ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (1998)

1η Πανηπειρωτική Ημερίδα

Οι Νέες Τεχνολογίες στη Διδακτική και τη Μαθησιακή Διαδικασία

Β. Ι. Κόμης

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 03/05/2024 13:42:56

Οι Νέες Τεχνολογίες στη Διδακτική και τη Μαθησιακή Διαδικασία

Μια τυπολογία των Παιδαγωγικών Δραστηριοτήτων και Αντιλήψεων και των Ψυχολογικών Προσεγγίσεων

Β. Ι. Κόμης

1. Εισαγωγή

Η παιδαγωγική πληροφορική συνιστά το σημείο συνάντησης μιας ψυχολογικής πραγματικότητας (ένα υποκείμενο που μαθαίνει), ενός θεσμικού περιβάλλοντος (το σχολείο για παράδειγμα) και μιας τεχνολογικής πραγματικότητας (ο υπολογιστής, οι γλώσσες προγραμματισμού και άλλα είδη λογισμικού) διαμέσου ενός περιεχομένου που πρέπει να προσκτηθεί (οι γνώσεις) [Mendelsohn, 1992].

Η κλασσική αντίληψη για τη χρησιμοποίηση του υπολογιστή στην εκπαιδευτική πράξη, άμεση απόρροια των απόψεων του B. F. Skinner και της θεωρίας της συμπεριφοράς για την προγραμματισμένη διδασκαλία, πολύ γρήγορα έγινε αντικείμενο έντονων κριτικών, ενώ οι εφαρμογές της, που εκφράσθηκαν με τον όρο Διδασκαλία με τη Βοήθεια Υπολογιστή (Δι.Β.Υ.), γρήγορα γνώρισαν την παρακμή. Στον αντίποδα αυτών των απόψεων, μια σειρά από εναλλακτικά ψυχολογικά ρεύματα, παρουσίασαν σημαντικές εκπαιδευτικές εφαρμογές κάνοντας χρήση των νέων τεχνολογιών. Στα πλαίσια του κειμένου αυτού γίνεται μια προσπάθεια ταξινόμησης και παρουσίασης των προσεγγίσεων έχουν ως στόχο την υπολογιστική υποστήριξη της μάθησης.

Ο όρος "πληροφορικά περιβάλλοντα μάθησης" και "υπολογιστική υποστήριξη της μάθησης" δεν αναφέρεται μόνο στη βοήθεια προς το μαθητευόμενο με σκοπό να προσεγγίσει και να αφομοιώσει μια προκαθορισμένη από το αναλυτικό πρόγραμμα ύλη, αλλά και στην ενίσχυση του ώστε να αναπτύξει δεξιότητες που θα τον καταστήσουν ικανό να αντεπεξέλθει στις διαρκώς μεταβαλλόμενες «και ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις του σύγχρονου κόσμου. Η ανάπτυξη τέτοιων εκπαιδευτικών πληροφορικών περιβαλλόντων συναρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως δυσχέρειες τεχνικής και θεσμικής υφής καθώς και από τον ανθρώπινο παράγοντα και απαιτεί για την πραγμάτωσή τους μεθοδική αντιμετώπιση μέσω διεπιστημονικής προσέγγισης.

2. Νέες Τεχνολογίες και μαθησιακή διαδικασία

2.1. Αυτόνομη μάθηση και έμπειρα συστήματα διδασκαλίας: το "παρελθόν"

Οι θεωρίες που αναπτύχθηκαν για τη χρήση των νέων τεχνολογιών στη μαθησιακή διαδικασία, συνέχεια της προσπάθειας για το ξεπέρασμα των συμπεριφοριστικών προσεγγίσεων και πρακτικών, συμπεριέλαβαν στην προβληματική τους φιλόδοξα σχέ-

δια με στόχο σημαντικές ανατροπές στο χώρο της εκπαίδευσης. Πρόκειται, κυρίως, για το παιδαγωγικό κίνημα που επικεντρώθηκε γύρω από την αυτόνομη μάθηση, βασική εφαρμογή του οποίου είναι η γλώσσα προγραμματισμού LOGO, καθώς επίσης και οι παιδαγωγικές εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence) που συνοψίζονται με τον όρο Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα.

2.1.1. Η προσέγγιση της Αυτόνομης Μάθησης ή ο υπολογιστής σύντροφος

Οι πρώτες προσεγγίσεις αντιμετώπισαν τη χρήση μέσα από την προοπτική της προγραμματισμένης διδασκαλίας, των προγραμμάτων προσομοίωσης ή ακόμα της εκμάθησης του προγραμματισμού. Παράλληλα, εμφανίστηκε ένα εντελώς διαφορετικό παιδαγωγικό ρεύμα Η θεώρηση του δεν σκόπευε πλέον στην κυκλοφορία των σχολικών γνώσεων μέσω των τεχνολογιών, αλλά επαγγελόταν τη χρησιμοποίηση του υπολογιστή ως μέσο επεξήγησης των νοητικών διαδικασιών. Το σχέδιο αυτό έχει καθιερωθεί με τον όρο αυτόνομη μάθηση: "ο προγραμματισμός - μέσα σε ένα κατάλληλο περιβάλλον - επιτρέπει να συνειδητοποιήσουμε τους μηχανισμούς της σκέψης" [Wertz, 80].

Δύο διαφορετικές τάσεις, διακρίνονται στα πλαίσια αυτού του ρεύματος: Η πρώτη είναι αυτή της ευρετικής μάθησης που απαντάται μέσα στις εμπειρίες της αυθόρμητης μάθησης του προγραμματισμού. Ο υπολογιστής, εργαλείο προσωπικής έκφρασης, πηγή έμπνευσης για εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενους, εκφράζει τη "μηχανο-βοηθούμενη" έκφανση της μάθησης μέσω του υπολογιστή [Linard, 1995]. Η δεύτερη, του πιαζετικού κονστρουκτιβισμού, αντικατοπτρίζει την ανθρωπιστική εκδοχή του υπολογιστή, ένα διανοητικό μέσο με το οποίο σκεφτόμαστε.

Όπως παρατηρεί ο E. De Corte, [De Corte, 1993], η θεωρία της Logo βασίζεται σε δύο κύρια επιχειρήματα του εμπνευστή της S. Papert:

α) Η εμπειρία σε ένα περιβάλλον Logo οδηγεί στην απόκτηση γενικών γνωστικών δεξιοτήτων πάνω στη λύση προβλημάτων, οι οποίες μπορούν να μεταφερθούν σε άλλους γνωστικούς χώρους.

β) Το περιβάλλον αυτό συνιστά ένα ιδανικό χώρο για τη μάθηση βασικών μαθηματικών εννοιών όπως οι γωνίες, οι μεταβλητές, η αναδρομικότητα κλπ.

Το εκπαιδευτικό σχέδιο που αναπτύχθηκε γύρω από τη Logo, παρουσιάσθηκε ως μια εναλλακτική λύση στην κλασσική Διδασκαλία με τη Βοήθεια Υπολογιστή -Δι.Β.Υ. (CAI - Computer Assisted Instruction), τα όρια της οποίας πολύ γρήγορα έγιναν εμφανή, ενώ το συμπεριφοριστικό μοντέλο από το οποίο προερχόταν γνώρισε με τη σειρά του σταδιακή περιθωριοποίηση. Η Logo, εγκατέλειψε την κλασσική παραδοχή της Δι.Β.Υ., αυτή της υπό συνθήκη συμπεριφοράς - που άφηνε πολύ λίγα περιθώρια στο χρήστη - και εισήγαγε τα αλληλεπιδραστικά γραφικά και τη λύση προβλήματος ως πρωταρχικές της δραστηριότητες. Ως προγραμματιστικό περιβάλλον, δεν προγραμμάτιζε πλέον τη συμπεριφορά του μαθητευόμενου αλλά του προμήθευε ένα λογικό και γεωμετρικό εννοιολογικό "μικρόκοσμο" (microworld) και τα στοιχειώδη οπτικά αντικείμενα ώστε να μπορεί να εξερευνά με in βοήθεια ενός απλού

και σαν παιγνίδι υπολογιστή.
Τελευταία όμως, όλο και περισσότεροι μιλούν για τη σχετική αποτυχία της θεώρησης Logo. Σύμφωνα με την M. Linard [Linard, 1995] η ανάλυση αυτής της αποτυχίας πρέπει να τοποθετηθεί σε δύο επίπεδα: Η Logo είναι μια τεχνολογία μεταξύ άλλων (μια τεχνική, ένας λόγος και οι συνακόλουθες πρακτικές) και μοιράζεται έτσι τη θλιβερή - σε γενικά πλαίσια - τύχη τους, στην εκπαίδευση. Η Logo είναι επίσης μια ιδιαίτερη τεχνολογία, βασισμένη πάνω στην αρχή της γνωστικής αυτο-αναφοράς η οποία και καθορίζει τα πλεονεκτήματα και τα όρια της. Κατ'αρχήν, στο γνωστικό επίπεδο η Logo δεν επέφερε τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Η πλειονότητα των μελετών [Pea D. Roy, Kurland D. Miau, 1984] επιβεβαιώνουν αυτή την παρατήρηση, ακόμα κι αν ανέδειξαν (σε ειδικές περιπτώσεις) εξαιρετικές επιτυχίες. Στη συνέχεια, οι θεσμικές και οι οικονομικές δυσχέρειες έχουν συμβάλει σε πολλές περιπτώσεις (και όχι μόνο για τη Logo), στην αποτυχία των τεχνολογικών καινοτομιών στα εκπαιδευτικά συστήματα. Τέλος, οι νέες εκπαιδευτικές τεχνολογίες, κυρίως μέσα στα πλαίσια της αυτόνομης μάθησης, επανέθεσαν τη δύναμη της τεχνολογίας στα χέρια των μαθητευόμενων, ανατρέποντας έτσι τους κανόνες στην τάξη και οφείλουν συνεπώς να αντιμετωπίσουν τις επιφυλάξεις μεγάλου μέρους εκπαιδευτικών. Ταυτόχρονα η διάθεση στους μαθητευόμενους των δυνατοτήτων της μηχανής, έθεσε σε λειτουργία νέους τύπους δραστηριοτήτων μη θεωρήσιμους μέχρι τώρα, οι οποίοι είναι δύσκολα ελεγχόμενοι. Η αυτόνομη μάθηση, εμπιστευόμενη στο μαθητή την πλειονότητα των λειτουργιών που διασφαλίζουν την εξατομικευμένη ιδιοποίηση των γνώσεων, έπεσε μέσα στην παγίδα: οι γνωστικές επιτυχίες που ισχυρίζεται ότι μπορεί να θέσει σε λειτουργία είναι φοβερά δύσκολο - αν όχι αδύνατο - να αποτιμηθούν.

Ανοικτά προγραμματιστικά περιβάλλοντα μάθησης και διερευνητική μάθηση

Πρόσφατα, ένα νέο ρεύμα έκανε την εμφάνιση του, συνέχεια της προσέγγισης της Logo, με εμφανή στόχο την ανανέωση και αναδιοργάνωση της. Το ρεύμα αυτό αποδίδεται με τον όρο "Ανοικτά προγραμματιστικά περιβάλλοντα μάθησης" (Logo-like Learning Environments), και η πιο γνωστή ίσως εφαρμογή είναι το BOXER των diSessa & Abelson [1986, 1993] που ακολουθεί τη φιλοσοφία του εξελικτικού προγραμματισμού που εκπροσωπεί η γλώσσα Logo. Σε ένα ανοικτό προγραμματιστικό περιβάλλον μάθησης η αντιμετώπιση ενός προβλήματος διαμορφώνεται σταδιακά μέσω πειραματισμού, αξιοποιούνται πλήρως οι δυνατότητες αλληλεπίδρασης του συστήματος με το μαθητευόμενο, παρέχονται δυνατότητες επιλογής του τρόπου αναπαράστασης ενώ δίνονται ευρύτατες δυνατότητες υλοποίησης κατηγορηματικών διασυνδέσεων των πληροφοριών και προγραμματιστικής απόδοσης κανόνων μεθόδων πάνω στις διασυνδέσεις αυτές και τα αντικείμενα που τις αφορούν (Χ. Κυνηγός, 1995).

Ένας άλλος παράλληλος με τις παραπάνω θεωρήσεις δρόμος για τη χρήση του υπολογιστή στην εκπαίδευση εκφράζεται από το ρεύμα που οριοθετείται με τον όρο "διερευνητική μάθηση" (Exploratory Software). Το ρεύμα αυτό επαγγέλλεται την ενεργητική - βιωματική μάθηση που αποκτά προσωπικό νόημα για το μαθητή στα πλαίσια της συνεργατικής μάθησης σε μικρές ομάδες. Ο υπολογιστής στο πλαίσια του ρεύμα-

τος αυτού συνιστά μέσο προσωπικής έκφρασης και διερεύνησης του μαθητευόμενου ώστε να ενδυναμώσει τις μαθησιακές του ικανότητες εκμεταλλευόμενος τις δυνατότητες που του παρέχονται από την υπολογιστική τεχνολογία. Η διερευνητική μάθηση αποτελεί εφαρμογή του παιδαγωγικού μοντέλου για τη χρήση της υπολογιστικής τεχνολογίας που έχει καθιερωθεί με τον όρο "ολοκληρωμένο πρότυπο" [Makrakis, 1988], Το πρότυπο αυτό συστήνει τη διδασκαλία των νέων τεχνολογιών κατανεμημένη στα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα με την ενσωμάτωση του υπολογιστή σε κάθε δραστηριότητα του μαθητευόμενου [Κοντογιαννοπούλου - Πολυδωρίδη, 1992],

2.1.2. Η προσέγγιση της Τεχνητής Νοημοσύνης ή ο υπολογιστής δάσκαλος

Η Τεχνητή Νοημοσύνη ενσωμάτωσε στο ξεκίνημα της τη συμβολή τριών διακριτών επιστημονικών τομέων: της λογικής και των μαθηματικών, της θεωρίας της πληροφορίας με τους καθαρά ποσοτικούς και πιθανοτικούς ορισμούς της, και τις καινοτομίες της μικρό-ηλεκτρονικής και της πραγματοποίησης των πρώτων υπολογιστών σύμφωνα με το μοντέλο του Alan Turing. Σε αντίθεση με τις κλασσικές μεθόδους προγραμματισμού που εγγίζουν τη λειτουργία της μηχανής, οι μέθοδοι της Τεχνητής Νοημοσύνης τοποθετούνται πολύ κοντά στην ανθρώπινη συμπεριφορά. Η επεξεργασία πραγματοποιείται στο επίπεδο των συμβόλων και όχι στο επίπεδο των αριθμών ή κειμένων. Βασική εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι τα Έμπειρα Συστήματα (ΕΣ) (expert systems).

Τα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα (ΕΔΣ), (Intelligent Tutoring Systems) είναι Έμπειρα Συστήματα με στόχο εκπαιδευτικές λειτουργίες. Τα βασικά συνθετικά ενός ΕΔΣ είναι τέσσερα: ο ειδικός, ο παιδαγωγός, η διασύνδεση (interface) και το μοντέλο του μαθητή. Η θεμελιώδης διαφορά ανάμεσα στα προγράμματα Διδασκαλίας με τη Βοήθεια Υπολογιστή και στα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα έγκειται στο χειρισμό των γνώσεων: ενώ ένα πρόγραμμα Διδασκαλίας με τη Βοήθεια Υπολογιστή χρησιμοποιεί ένα σύστημα ερωτήσεων με προκατασκευασμένες απαντήσεις, τα έμπειρα διδακτικά συστήματα διαθέτουν μια αληθινή αναπαράσταση των γνώσεων του χώρου και είναι ικανά να πραγματοποιήσουν συλλογισμούς [Nicaud & Vivet, 1988], Στο χώρο της εκπαίδευσης τα ΕΔΣ προτείνουν την παροχή του ιδεώδους μοντέλου για μια πραγματικά εξατομικευμένη και αλληλεπιδραστική διδασκαλία. Εντούτοις, η προσαρμογή του συλλογισμού ενός ειδικού στους συλλογισμούς των μαθητευομένων δεν είναι καθόλου προφανής. Ο τρόπος αναπαράστασης των γνώσεων δεν αρκεί να διασφαλίσει μια παιδαγωγική επιτυχία Το μοντέλο του μαθητή δεν διαφαίνεται σχεδόν πουθενά. Στην καλύτερη περίπτωση μερικό και καθαρά προσεγγιστικό, στη χειρότερη εντελώς μια καρικατούρα, το μοντέλο του μαθητή στην τεχνητή νοημοσύνη, όπως άλλωστε και στην ανθρώπινη παιδαγωγική, οφείλει να αναγνωρισθεί για αυτό που πραγματικά είναι: ένα μεθοδολογικό κατασκεύασμα απαραίτητο για την απόκτηση ενός ελάχιστου βαθμού αλληλεπίδρασης ανάμεσα στο μαθητή και τη μηχανή. Ο υπολογιστής - δάσκαλος, που αναλαμβάνει το ρόλο του εκπαιδευτή στην εκδοχή που είναι επηρεασμένη από την τεχνητή νοημοσύνη (δηλαδή όταν αντιδρά αλληλεπιδραστικά στις ερωτήσεις του μαθητευόμενου) φαίνεται να προσκρούει στις τεράστιες δυσκολίες που αφορούν στις θεωρίες πάνω στην ανθρώπινη νόηση και μάθηση.

Αλληλεπιδραστικά Περιβάλλοντα Μάθησης με Υπολογιστή

Στα πλαίσια των εκπαιδευτικών εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης, συντελείται μια ξεκάθαρη αλλαγή προσανατολισμού εν σχέση με τη Δι.Β.Υ.: τα νέα διδακτικά προγράμματα απομακρύνονται από το συμπεριφοριστικό μοντέλο και προσεγγίζουν το γνωστικό μοντέλο μάθησης (teaching and learning) θεωρώντας τους υπολογιστές όχι πλέον ως εργαλεία για την πραγματοποίηση άκαμπτων και μηχανιστικών συστημάτων βασισμένων σε στατιστικά μοντέλα, αλλά ως μέσα που αντιλαμβάνονται τον μαθητευόμενο ως ένα άτομο που σκέφτεται, κατανοεί και συμμετέχει [O'Shear & Self, 1983]. Εξέλιξη των Έμπειρων Διδακτικών Συστημάτων ήταν οι εφαρμογές που αποδόθηκαν με τον όρο Νοήμων Διδασκαλία Υποβοηθούμενη από Υπολογιστή. Μια τέτοιο εφαρμογή συγκεντρώνει όλες τις μελέτες βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας των οποίων οι στόχοι είναι η μορφοποίηση των ανθρώπινων διαδικασιών μάθησης, η σύλληψη μοντέλων χώρων γνώσης τα οποία να είναι ταυτοχρόνως γνωστικά και υπολογιστικά Τοποθετείται συνεπώς στο πεδίο των γνωστικών επιστημών, στο σταυροδρόμι της συνάντησης της πληροφορικής με τη διδακτική των επιστημών, τη γνωστική ψυχολογία και τις επιστήμες της εκπαίδευσης. Είναι σαφές ότι στη σύγχρονη προβληματική της, η προσέγγιση αυτή δεν στοχεύει μόνο στη μοντελοποίηση διαδικασιών ικανών να λύσουν προβλήματα ενός συγκεκριμένου χώρου. Η εν λόγω μοντελοποίηση οφείλει επιπλέον να λαμβάνει υπόψη της το επίπεδο του μαθητευόμενου, συμπεριλαμβάνοντας, στα πλαίσια του εφικτού, μια γένεση γνώσεων. Διαπιστώνουμε λοιπόν μια ξεκάθαρη αλλαγή προβληματικής εν σχέση με τις κλασσικές αρχές της προγραμματισμένης διδασκαλίας. Στα πλαίσια αυτά αναφέρονται στη χρήση τεχνητής νοημοσύνης για τη δημιουργία Αλληλεπιδραστικών Περιβαλλόντων Μάθησης με Υπολογιστή (Α.Π.Μ.Υ.).

Μέσα στις βασικές προβληματικές της τεχνητής νοημοσύνης που αφορούν τα Αλληλεπιδραστικά Περιβάλλοντα Μάθησης με Υπολογιστή συμπεριλαμβάνονται η μοντελοποίηση των χώρων γνώσης και συλλογισμών με στόχο την παιδαγωγική επίλυση προβλημάτων, την κατανόηση της φυσικής γλώσσας, την επικοινωνία ανθρώπου -μηχανής μέσα στα πλαίσια της δημιουργίας αλληλεπιδραστικών συστημάτων, τη μοντελοποίηση των εκπαιδευτών και των εκπαιδευόμενων, τη σύλληψη προσαρμοστικών και εξελισσόμενων συστημάτων (που λαμβάνουν υπόψη τη γνωστική εξέλιξη του μαθητευόμενου] και την αρχιτεκτονική κατανεμημένων συστημάτων. Οι μακρόχρονες έρευνες πάνω στην τεχνητή νοημοσύνη έχουν προσφέρει στο χώρο των Αλληλεπιδραστικών Περιβαλλόντων πολύτιμα θεωρητικά εργαλεία καθώς και τεχνικές που ξεπερνούν τον καθαρά γνωστικό χώρο. Μπορούμε έτσι να αναφέρουμε την Αναπαράσταση Γνώσεων, τη μοντελοποίηση των συλλογισμών, την επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής και τη σχεδιοποίηση, τη δημιουργία δηλαδή πλάνων δράσης [Baron & all, 1993].

2.2. Υπερμέσα και πολυμέσα και οι τεχνικές της πλοήγησης:το "παρόν"

Μέσα σε ένα κείμενο όλα τα στοιχεία, περισσότερο ή λιγότερο αυτόνομα, είναι συνδεμένα με σχέσεις διάταξης. Ένα κείμενο είναι μια γραμμική δομή, λίγο ή πολύ ισχυρώς ιεραρχημένη. Ένα υπερκείμενο είναι μια δομή σε δίκτυο: τα στοιχεία κειμένου αποτελούν

κόμβους συνδεμένους με μη γραμμικές και ασθενώς ιεραρχημένες σχέσεις [Laufer & Scavetta, 1992]. Το υπερκείμενο οδηγεί σε μια νέα οικονομία της γλωσσικής, γραμμικής και ηχητικής γραφής, βασισμένης πάνω σε μια νέα σχέση ανάμεσα στη σκέψη και το χώρο, πάνω σε ένα άλλο σύστημα επικοινωνίας. Λειτουργικά το υπερκείμενο είναι ένα λογισμικό περιβάλλον το οποίο επιτρέπει τη δυνατότητα της πρόσκτησης πληροφοριών και την επικοινωνία μεταξύ ανθρώπου και μηχανής απευθείας στο μικρο-γνωστικό επίπεδο της αντίληψης των ιδεών και όχι πλέον στο μικροεπίπεδο των λέξεων, της γλώσσας και της σύνταξης. Ολοκληρώνει έτσι την ένταξη της οπτικοακουστικής διάστασης μέσα στο πεδίο της πληροφορικής και την προσάρτηση του αναλογικού τρόπου μέσα στο λογικό τρόπο συλλογισμού.
Μέσα σε ένα υπερκείμενο επιτρέπεται η πλοήγηση (navigation] ανάμεσα στις κορυφές (ή κόμβους) ενός γράφου καταστάσεων. Οι σύνδεσμοι που ενώνουν τις κορυφές επιτρέπουν στο χρήστη να "μεταβεί" σε κάποιο άλλο σημείο του συστήματος ανάλογα με τα ενδιαφέροντα του. Η έννοια της πλοήγησης συνιστά την κυρίαρχη ιδέα χρήσης ενός υπερκειμένου ή ενός υπερμέσου. Η προσέγγιση αυτή χαρακτηρίζεται από τρεις ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες διαστάσεις α) Ποικιλία δυνατών δρομολογίων, β) Ελευθερία διαδρομής, γ) Έλεγχος από το μαθητευόμενο. Η πλοήγηση, προτείνοντας στο μαθητευόμενο ένα αυτόνομο τρόπο εργασίας, μπορεί να πάρει διάφορες μορφές που είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, α) Ελεύθερη πλοήγηση σε μια βάση δεδομένων που ισοδυναμεί με το ξεφύλλισμα μιας εγκυκλοπαίδειας ή των αρχείων μιας βιβλιοθήκης, β) Δυνατότητες εμβάθυνσης που εξαρτώνται από τον τρόπο δημιουργίας της βάσης δεδομένων και επιτρέπουν έτσι να προστεθεί μια παιδαγωγική διάσταση στο σύστημα, γ) Προσθήκη ελέγχου των γνώσεων μέσω ενός συστήματος "τεστ" που επιτρέπει στο μαθητευόμενο να ελέγχει τις δυνατότητες του και να καθορίζει ανάλογα με τις επιδόσεις του τη διαδρομή που θα ακολουθήσει, δ) Βοήθεια στην πλοήγηση μέσω υποδείξεων τις οποίες ο χρήστης μπορεί να λάβει αν θέλει υπόψη του. ε) Πλοήγηση με προσομοίωση μέσω ενσωματωμένων στο σύστημα παιδαγωγικών σεναρίων ανάλογα με την ακολουθούμενη διαδρομή [Demaizinre & Dubuisson, 1992].

Η δημιουργία εκπαιδευτικών συστημάτων υπερμέσων ενθαρρύνει τη χρήση πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης σε αντίθεση με την παραδοσιακή εκπαίδευση που χαρακτηρίζεται από το λογοκεντρισμό και την έμφαση που προσδίδει στο γραπτό και τον προφορικό λόγο [Cunningham & all, 1993].

Μπορούμε συνεπώς να θεωρήσουμε τις παιδαγωγικές χρήσεις των υπερμέσων με διττό τρόπο: με βάση ένα ευρύ πεδίο καταστάσεων ο μαθητής μπορεί να προχωρήσει σε αφαίρεση ή *να* γενικεύσει απομονώνοντας έτσι μια υπονοούμενη έννοια ή, αντίθετα μπορεί να επαληθεύει αν μια αφηρημένη γνώση βρίσκει εφαρμογή μέσα σε αυτήν ή σε αυτήν την ειδική περίπτωση. Και στις δυο περιπτώσεις, εκπαιδεύεται στην επιλογή της πληροφορίας συμφωνά με κριτήρια καταλληλότητας τα οποία οφείλει να ορίσει σε συνάρτηση με του αρχικό του στόχο μεταξύ των προσφερόμενων δυνατοτήτων του συστήματος. Τα υπερμέσα μπορούν κατ' αυτό τον τρόπο να γίνουν αποτελεσματικά εργαλεία για την ενίσχυση δραστηριοτήτων σύνθεσης και παραγωγής του μαθητευόμενου. Σε ένα άλλο επίπεδο, η δημιουργία υπερμέσων αποτελεί μια δραστηριότητα η οποία επιτρέπει στο μαθητευόμενο να αποκτήσει περισσότερο σύνθετες και περίπλοκες δεξιότητες [Baron & De La Passardiire, 1991].

Η μη γραμμική δομή ενός υπερμέσου επιτρέπει να ευνοούνται τρόποι μάθησης λιγότερο παραδοσιακοί, όπως η μάθηση μέσω ανακάλυψης (discovery learning), η συσχέτιση εννοιών και η συλλογική ανάπτυξη εφαρμογών και εργασιών, η συνεργατική δηλαδή μάθηση (cooperative learning!.
Οι στόχοι μάθησης με υπερμέσα πρέπει να συσχετίζονται με τις χρησιμοποιούμενες παιδαγωγικές στρατηγικές. Οι στόχοι αυτοί μπορεί να αφορούν την πρόσκτηση απλών πληροφοριακών γνώσεων, εννοιών, κανόνων, διαδικασιών, δομικών μοντέλων ή μεθόδων ή μετα-γνώσεων. Κατά γενικό κανόνα, οι εν λόγω στόχοι προκαθορίζουν την επιλογή μιας παιδαγωγικής στρατηγικής, και συνεπώς, την ενδεχόμενη χρήση των υπερμέσων. Η απλούστερη στρατηγική είναι αυτή του τύπου παρουσίασης, όπου ο μαθητευόμενος περιπλανιέται μέσα σε ένα δίκτυο σχεδόν γραμμικό, διότι οι στόχοι περιορίζονται στην απλή πρόσκτηση πληροφοριών. Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιείται σαν προσομοιωτής για την πραγματοποίηση ενός επαγωγικού τρόπου σκέψης όπου πρόκειται να ανακαλυφθεί η λειτουργία ενός σχεσιακού μοντέλου που αποτελεί τη βάση της προσομοίωσης. Άλλες εφαρμογές χρησιμοποιούν τα υπερμέσα για την κατασκευή βάσεων δεδομένων. Τέλος, ο μαθητευόμενος μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα λογισμικό περιβάλλον με τη μορφή υπερμέσου για να κατασκευάσει και να "εκσφαλματώσει" (debugging) τις γνώσεις του πάνω σε ένα δοσμένο θέμα, ενσωματώνοντας τις σε μια εφαρμογή που ο ίδιος δημιουργεί [Paquette, 1993].

Η πλοήγηση μέσα σε ένα υπερμέσο αποτελεί γιο ίο μαθητευόμενο την επιλογή, περισσότερο ή λιγότερο ελεύθερα, ενός ορισμένου δρομολόγιου μέσα σε ένα, συνήθως περίπλοκο, δίκτυο συνδέσμων και κόμβων. Μπορεί, συνεπώς, να θεσπίσει τον ίδιο του το γνωστικό χάρτη. Η ελεύθερη επιλογή της διαδρομής και η αλληλεπιδραστικότητα (teractivity) του λογισμικού, ευνοούν, κατά κάποιο τρόπο, την προσωπική ανάμειξη του μαθητευόμενου στη διαδικασία της μάθησης. Διαφαίνεται λοιπόν το εξαιρετικό ενδιαφέρον της ένταξης των υπερκειμένων και των υπερμέσων γενικότερα, στις παιδαγωγικές πρακτικές.

2.3. Εικονική πραγματικότητα και οι τεχνικές της "εμβύθισης": το μέλλον

Μέσα σε ένα εικονικό κόσμο, φυσική απόληξη των ερευνών πάνω στις συνθετικές εικόνες, ο εξερευνητής, με τη βοήθεια ενός γαντιού δεδομένων (DataGlove) εφοδιασμένου με ηλεκτρονικούς ιχνευτές, μιας οπτικής συσκευής εξοπλισμένης με μικρές οθόνες βίντεο (στερεοσκοπικό κράνος), μιας συσκευής "επιστροφής προσπάθειας" και ενός κατάλληλου πληροφορικού περιβάλλοντος, πιστεύει ότι είναι βυθισμένος μέσα σε ένα ιδιάζοντα κόσμο (κτήριο, πόλη, πλανήτης κύτταρο κ.λπ.) όπου έχει την αίσθηση κινείται, αγγίζει διάφορα αντικείμενα, ενώ μπορεί να παίρνει διάφορες πληροφορίες και έχει τη δυνατότητα να τροποποιεί ολοκληρωτικά το περιβάλλον ίου. 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 [Quiau. 1992].

Μπορούμε να θεωρήσουμε σημαντικές εκπαιδευτικές εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας. Σε κάθε περίπτωση, όλα εξαρτώνται από τη μελλοντική εξέλιξη της εργονομίας των διασυνδέσεων (interfaces), της ένταξης τους σε ένα σύστημα εξοπλισμού πιο εύχρηστο και απλοποιημένο και της αλληλεπίδρασης με όλα τα όργανα αντίληψης (όραση, ακοή, αφή, επιστροφή προσπάθειας, ακόμα και όσφρηση). Ταυτόχρονα. για να απαντηθούν οι νέες προκλήσεις, νέες πληροφορικές αρχιτεκτονικές και νέες τεχνικές στη σύλληψη του λογισμικού, οφείλουν να ανακαλυφθούν. Θα μπορούμε έτσι να δώσουμε στους μαθητευόμενους διανοητικά μέσα για να κατανοήσουν τη νέα σχέση ανάμεσα στο μοντέλο και την εικόνα. Η εικονική πραγματικότητα με τις μέχρι τώρα εξελίξεις της τεχνολογίας συνιστά το αρτιότερο 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 τείνει 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 εικονική πραγματικότητα 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 εικονικής πραγματικότητας 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 εικονικές πραγματικότητες 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 [Μικρόπουλος & κ.α, 1994]:

- 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.

Η σπουδαιότερη ίσως παιδαγωγική διάσταση των εικονικών πραγματικοτήτων εμπεριέχεται στη δυνατότητα που παρέχουν στο χρήστη να εξερευνά πλέον τον "κυβερνοχώρο" (cyberspace) και όχι να μελετά όπως γίνεται με το τυπωμένο βιβλίο ή να πλοηγείται όπως γίνεται με το υπερκείμενο. Από την άποψη αυτή, προωθείται ο ενεργός τρόπος εκπαίδευσης και η βιωματική μάθηση με την εμπειρία στα εικονικά περιβάλλοντα, μέσα στα οποία μπορεί να καθορίζεται και να μεταβάλλεται η θέση, η κλίμακα, η πυκνότητα της πληροφορίας, η αλληλεπίδραση και η απόκριση, ο χρόνος και ο βαθμός συμμετοχής του χρήστη,

3. Συμπεράσματα: δυνατότητες χρήσης των νέων τεχνολογιών σε διδακτικές και μαθησιακές καταστάσεις

Με ποιες τελικά μορφές μπορούν να παρέμβουν οι νέες υπολογιστικές τεχνολογίες στα πλαίσια της εκπαίδευσης; Είναι φανερό σήμερα, ότι οι τρεις κύριοι πόλοι των νέων τεχνολογιών, η πληροφορική, τα σύγχρονα οπτικοακουστικά μέσα και οι τηλεπικοινωνίες τείνουν προς την ολοκλήρωση τους σε ένα ενοποιημένο πεδίο στα πλαίσια του οποίου η αντίθεση ανάμεσα στους δύο διαφορετικούς τρόπους αντίληψης και κατανόησης του κόσμου (τον αναλογικό-διαισθητικό και το λογικό-συμβολικό) παίρνει νέα τροπή αφού είναι δυνατόν να συνυπάρξει πλέον πάνω στο ίδιο τεχνικό υπόβαθρο. Κάθε τεχνική που χρησιμοποιείται χωριστά ελκύει το χρήστη προς μια ιδιαίτερη εφαρμογή, η οποία καθορίζεται από τις δυνατότητες και τα όρια της [Dieuzeide, 1994]. Η ομαδοποίηση της συμβολής των εν λόγω τεχνικών σε ένα κοινό τεχνικό μέσο θα μπορούσε να επιτρέψει "πολυφωνικές" προσεγγίσεις, πιο πλούσιες και πιο σφαιρικές από αυτές που ήδη έχουμε περιγράψει, αλλά σίγουρα πολύ πιο σύνθετες όσον αφορά τη διαχείριση τους. Γίνεται εντούτοις πιο εύκολη η χρήση των τεχνολογιών αυτών ώστε να αναπτυχθούν δραστηριότητες - πηγή καινούργιων τρόπων μάθησης κάθε γνωστικού αντικειμένου [Κυνηγός, 1995], διαφαίνεται δηλαδή άμεσα η προοπτική υλοποίησης του ολοκληρωμένοι) πρότυπου εισαγωγής των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική πραγματικότητα [Makrakis, 1988].

Στον πίνακα προτείνεται μια τυπολογία των δυνατών σήμερα χρήσεων της υπολογιστικής τεχνολογίας στην εκπαίδευση, η οποία συνθέτει τις διαφορετικές τάσεις ενώ εκφράζει ταυτόχρονα τις συνακόλουθες δραστηριότητες, την περιρρέουσα παιδαγωγική αντίληψη ή το ακολουθούμενο ψυχολογικό ρεύμα καθώς και τους κύριους εκπροσώπους της. Οι δραστηριότητες που τη συνιστούν δεν αποτελούν πάντα κλειστούς κόσμους χωρίς καμία σχέση μεταξύ τους. Αντιθέτως μπορούμε να φανταστούμε εγκάρσιες χρήσεις που ανακινούν περισσότερες από μια δραστηριότητες και που συνδυάζουν διαφορετικούς παιδαγωγικούς στόχους.

Πίνακας 1. Τυπολογία των χρήσεων των νέων εκπαιδευτικών τεχνολογιών

Προσέγγιση	Δραστηριότητες	Παιδαγωγικοί Στόχοι	Ψυχολογικό Ρεύμα	εκπρόσωποι
ΔΙ.Β.Υ. (Tutorial, drill and practice) Ερωτηματολόγια	Εξάσκηση και πρακτική, Ερωτηματολόγια πολλαπλών επιλογών, συστηματική και άμεση διόρθωση των απαντήσεων	συνεχής και σταθερή δραστηριότητα του μαθητευόμενου, παρατήρηση συγκεκριμένων συμπεριφορών	Σχολή της Συμπεριφοράς ή μπιχεβιορισμός	Skinner Crowder Suppes
Αυτόνομη μάθηση Ευρετική μάθηση LOGO	Προγραμματισμός με συναρτησιακές γλώσσες, δημιουργία διαδικασιών εκσφαλμάτωση, επίλυση προβλημάτων, γραφικά, υλοποίηση προσωπικών σχεδίων, εξερεύνηση γεωμετρικών & εννοιολογικών μικρόκοσμων	Υπολογιστής μέσο προσωπικής έκφρασης, αυθόρμητη μάθηση προγραμματισμού, μάθηση πάνω στη μάθηση, γνωστική αυτοεξερεύνηση ανάπτυξη μαθηματικών εννοιών, λογική ανάλυση, χρήση συμβόλων, αξιοποίηση παραμετρικού περιβάλλοντος για γενίκευση - αφαίρεση	Γνωστική ψυχολογία, Παιδαγωγική της Ανακάλυψης, Κονστρυκτιβισμός Μάθηση μέσω ανακάλυψης	Piaget Papert Bruner
Διερευνητική μάθηση Ανοικτά Προγραμματιστικά Περιβάλλοντα Μάθησης	Μαθηματικές δραστηριότητες, επίλυση προβλημάτων, προγραμματισμός σε ανοικτό και φιλικό περιβάλλον, πειραματισμός	Μάθηση σε μικρές ομάδες, διαλογική σχέση δασκάλου-μαθητή, συμβολική έκφραση, διερεύνηση λογικομαθηματικών εννοιών μέσω προγραμματιστικών εφαρμογών, έκφραση και διερεύνηση δεών, συνειδητοποίηση μηχανισμών της σκέψης (αναλυτική-συνθετική σκέψη, αφαίρεση), πειραματισμός-επίλυση προβλήματος σε προγραμματιστικό περιβάλλον	Συνεργατική μάθηση, Ευρετική- βιωματική μάθηση Ολοκληρωμένο πρότυπο χρήσης υπολογιστών	Papert Olson DiSessa Noss Hoyles
Τεχνητή νοημοσύνη Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα Αλληλεπιδραστικά Περιβάλλοντα Μάθησης με Υπολογιστή	Παρουσίαση συγκεκριμένων προβλημάτων Χρήση φυσικής γλώσσας, Δεδομένα αβέβαια και μη πλήρη, Αναπαράσταση γνώσεων, όχι προκατασκευασμένες ερωτήσεις. Πραγματοποίηση συλλογισμών	αλληλεπιδραστικότητα στη επίλυση προβλήματος, μοντελοποίηση εκπαιδευτή-εκπαιδευόμενου, σύλληψη προσαρμοστικών και εξελισσόμενων συστημάτων, μοντελοποίηση των συλλογισμών	Γνωστική ψυχολογία, θεωρία της πληροφορίας, Γνωστικές Επιστήμες Παιδαγωγική Μηχανική, Κυβερνητική	Turing Simon Newell Minsky Wienner
Πολυμέσα. Υπερμέσα Παιγνίδια Ρόλων	ελεύθερη ή καθοδηγούμενη πλοήγηση, προσωπική ανακάλυψη και εμπειρία αναζήτηση πληροφοριών Συσχέτιση εννοιών, Συλλογική ανάπτυξη εργασιών	συσχέτιση εννοιών και συλλογική ανάπτυξη εφαρμογών-εργασιών, εξατομίκευση μαθησιακών διαδρομών, ελευθερία επιλογής, συνειρμοί ιδεών, γνωστικοί χάρτες	Μη καθοδηγούμενη εκπαίδευση, Ανοικτή παιδαγωγική, Μάθηση μέσω ανακάλυψης	Bush Nelson Engelbart
Επαγγελματικό Λογισμικό: Κειμενογράφοι. Επιτραπέζια Εκδοτικά Συστήματα, Σχεδιαστικά Βάσεις Δεδομένων, Επεξεργασία Εικόνας, κλπ.	γραπτή έκφραση, ελεύθερη και γραμμική σχεδίαση, ολοκλήρωση τεχνικών γραφής και σχεδίασης στο τελικό προϊόν, διαχείριση αρχείων και συλλογή, οργάνωση, αυτόματη αναζήτηση πληροφοριών	καινοτόμες εφαρμογές αναβάθμιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. κατανόηση των χρήσεων της υπολογιστικής τεχνολογίας, καλλιέργεια διαχρονικών δεξιοτήτων στη χρήση εφαρμογών	Σχολείο Εργασίας	Freinet Dewey
Δίκτυα	επικοινωνία χρηστών, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, αναζήτηση, πρόσβαση σε ευρύ φάσμα στοιχείων-αρχείων. Τηλεδιασκέψεις, Πρόσβαση από απόσταση σε συστήματα πληροφορικής	αρτιότερη οργάνωση της διδασκαλίας, συλλογικές καταστάσεις μάθησης, πλοήγηση σε ένα αφηρημένο σύστημα στοιχείων, οικονομία χώρου, χρόνου και πόρων	Κοινοτική Παιδαγωγική	Negroponte
Προσομοιώσεις	Πειραματισμός μοντέλων, καταστάσεων, φαινομένων	ανάπτυξη πρωτοβουλίας κινήσεων, ανακάλυψη μοντέλων, παραμέτρων	Κοινωνική μάθηση	Vygotsky Bandura

Διυνητική Πραγματικότητα	εμβύθιση, εγκλεισμός σε υπαρκτούς ή φανταστικούς κόσμους, προσομοιώσεις υπαρκτών ή φανταστικών καταστάσεων, άμεσος χρόνος, αλληλεπιδραστικότητα	άμεση παρατήρηση της "πραγματικότητας" ανάπτυξη πολυδιάστατων νοητικών χώρων, χειρισμός αφηρημένων αναπαραστάσεων, αλληλεπίδραση σε απόσταση με εικονικά αντικείμενα ή άτομα	Κυβερνοχώρος, Ενεργός τρόπος εκπαίδευσης, Βιωματική εκπαίδευση	J. Lannier Ph. Quiau
Ηλεκτρονικά παιγνίδια	παιγνίδι, μορφές ψυχαγωγίας, παιγνίδια ρόλων, μάθηση χρήσης του υπολογιστή, κοινωνικές-συλλογικές δραστηριότητες	ανάπτυξη αντανακλαστικών, κινητικές δεξιότητες, έρευνα στρατηγικών, προσωπική εμπλοκή, έλεγχος γεγονότων		
Ρομποτική	κατασκευές και τεχνολογία ελέγχου, προγραμματισμός αυτομάτων, μελέτη κινήσεων, χειρισμός αυτομάτων από απόσταση	συνειδητοποίηση του τρόπου λειτουργίας του ατόμου, εξερεύνηση του χώρου εξ αποστάσεως, ανάλυση - σύνθεση κινήσεων, χειρισμός εξ αποστάσεως, αλγοριθμική οικοδόμηση δρομολογίων		Papert Minsky

4. Αναφορές

BARON G.-L et DE LA PASSARDIERE B.. "Medias, multi et hypermedias pour I'apprentissage: points de repere sur 1'emergence d'une communaute scientifique" in Actes des journees "Hypermedias et apprentissages" Preminres journees scientifiques, 24-25 Septembre 1991.

BARON M., GRAS R. et N1CAUD J.-F., Environnements hteractifs d'Apprentissage avec Ordinateur, Troisiemes journees EIAO de Cachan, EYROLLES, 1993.

BOSSUET G., L'ordinateur a 1 ecole, P.U.F., 1982.

BRUNER J.-S., Le developpement de 1'enfant. Savoir faire savoir dire, P.U.F.,1983,

CUNNINGHAM D., DUFFY Th. KNUTH R, "The Textbook of the Future" in MCKNIGHT c, DILLON A. and RICHARDSON j. (1993 eds) HYPERTEXT: a psychological perspective, LONDON Ellis Horwood.

De CORTE E., "Toward Embedding Enriched Logo-Based Learning Environments in the School Curriculum: Retsospect and Prospect", in Logo-like Learning Environments: Reflection & prospects, EUROLOGO '93, University of Athens, pp. 335-349, 1993.

DEMAIZIERE F. & DUBUISSON C., De l'EAO aux TF, utiliser 1'ordinateur pour la formation, OPHRYS. 1992.

DIEUZEIDE H., Les nouvelles technologies, Outils d'enseignement, NATHAN, 1994.

DISESSA A. and ABELSON H., BOXER: A Reconstructive Computational Medium. Communications of the ACM 1986, Vol 29, No 9, pp. 859-868.

DISESSA A., "Collaborating via Boxer", in Logo-like Learning Environments: Reflection & prospects, EUROLOGO '93, University of Athens, pp. 351-357, 1993

KOMIS V., "Les nouvelles technologies de 1'information et de la communication dans le processus d'apprentissage et application par I'etude de leurs representations chez des sieves de 9 a 12 ans", These de Doctorat, Universite Paris 7, Decembre 1993

ΚΟΜΗΣ (Β.), "Πληροφορικά περιβάλλοντα διδασκαλίας και μάθησης. Ανασκόπηση, εξέλιξη, τυπολογία και προοπτικές", Παιδαγωγικός Λόγος, Νο 2, 1996

ΚΟΜΗΣ (Β,), Σημειώσεις για το μάθημα ΗΥ302 "Διδακτική της Πληροφορικής", Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο, Οκτώβριος 1996 (http:// www. csd uch. gr/~hy302)

ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ - ΠΟΛΥΔΩΡΙΔΗ Γ, "Οι εκπαιδευτικές και κοινωνικές διαστάσεις της χρήσης των νέων τεχνολογιών στο σχολείο", ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΘΕΜΑΤΑ, τεύχος 46-47, Δεκέμβριος 1992, σελ. 77-93.

ΚΥΝΗΓΟΣ Χ. & αλκ.α. "Διαμόρφωση διδακτικών στρατηγικών για λύση προβλημάτων με χρήση διερευνητικού λογισμικού", Β' Πανελλήνιο Συνέδριο "Διδακτική των Μαθηματικών και Πληροφορική στην Εκπαίδευση", Κύπρος, Απρίλης 1995, σελ. 491-506.

LAUFER R. & SCAVETTA D., Texte, hypertexte, hypermedia, P.U.F., 1992.

LEVY P., L'ideographie dynamique, vers une imagination artificielle ? LA DECOUVERTE, 1991.

LEVY P., Les technologies de 1'intelligence, L'avenir de la pensee a I'ere informatique, LA DECOUVERTE, 1990.

LINARD M., Des machines et des hommes, apprendre avec les nouvelles technologies, EDITIONS UNIVERSITAIRES, 1995.

MAKRAKIS V., Computers in Education, Studies in International and Comparative Education, Stockholm of International Education, 1988.

MENDELSOHN P., "L'ordinateur dans 1'enseigement", Actes de la Troisieme Rencontre Francophone de la Didactique de I'lnformatique, 1992, pp. 53-63.

ΜΙΚΡΟΠΟΥΛΟΣ 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.

ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ Π., "Προβληματισμοί από την Εισαγωγή της Πληροφορικής στα σχολεία", Πρακτικά Ε.Π.Υ. & ΥΕΠΘ, Διεθνής συνδιάσκεψη "Η Πληροφορική στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση", Αθήνα, 27-28 Νοεμβρίου 1989.

NEGREPONTE N., Being digital, A. A. Knopf, 1995.

NICAUD J.-F., VIVET M., "Les tuteurs intelligents: realisations et tendances de recherches", in Technique et Science Informatiques, No 1, vol. 7, 1988.

O'SHEA T, SELF J., Learning and Teaching with Computers: Artificial Intelligence in Education, Pentice Hall, 1983.

ΡΑΠΤΗΣ (Ν.), Εκπαιδευτικές χρήσεις της πληροφορικής, δακτυλογραφημένο, 1993.

PAPERT S., Mind-Storms, Children, Computers and Powerful Ideas, Basic Books, 1980.

PAQUETTE G., "Les hypermedias - outil technologique" in Actes des journees "Hypermedias et apprentissages", Premieres journees scientifiques, 24-25 Septembre 1991.

PEA D. ROY, KURLAND D. MI1AU (1984) "On the cognitive effects of learning computer programming". New Ideas in Psychology, Vol. 2, No 2, pp. 137-168.

PERRIAULT J., La logique de 1'usage, FLAMMARION, 1989.
Pour la Science, "Le cerveau et la pensee", no 181, special, Novembre 1992.
QUEAU P., "La puissance du virtuel", Culture Technique No 24, 1992, pp. 245-252.
SIMON J.-C, L'education et 1'informatisation de la societe, rapport au president de la Republique, La Decouverte, 1980.
SOLOMON C., Computer Enviromnents for Children, A Reflection on Theories of Learning and Education, MIT Press, 1986.