικονιζόμενου χώρου: είτε στον μίκρο-χώρο (δραστηριότητες πάνω στο τραπέζι), είτε στο μέσο-χώρο (δραστηριότητες μέσα σε δωμάτιο) είτε ακόμη στο μάκρο-χώρο (γειτονιά – πόλη, δράση στην πραγματικότητα σχεδόν αδύνατη, μια και απαιτούνται σχήματα, χάρτες κλπ.) [Brousseau, 1986 στο Τζεκάκη, 1992]). Στα εικονικά περιβάλλοντα είναι επιτεύξιμο το πέρασμα από τη μια κλίμακα στην επόμενη της με την απομάκρυνση ή το πλησίασμα από το παρατηρούμενο αντικείμενο γεγονός που δεν προσφέρεται άμεσα, εύκολα και υλοποιήσιμα στον πραγματικό κόσμο. Θα υπάρχουν τρία εικονικά περιβάλλοντα α) συνοικία (εικόνα 8), β) εσωτερικό δωματίου και γ) αντικείμενα πάνω σε τραπέζι. Μετά από ελεύθερη πλοήγηση στη συνοικία το παιδί θα μπορεί να εισέλθει στο εσωτερικό ενός σπιτιού και να πλησιάσει πολύ κοντά στο τραπέζι και να παρατηρήσει τα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω του.

Εικόνα 8: Συνοικία

Οι παραπάνω ενότητες εικονικών περιβαλλόντων προτείνεται να χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά με τα υπάρχοντα μέσα για την ενίσχυση των εμπειριών των παιδιών. Λόγω της ύπαρξης αντικειμενικών δυσκολιών στη διεξαγωγή έρευνας μεγάλης κλίμακας, βρίσκεται σε εξέλιξη πιλοτική έρευνα σε σχετικά μικρή ομάδα παιδιών (προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας) και έχει ως σκοπό να συμβάλλει στη διερεύνηση των παρακάτω:

- Ευκολία χρήσης εικονικών περιβαλλόντων από παιδιά
- Ποια μεθοδολογία είναι πιο αποτελεσματική σε κάθε περιβάλλον

- αυτόνομη χρήση από παιδί, επίδειξη από εκπαιδευτικό - ερευνητή, συνεργασία εκπαιδευτικού - παιδιού
- ένα παιδί / εργασία με ομάδα
- ενεργητικό / παθητικό περιβάλλον
- Ποιες είναι οι πιο κατάλληλες δραστηριότητες για κάθε περιβάλλον
- Αποτελεσματικότητα σε σχέση με τους στόχους

Στα συμπεράσματα της έρευνας αυτής θα στηριχθούν:

- Η οριστική επιλογή εικονικών περιβαλλόντων
- Οι βελτιωτικές παρεμβάσεις στα εικονικά περιβάλλοντα
- Η οριστικοποίηση των δραστηριοτήτων και της μεθοδολογίας της έρευνας ώστε το θέμα να διερευνηθεί σε έρευνα μεγαλύτερης έκτασης.

Αναφορές

Ainge D. (1996 a), Grade-Six Student's Recall of Detail: VR Compared with Photographs, *VR in the schools*, 1(n) p.1-4

Ainge D. (1996 b), Upper Primary Students Constructing and Exploring Three Dimensional Shapes: A comparison of Virtual Reality with Card Nets, *Journal of Educational Computing Research*, 14(4), p. 349-370

Bakker N. (1999), Investigating the Effects of Head-Slaved Vision and Continous Visual Feedback on Spatial Orientation in a Virtual Environments, *Workshop: Spatial Cognition in Real and Virtual Environments,* Tubingen, Germany, 27-28 April

Biddlecomb B. D. (1994), Theory-Based Development of Computer Microworlds*, Journal of research in childhood education* 8(2), p. 87-98

Bishop A. (1983), Space and Geometry in R. Lesh & M. Landau (eds), *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes* (Unit 6), Academic Press INC

Brockenbrough A. (1991), Virtualities, *Educational Media and Technology*, Yearbook, 17, p. 47-53 (ERIC No EJ443423)

Cornell R. & Bailey D. (1996), Virtual Reality: A Dream Come True or a Nightmare, *ERIC_N0: ED397786*

D'Ambrosio B. & Spangler M. D. (1994), Children's Constructions of Fractions and their Impications for Classroom Instruction, *Journal of research in childhood education* 8(2), p. 150-161

Darken R. (1999), Transfering spatial knowledge from virtual to real environments, *Workshop: Spatial Cognition in Real and Virtual Environments,* Tubingen, Germany, 27-28 April

Foreman N. & Gillet R. (1997), General Introduction in N. Foreman, R. Gillet (eds) *A Handbook of Spatial Research Paradigms and Methodologies (Volume 1: Spatial Cognition in the Child and Adult)* (Unit 7), Hove, England UK: Psychology Press / Erlbaum (UK) Taylor & Francis

Herhkowitz R., Ben-Chaim D., Hoyles C., Lappan G., Mitchelmore M., Vinner S. (1990), Psychological aspects of learning geometry in P. Nesher & J. Kilpatric{eds) *Mathematics and cognition* (Unit 4), Cambridge University Press, Camdridge

Kalawsky R.S. (1993), The Science of Virtual Reality and Virtual Environments, Wokingham, UK, Addison-Wesley

Kaput J. (1994), Rational Numbers and Rationality: What Are We Learning and What Needs To Be Done?, *Journal of research in childhood education* 8(2) p. 142-149

Kieren T. (1994), Play and Mathematical Understanding, *Journal of research in childhood education* 8(2), p. 132-141

Markopoulos C. & Potari, D. (1999), Forming relationships in three dimensional geometry through dynamic environments, *PME 23*, Haifa (in press)

Mason M. (1998), The van Hiele Levels of Geometric Understanding in *Geometry: Explorations and Applications*, Professional Handbook for Teachers, McDougal Littell Inc.

Merickel M. L. (1992), Astudy of the Realioship between Virtual Reality (Perceived Realism) and the Ability of Children To Create,Manipulate and Utilize Mental Images for Spatially Related Problem Solving,Annual Convention of the Natioanl School Boards Association, Orlanndo, April 25-28

Mikropoulos T., Kossivaki P., Katsikis A., Savranides C. (1994), Computers in Preschool Education: An Interactive Environment*, Computing in Childhood Education,* 5(3/4) p. 339-351

NAEYC (1996), Technology in Early Childhood Programs, http://npin.org/library/1997/n00229/n00229.html

Olive J. (1994), Building a New Model of Mathematics Learning, *Journal of research in childhood education* 8(2) p. 162-173

Osberg K. (1995), Virtual Reality and Education: Where Imagination and Experience Meet, *VR in Schools,* 1(2) p. 1-3

Osberg K. (1997), Spatial Cognition in the Virtual Environment, HITL http://www.hitl.washington.edu/publications/r-97-18/

Pantelidis V. (1996), North Carolina Competency-Based Curriculum Objectives and Virtual Reality: Mathematics, *VR in Schools,* 2(3) p. 9-11

Papert S. (1980), Νοητικές Θύελλες, Οδυσσέας, Αθήνα, 1991

Piaget J., Inhelder B., Szeminska, A. (1960), The child's conception of geometry, Routledge & Kegan Paul, London

Piaget J. & Inhelder B. (1963), The child's conception of space, Routledge & Kegan Paul, London

Peruch P. (1999), Transfer of spatial knowledge between virtual and real environments: Which information could be transferd?, *Workshop: Spatial Cognition in Real and Virtual Environments,* Tubingen, Germany, 27-28 April

Steck S. & Mallot H. (1999), Different Strategies of Global and Local Landmark Usage in Virtual Environment Navigation, *Workshop: Spatial Cognition in Real and Virtual Environments,* Tubingen, Germany, 27-28 April

Steffe L. (1994), An Introduction to this Special Issue: Mathematical Learning in Computer Microworlds, *Journal of research in childhood education* vol 8, n 2, pp 85-86

Stuart R. & Thomas J.C. (1991), The implications of Eduacation in Cyberspace, *Multimedia Review*, pp 17-27

Van Veen H.A.H.C., Sellen K., Bulthoff H.H. (1999), Pointing to hidden landmarks is similar in real and vitrual environments, *Workshop: Spatial Cognition in Real and Virtual Environments,* Tubingen, Germany, 27-28 April

Wilson P. (1997), Use of Virtual Reality Computing in Spatial Learning Research in N. Foreman, R. Gillet (eds) *A Handbook of Spatial Research Paradigms and Methodologies (Volume 1: Spatial Cognition in the Child and Adult)* (Unit 7), Hove, England UK: Psychology Press / Erlbaum (UK) Taylor & Francis

Winn W. & Jackson R. (1999), Fourteen Propositions About Educational Uses of Virtual Reality, *Educational Technology,* July-August, p. 5-14

Yusuf M. M. (1994), Cognition of Fundamental Concepts in Geometry*, Journal of Educational Computing Research*, 10(4) p. 349-371

Καλδρυμίδου Μ. (1997), Αναλυτικό Πρόγραμμα και Βιβλίο Δραστηριοτήτων, Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου Προσχολικής Αγωγής, σελ.257-268, ΠΤΝ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Κοντογιάννης Δ. & Ντζιαχρήστος Ε. (1999), Βασικές έννοιες της Γεωμετρίας, Αθήνα

Μικρόπουλος Τ. Α. (1995), Virtual Reality: Γνωστικό εργαλείο ή ενισχυτής εμπειριών; *Πρακτικά Προσυνεδριακής διημερίδας του 5ου Πανελλήνιου Συνέδριου Πληροφορικής, με θέμα: Παρόν και μέλλον στο εκπαιδευτικό Λογισμικό,* σελ. 34-36, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα

Νικολού Ε., Τσάκαλης Π., Γιούνης Α., Μπέλλου Ι., Μικρόπουλος Τ. (1999), Εικονική πραγματικότητα στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Κριτική θεώρηση, *Βιβλίο περιλήψεων του 4ου Πανελλήνιου συνέδριου διδακτικής των μαθηματικών και Πληροφορικής στην εκπαίδευση*, σ.35-36, Ρέθυμνο, Οκτώβριος

Ντζιαχρήστος Ε. (1992), Γεωμετρικές έννοιες και η διδασκαλία τους στο Δημοτικό Σχολείο, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΠΤΔΕ, Τομέας Μαθηματικών & Φυσικών Επιστημών

Πόταρη Δ. - Σπηλιωτοπούλου Β. (1991), Οι αντιλήψεις των μαθητών κατά την κατασκευή στερεών, Συμπόσιο Ψυχολογίας και Διδακτικής των Μαθηματικών, σελ. 63-82, ΑΠΘ

Πούλος Α. (1994), Παιδαγωγική παρέμβαση για την διαμόρφωση εννοιών του γεωμετρικού χώρου σε παιδιά προ-σχολικής ηλικίας, Διδακτορική διατριβή, ΑΠΘ, ΠΤΝ

Τζεκάκη Μ. (1992), Χώρος και μαθηματικές έννοιες, *Τα εκπαιδευτικά*, τ. 27-28, σελ. 113-130, Αθήνα

Τζεκάκη Μ. (1998), Μαθηματικές δραστηριότητες για την προσχολική ηλικία, Gutenberg, Αθήνα