

**Βασίλης Ι. Κόμης**  
Δρ. Διδακτικής Πληροφορικής  
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών  
Πανεπιστήμιο Κρήτης

## **ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗΣ**

### **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ, ΕΞΕΛΙΞΗ, ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ, ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

#### **1. Εισαγωγικά**

Ο εκπαιδευτικός τομέας είναι ένας από τους χώρους που έχουν ιδιαίτερα επηρεασθεί από τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις. Από τα πανεπιστήμια στα λύκεια, από τις σχολές επαγγελματικής κατάρτισης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, κανένας χώρος δεν έμεινε χωρίς να εντάξει τα νέα εργαλεία αναπαράστασης και σκέψης. Το κίνημα αυτό, που επιταχύνεται από την πτώση των τιμών, την εμφάνιση των προσωπικών υπολογιστών και τη γενίκευση της συζήτησης γύρω από τα πληροφορικά μέσα, αντλεί την έμπνευση και τον δυναμισμό του μέσα από κοινωνικές, οικονομικές, πολιτικές, παιδαγωγικές και πολιτισμικές ανησυχίες, που ιεραρχούνται σε πολλαπλά επίπεδα.

Την ίδια περίοδο, και οι ίδιες οι νέες τεχνολογίες της πληροφορικής έχουν αρκετά εξελιχθεί. Η εξέλιξη αυτή δεν αφορά μόνο τις διασυνδέσεις ανθρώπου - μηχανής (interfaces homme - machine), αλλά επίσης και κυρίως το λογισμικό που, όλο και περισσότερο φιλικό με τον χρήστη, έχει καταστεί πλέον κοινό σημείο αναφοράς. Ταυτόχρονα, η εξέλιξη της πληροφορικής στο σχολείο, στα πλαίσια των ανεπτυγμένων χωρών, υπήρξε επίσης αρκετά γρήγορη. Στον εκπαιδευτικό χώρο, η εν λόγω εξέλιξη υπήρξε η πιο σημαντική ίσως αλλαγή των τελευταίων χρόνων. Οι κύριες παράμετροι που συνθέτουν την εξέλιξη αυτή είναι: η πληροφοριοποίηση (informatisation) της κοινωνίας και τα ερωτήματα που τίθενται για την αποστολή του σχολείου στα πλαίσια αυτής της κοινωνίας, η ανοικτή κρίση του εκπαιδευτικού συστήματος και η καθολική επιταγή για παιδαγωγική ανανέωση.

#### **2. Πληροφορικά περιβάλλοντα και μάθηση**

##### **2.1. Το «παρελθόν»**

Στις πρώτες θεωρίες που αναπτύχθηκαν γύρω από τις νέες νοητικές μηχανές δεν έλλειψαν τα φιλόδοξα σχέδια με στόχο σημαντικές ανατροπές στο χώρο της εκπαίδευσης. Πρόκειται, κυρίως, για το παιδαγωγικό κίνημα που επικεντρώθηκε γύρω από την **αυτόνομη μάθηση** (apprentissage autonome), βασική εφαρμογή του οποίου είναι η γλώσσα προγραμματισμού LOGO, καθώς επίσης και οι παιδαγωγικές εφαρμογές της

Τεχνητής Νοημοσύνης (Intelligence Artificielle) που συνοψίζονται κάτω από τον όρο **έμπειρα διδακτικά συστήματα**.

### 2.1.1. Αυτόνομη Μάθηση

Οι πρώτες εμπειρίες αντιμετώπισαν τη χρήση μέσα από την προοπτική της προγραμματισμένης διδασκαλίας, των προγραμμάτων προσομοίωσης ή ακόμα της εκμάθησης του προγραμματισμού. Ταυτόχρονα, δημιουργήθηκε ένα εντελώς διαφορετικό παιδαγωγικό ρεύμα. Η προσέγγισή του δεν σκόπευε πλέον στην κυκλοφορία των παραδοσιακών σχολικών περιεχομένων μέσω των τεχνολογιών, αλλά επαγγέλταν τη χρησιμοποίηση του υπολογιστή ως μέσο επεξήγησης των νοητικών διαδικασιών. Ο Η. Wertz<sup>1</sup> συνοψίζει την βασική ιδέα αυτού του σχεδίου, που έχει καθιερωθεί με τον όρο **αυτόνομη μάθηση**: *«ο προγραμματισμός - μέσα σε ένα κατάλληλο περιβάλλον - επιτρέπει να συνειδητοποιήσουμε τους μηχανισμούς της σκέψης»*.

Στα πλαίσια αυτά διακρίνονται δύο διαφορετικές προσεγγίσεις, επικεντρωμένες στο μαθητευόμενο και στα προσωπικά του σχέδια. Η πρώτη είναι αυτή της **ευρετικής μάθησης** (apprentissage heuristique) που συναντάται 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 (M. Linard, 1990). Η δεύτερη προσέγγιση, του **πιαζετικού κονστρουκτιβισμού** (constructivisme piagétien), αντικατοπτρίζει την ανθρωπιστική εκδοχή του υπολογιστή, ένα διανοητικό μέσο με το οποίο σκεφτόμαστε (penser avec). Η μηχανή τίθεται στην υπηρεσία της γνωστικής αυτο-εξερεύνησης και της αυθόρμητης κατασκευής αντικειμένων από το μαθητευόμενο. Η γλώσσα LOGO<sup>2</sup> συνιστά την ενσάρκωση αυτής της θεώρησης. Όπως τονίζει ο δημιουργός της S. Papert (1980), το βασικό ερώτημα είναι το πως επηρεάζουν οι υπολογιστές τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι σκέπτονται και μαθαίνουν ακόμα κι όταν δε βρίσκονται σε φυσική επαφή με τη μηχανή. Κατευθυντήριο άξονας της ένταξης των υπολογιστών στην εκπαίδευση γίνεται ο προβληματισμός πάνω στο πως μπορούν να γίνουν φορείς σπερμάτων μορφωτικής αλλαγής και δυναμικών ιδεών, στο πως μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητευόμενους να διαμορφώσουν νέες σχέσεις με τη γνώση κόβοντας τις παραδοσιακές γραμμές που χωρίζουν τις θετικές από τις ανθρωπιστικές επιστήμες. Ο τύπος αυτός των παιδαγωγικών εφαρμογών σημαδεύεται από δύο πρωτότυπους χαρακτήρες: α) Ο υπολογιστής βρίσκεται στη διάθεση του μαθητευόμενου για την πραγματοποίηση σχεδίων που ο ίδιος συνέλαβε. β) Ο μαθητευόμενος οφείλει να μάθει να επεξηγεί την ιδέα του ώστε να είναι σε θέση να τη μεταφράσει στη συνέχεια σε μια γλώσσα η οποία μπορεί να αναγνωρισθεί από τη μηχανή.

Όπως παρατηρεί ο E. De Corte (1993) η θεωρία της LOGO βασίζεται σε δύο κύρια επιχειρήματα του εμπνευστή της S. Papert: α) Η εμπειρία σε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον LOGO οδηγεί στην απόκτηση γενικών γνωστικών δεξιοτήτων πάνω στη λύση προβλημάτων, οι οποίες μπορούν να μεταφερθούν σε άλλους γνωστικούς χώρους. β) Το περιβάλλον 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, παρουσιάστηκε ως μια εναλλακτική λύση στην κλασική **Διδασκαλία με τη Βοήθεια Υπολογιστή - Δι.Β.Υ.**<sup>3</sup> (CAI - Computer Assisted Instruction, E.A.O. - Enseignement assisté par ordinateur), τα όρια της οποίας πολύ γρήγορα έγιναν εμφανή<sup>4</sup> ενώ το συμπεριφοριστικό μοντέλο από το οποίο προερχόταν

γνώρισε με τη σειρά του σταδιακή περιθωριοποίηση. Η LOGO, εγκατέλειψε την κλασική 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 προγραμματίζει πλέον τη συμπεριφορά του μαθητευόμενου αλλά του προμήθευε ταυτόχρονα ένα λογικό και γεωμετρικό εννοιολογικό «μικρόκοσμο» (microworld)<sup>5</sup> και τις στοιχειώδεις οπτικές φόρμες έτσι ώστε να μπορεί να εξερευνήσει με τη βοήθεια ενός απλού και σαν παιγνίδι υπολογιστή. Η παιδαγωγική αυτή αντίληψη θέλει το παιδί να προγραμματίζει τον υπολογιστή, και να αποκτήσει έτσι μια αίσθηση κυριαρχίας πάνω σε ένα κομμάτι της πιο σύγχρονης τεχνολογίας και ταυτόχρονα να διαμορφώσει μια στενότερη επαφή με μερικές από τις βαθύτερες ιδέες της επιστήμης, των μαθηματικών και της τέχνης της δημιουργίας διανοητικών μοντέλων (S. Papert, 1980). Σύμφωνα με τη C. Solomon (1986) η παιδαγωγική θεώρηση της LOGO στοχεύει να αναπτύξει μια σειρά από δεξιότητες όπως: α) Την εκσφαλμάτωση<sup>6</sup> (debugging) του προγράμματος με βάση την παρατήρηση των διαφορών ανάμεσα στα αναμενόμενα και στα παρατηρούμενα αποτελέσματα. β) Τη χρήση μιας «μεταγλώσσας» που αναπτύσσεται σταδιακά και αυθόρμητα. γ) Την αποσύνθεση των προβλημάτων και των καταστάσεων μέσω δύο τύπων λογικής ανάλυσης, την επαγωγική - φθίνουσα και την αναγωγική - αύξουσα. δ) Την προσφυγή σε ανθρωπομορφικές αναφορές (αντίληψη του προγραμματισμού ως μια διαδικασία διαλόγου με τη μηχανή). ε) Την πρακτική της ονομασίας των διαδικασιών (procedures). στ) Την πρόσκτηση της ίδιας της έννοιας της διαδικασίας. ζ) Την ανακάλυψη των διάφορων γνωστικών στυλ. η) Την εξαγωγή βασικών αρχών και ιδεών με ισχύ στην καθημερινή ζωή και στα μαθηματικά (η έννοια της διαδικασίας, της σταθεράς, της μεταβλητής, της αναδρομής, των εγκιβωτισμένων δομών, της επαλήθευσης των υποθέσεων κλπ.). Σε αυτά τα πλαίσια, είναι ξεκάθαρο ότι η LOGO έπαιξε σημαντικό ρόλο για τη βαθιά ανανέωση των μαθηματικών και των λογικών συλλογισμών γενικότερα. Ο μαθητευόμενος γίνεται στα πλαίσια της LOGO ένα αυτόνομο υποκείμενο ικανό να μάθει να μαθαίνει (apprendre à apprendre). Με άλλα δηλαδή λόγια, η ίδια **η μάθηση αποτελεί αντικείμενο μάθησης** στα πλαίσια ενός ειδικού πληροφορικού περιβάλλοντος.

Παρ'όλα αυτά, τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και λιγότερο λόγος για τη LOGO. Από που προέρχεται η θλιβερή τύχη ενός τόσο πολλά υποσχόμενου κινήματος; Σύμφωνα με την M. Linard (1990) 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 όριά της. Κατ'αρχήν, στο γνωστικό επίπεδο η LOGO δεν επέφερε τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Η πλειονότητα των μελετών<sup>7</sup> επιβεβαιώνουν αυτή την παρατήρηση, ακόμα κι αν ανέδειξαν (σε τοπικό επίπεδο) εξαιρετικές επιτυχίες. Οι έρευνες δείχνουν επιτυχίες κυρίως σε μαθητές με πολύ σημαντικές μαθησιακές δυσκολίες ή σε μαθητές αρκετά υψηλών σχολικών επιδόσεων, ενώ δεν μπορούμε να αναγάγουμε ουσιαστικά συμπεράσματα για τους υπόλοιπους μαθητές (που αντιπροσωπεύουν και τη συντριπτική τους πλειοψηφία). Στη συνέχεια, οι θεσμικές και οι οικονομικές δυσχέρειες έχουν συμβάλει σε πολλές περιπτώσεις, 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 του παιγνιδιού μέσα 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**

Τον τελευταίο καιρό, ένα νέο ρεύμα έκανε την εμφάνισή του στα πλαίσια του κινήματος της LOGO με εμφανή στόχο την ανανέωση και αναδιοργάνωσή του. Βασική επιδίωξή του η εναλλακτική προσέγγιση των μαθηματικών εννοιών<sup>8</sup> με τη βοήθεια του υπολογιστή μέσα από ειδικά σχεδιασμένες εφαρμογές που καλύπτουν κατά ενιαίο τρόπο όλους τους συνήθεις τρόπους - φυσικούς και προγραμματιστικούς - έκφρασης, αποτύπωσης, διερεύνησης και αναζήτησης πληροφοριών· επίσης, προγραμματιστικής σύνθεσης αντικειμένων και μεθόδων επεξεργασίας τους (X. Κυνηγός, 1995). Το ρεύμα αυτό αποδίδεται με τον όρο «**Ανοικτά προγραμματιστικά περιβάλλοντα μάθησης**<sup>9</sup>» (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 (X. 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)<sup>10</sup>. 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 στα πλαίσια του ρεύματος 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**» (Integrated perception of computer use, βλέπε V. 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 (Γ. Κοντογιαννοπούλου - Πολυδωρίδη, 1992). Όπως τονίζει ο X. Κυνηγός (1995), οι υπολογιστές γίνονται εργαλείο τόσο για την ποιοτική αναβάθμιση της διδακτικής, μαθησιακής και ευρύτερης εκπαιδευτικής διαδικασίας, όσο και για την ενδυνάμωση των εκφραστικών δυνατοτήτων των μαθητών και για την απόκτηση βασικών ικανοτήτων για τη χρήση της τεχνολογίας αυτής, στοιχείων που θα είναι απαραίτητα αύριο σε κάθε πολίτη.

Στα πλαίσια αυτά πρέπει να σχεδιαστεί νέου είδους λογισμικό που να επιτρέπει τη διερευνητική μάθηση κυρίως σχετικά με τη συμβολική έκφραση και τη διερεύνηση λογικομαθηματικών νοητικών χώρων με προγραμματιστικές εφαρμογές και θα υποβοηθά τη μετεξέλιξη του ρόλου του εκπαιδευτικού σε συνεχώς επιμορφωνόμενο παιδαγωγό (από απλό μεταφορέα γνώσης) και την ενθάρρυνση των μαθησιακών διαδικασιών δημιουργικής δόμησης της γνώσης και οργάνωσης της πληροφορίας μέσα από μια κοινωνική (συνεργατική) διαδικασία. Η έμφαση κατά την εφαρμογή του παραπάνω προτύπου δίνεται στο συμβολικό τρόπο προσέγγισης των ζητημάτων, στη **συμβολική, λογική και ασυνεχή έκφραση των ιδεών** μέσω προγραμματιστικών διαδικασιών. Ο τρόπος αυτός έχει σχεδόν ολοσχερώς εγκαταλειφθεί στα νέα προγραμματιστικά τεχνολογικά περιβάλλοντα και στις γραφικές διασυνδέσεις ανθρώπου - μηχανής (graphical user interface) που οριοθετούνται από τις νέες μεθόδους του εικονοστραφή (visual), αντικειμενοστραφή (object-oriented) και καθοδηγούμενου από τα γεγονότα (event-driven) προγραμματισμού, των πολυμέσων (multimedia) και των υπερμέσων (hypermedia) καθώς και της δυνητικής πραγματικότητας (virtual reality) προς όφελος του εικονικού, αναλογικού, διαισθητικού και συνεχούς τρόπου προσέγγισης. Υποτιμάται έτσι η συμβολική έκφραση των ιδεών του ανθρώπινου πνεύματος με σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις κυρίως όσον αφορά τη μάθηση των λογικομαθηματικών εννοιών και τις γνωστικές διεργασίες που άπτονται της αφαιρετικής σκέψης.

### 2.1.2. Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα

Η **Τεχνητή Νοημοσύνη** συνιστά ένα από τα πιο φιλόδοξα σχέδια με τα οποία καταπιάστηκε ποτέ το ανθρώπινο γένος. Όντας κλάδος της πληροφορικής, ενσωμάτωσε στις απαρχές της τη συμβολή τριών επιστημονικών τομέων: της λογικής και των μαθηματικών, της θεωρίας της πληροφορίας με τους καθαρά ποσοτικούς και πιθανοτικούς ορισμούς της, και τις καινοτομίες της μικρο-ηλεκτρονικής και της πραγματοποίησης των πρώτων υπολογιστών σύμφωνα με το μοντέλο του Alan Turing. Οι μέθοδοι της Τεχνητής Νοημοσύνης βρίσκονται κοντά στην ανθρώπινη συμπεριφορά, ενώ οι κλασσικές μέθοδοι προγραμματισμού εγγίζουν τη λειτουργία της μηχανής. Η επεξεργασία πραγματοποιείται στο επίπεδο των συμβόλων και όχι στο επίπεδο των αριθμών ή κειμένων. Η χρήση πλήθους αναγωγών (inferences), επιτρέποντας την αποφυγή σημαντικού αριθμού υπολογισμών, αντισταθμίζει το πρόβλημα της συνδυαστικής έκρηξης. Είναι προφανές λοιπόν ότι, από τη σύλληψή τους, οι μέθοδοι αυτές είναι γενικεύσιμες σε πολλούς και διαφορετικούς μεταξύ τους χώρους. Βασική εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι τα **Έμπειρα Συστήματα (ΕΣ)**<sup>11</sup> (expert systems, systèmes experts).

Τα **Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα (ΕΔΣ)**, (Intelligent Tutoring Systems, Tuteurs Intelligents) είναι ΕΣ με προορισμό εκπαιδευτικές λειτουργίες. Τα βασικά συνθετικά ενός ΕΔΣ είναι τέσσερα: ο **ειδικός**, ο **παιδαγωγός**, η **διασύνδεση** (interface) και το **μοντέλο του μαθητή**. Για τους J.-F. Nicaud και M. Vivet (1988), η θεμελιώδης διαφορά ανάμεσα σε ένα πρόγραμμα Διδασκαλίας με την Βοήθεια Υπολογιστή και στα έμπειρα διδακτικά συστήματα έγκειται στο χειρισμό των γνώσεων: ενώ ένα πρόγραμμα Διδασκαλίας με την 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. Ένα ΕΣ δεν επιδιώκει γενικούς στόχους αλλά χρησιμοποιείται στη λύση προβλημάτων σε

συγκεκριμένους και περιορισμένους αλλά περίπλοκους χώρους των οποίων τα δεδομένα και οι πληροφορίες είναι αβέβαια και μη πλήρη. 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 όσο αλληλεπιδραστικός και εξεζητημένος κι αν είναι, δεν αρκεί να διασφαλίσει μια παιδαγωγική επιτυχία. Το μοντέλο του μαθητή<sup>12</sup> που συνιστά ένα από τα βασικά συνθετικά του ΕΔΣ, δεν διαφαίνεται σχεδόν πουθενά. Όπως υπογραμμίζει η M. Linard (1990), 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 γι' αυτό που πραγματικά είναι: ένα μεθοδολογικό κατασκευάσμα απαραίτητο για την απόκτηση ενός ελάχιστου βαθμού αλληλεπίδρασης ανάμεσα στο μαθητή και τη μηχανή. Εκ κατασκευής, λανθασμένο και περιορισμένο, δεν του απομένει παρά να υποτάσσεται στην άμεση αντιπαραβολή με τους πραγματικούς μαθητευόμενους και σε μια παιδαγωγική του στοχασμού που διορθώνει τις ανεπάρκειές του. 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) προσκρούει σε τεράστιες δυσκολίες που σχετίζονται άμεσα με τις θεωρίες πάνω στην ανθρώπινη νόηση και μάθηση. Το μέλλον του είναι λοιπόν αναπόφευκτα και αδιάρρηκτα συνυφασμένο με το συγκρουσιακό μέλλον της τεχνητής νοημοσύνης και των γνωστικών επιστημών.

### **Αλληλεπιδραστικά Περιβάλλοντα Μάθησης με Υπολογιστή**

Η κλασική 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 εκφράστηκαν με τον όρο **Διδασκαλία με την Βοήθεια Υπολογιστή** (Δι.Β.Υ.), γρήγορα γνώρισαν την παρακμή. Ο παραπάνω όρος ωστόσο, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '70, γνώρισε μια νέα εξέλιξη με την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση και στην επιμόρφωση. Η τεχνητή νοημοσύνη ανανεώνοντας την προβληματική της Δι.Β.Υ., εισαγάγοντας δηλαδή στον παραπάνω όρο και τη λέξη Νοήμων, παρουσίασε ενδιαφέροντα εκπαιδευτικά προγράμματα, αναπτερόνοντας και τις ελπίδες αυτών που προσέβλεπαν στην πληροφορική για να επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στα εκπαιδευτικά συστήματα. Όπως παρατηρούν οι T. O'Shea και J. Self (1983), στα πλαίσια των εκπαιδευτικών εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης, συντελείται μια ξεκάθαρη αλλαγή προσανατολισμού εν σχέσει 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. Ο νέος όρος που καθιερώθηκε για τα εν λόγω προγράμματα, στην αρχική του απόδοση ήταν **Νοήμων Διδασκαλία Υποβοηθούμενη από Υπολογιστή** (απόδοση του γαλλικού Enseignement Intelligence Assisté par Ordinateur - E.I.A.O.). Όπως σημειώνει ο J.-F. Nicaud (1993), στις μέρες μας το E.I.A.O. 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, η πραγματοποίηση E.I.A.O. και η μελέτη ένταξής τους στην εκπαίδευση και την κατάρτιση γενικότερα. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι με αυτό τον ορισμό, το E.I.A.O. τοποθετείται 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 μέσα στη σύγχρονη προβληματική του, το E.I.A.O. 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 σχέσει με τις κλασσικές αρχές της προγραμματισμένης διδασκαλίας. Στα πλαίσια αυτά, πραγματοποιήθηκε και μια αλλαγή στην ερμηνεία των αρχικών E.I.A.O. (Enseignement Intelligent Assisté par Ordinateur) ώστε να συμπεριληφθεί ο παραπάνω προσανατολισμός. Στη σύγχρονη απόδοση του όρου λοιπόν, τα αρχικά αυτά σημαίνουν Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur, αναφέρονται δηλαδή στη χρήση τεχνητής νοημοσύνης για τη δημιουργία **Αλληλεπιδραστικών Περιβάλλοντων 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 Περιβάλλοντων πολύτιμα θεωρητικά εργαλεία καθώς και τεχνικές που ξεπερνούν τον καθαρά γνωστικό χώρο. Μπορούμε έτσι να αναφέρουμε την **Αναπαράσταση Γνώσεων** (représentation des connaissances), τη **μοντελοποίηση των συλλογισμών** (modélisation des raisonnements), την **επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής** (interface homme-machine) και τη **σχεδιοποίηση** (planification), τη δημιουργία δηλαδή πλάνων δράσης (M. Baron & all, 1993).

## 2.2. Το «παρόν»

Η τεχνολογική πρόοδος συντελεί ουσιαστικά στην εν εξελίξει διαδικασία της τροποποίησης σε βάθος της σχέσης του σύγχρονου ανθρώπου με τη γραφή, την ανάγνωση, την όραση, τα ακούσματα, την αντίληψη, τη μάθηση. Όπως πολύ χαρακτηριστικά έδειξε ο P. Lévy (1987, 1990), οι σχέσεις ανάμεσα στους ανθρώπους, την εργασία, τη νοημοσύνη εξαρτώνται από την αδιάκοπη μεταμόρφωση των πληροφορικών μέσων. Ο ρόλος των media σε αυτή τη σχέση είναι πρωταρχικός. Η ιδέα μάλιστα της χρησιμοποίησης των διάφορων media στη διδασκαλία υπάρχει εδώ και πολύ καιρό, όπως πολύ εύστοχα θυμίζει ο J. Perriault (1989). Τόσο περισσότερο όταν τα νέα media (hypermedia, multimedia) θεωρούνται από πολλούς ως ενδεχόμενες εναλλακτικές λύσεις

στη βαθιά κρίση που μαστίζει την εκπαίδευση και την παραδοσιακή παιδαγωγική της οργάνωση.

### 2.2.1. Υπερκείμενα, Υπερμέσα

Η ιδέα του υπερκειμένου (hypertext) προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Vannevar Bush το 1945, με σκοπό την βελτίωση των τρόπων πρόσβασης στην πληροφορία, που βρισκόταν σε σημαντική καθυστέρηση εν σχέσει με τους τρόπους παραγωγής της πληροφορίας. Ήταν λοιπόν αναγκαία η δημιουργία ενός μέσου που θα επέτρεπε την αποθήκευση και τη χρησιμοποίηση των πληροφοριών ευνοώντας τη συνειρμική σκέψη. Πρότεινε τότε την έννοια του «memex», η οποία, ανάμεσα στα άλλα, θα επέτρεπε τη δημιουργία «προσεταιριστικών δεικτών», οι οποίοι και θα απομνημόνευαν τους συνδέσμους (liens) ανάμεσα στα σημαντικώς συνδεδεμένα μέρη ενός συνόλου (items). Η πρώτη όμως συγκεκριμένη παραγωγή δεν εμφανίστηκε παρά στα μέσα της δεκαετίας του '60. Την ίδια εποχή κάνει και την εμφάνισή του ο όρος **υπερκείμενο**<sup>13</sup> (hypertext, hypertexte). Ο εμπνευστής του ο Theodor Holme Nelson, το 1965, είχε σκοπό να περιγράψει με αυτό τον τρόπο αρχεία κειμένου, οργανωμένα με μη γραμμική, μη σειριακή μορφή. Ένα υπερκείμενο, κάτω από αυτό το πρίσμα, συγκεντρώνει υλικό από κείμενα και στην πιο σύγχρονη μορφή του (τότε μπορούμε να μιλήσουμε και για **υπερμέσα**) εικόνες, γραφικά, video, κινούμενες εικόνες (animation) κλπ., διασυνδεδεμένα με τέτοιο τρόπο ώστε θα ήταν αδύνατο να παρουσιαστούν μέσω ενός συμβατικού βιβλίου.

Μέσα σε ένα κείμενο όλα τα στοιχεία, περισσότερο ή λιγότερο αυτόνομα, είναι συνδεδεμένα με σχέσεις διάταξης. Όπως υπογραμμίζεται από τους R. Laufer και D. Scavetta (1992), ένα κείμενο είναι μια γραμμική δομή, λίγο ή πολύ ισχυρώς ιεραρχημένη. Ένα υπερκείμενο είναι μια δομή σε δίκτυο: τα στοιχεία κειμένου αποτελούν κόμβους συνδεδεμένους με μη γραμμικές και ασθενώς ιεραρχημένες σχέσεις. 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. Στο τεχνικό επίπεδο, ένα υπερκείμενο είναι ένα σύνολο **κόμβων** (nodes, noeuds) συνδεδεμένων με **συνδέσμους** (links, liens). Οι κόμβοι είναι λέξεις, σελίδες, εικόνες, γραφικά, ήχοι ή ακόμα άλλα υπερκείμενα. Στο λειτουργικό επίπεδο το υπερκείμενο συνιστά ένα λογισμικό περιβάλλον που έχει σκοπό να οργανώσει γνώσεις ή δεδομένα για την πρόσκτηση πληροφοριών και την επικοινωνία. Σύμφωνα με την M. Linard (1990), λειτουργικά το υπερκείμενο είναι ένα είδος λογισμικού περιβάλλοντος 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 μικρο-επίπεδο 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. Στα πλαίσια αυτά, το υπερκείμενο, σαν πρόγραμμα πληροφορικής που επιτρέπει τη δημιουργία και την παρουσίαση με αλληλεπιδραστικό τρόπο ενός συνόλου από δεδομένα (κείμενα, εικόνες, ήχους, προσομοίωση κίνησης, video), μπορεί να χαρακτηριστεί από τρεις πτυχές που συνιστούν την αρχιτεκτονική του. Κατ'αρχήν μια βάση δεδομένων που περιέχει κείμενο, εικόνες, ήχο κλπ., στη συνέχεια ένα σημασιολογικό δίκτυο που σχηματίζεται από ιεραρχικές, προσεταιριστικές και αναλογικές σχέσεις που διέπουν τις διάφορες θεματικές ενότητες και τέλος πληροφορικά εργαλεία



που επιτρέπουν τη χρήση, την επεξεργασία και πιθανόν τον εμπλουτισμό της παραπάνω βάσης δεδομένων με τη βοήθεια του σημασιολογικού δικτύου. Μέσα σε ένα υπερκειμενικό σύστημα επιτρέπεται η **πλοήγηση** (navigation) - η κατ'εξοχήν πρακτική χρήσης ενός υπερκειμένου - 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 ενδιαφέροντά του. Η πλειοψηφία των συστημάτων **υπερμέσων**\* εμπεριέχουν τουλάχιστον δύο διαφορετικούς τρόπους χρήσης: τον τρόπο «συγγραφέα» (auteur) και τον τρόπο «τελικού χρήστη» μέσα στον οποίο δεν υπάρχει παρά μόνο μια δυνατότητα, εκείνη της πλοήγησης<sup>14</sup>. Η έννοια της πλοήγησης συνιστά την κυρίαρχη ιδέα χρήσης ενός υπερκειμένου ή ενός υπερμέσου. Ο χρήστης καλείται να εξερευνήσει, να ξεφυλλίσει (browsing), να πλοηγηθεί μέσα στις προτεινόμενες από το μέσο πληροφορίες από διάφορα σημεία πρόσβασης με ελεύθερη επιλογή του. Η προσέγγιση αυτή χαρακτηρίζεται από τρεις ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες διαστάσεις (F. Demaizière & C. Dubuisson, 1992). 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 δυνατότητές 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.

### **Υπερκείμενα, Υπερμέσα και εκπαίδευση**

Με βάση τις αρχές του, το υπερμέσο συνιστά ένα ισχυρό εργαλείο για τις παιδαγωγικές καταστάσεις. Ο μαθητής - χρήστης ενός συστήματος υπερμέσων μπορεί πολύ εύκολα και με φιλικό τρόπο να έχει πρόσβαση στην πληροφορία. Επιπλέον του παρέχεται η δυνατότητα να προσεγγίσει στοιχεία πληροφορίας για να τα συγκρίνει και να τα αναλύσει. 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 (D. Cunningham & all, 1993).

Σύμφωνα με τους G.-L. Baron και B. De La Passardiére (1991), μπορούμε 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 δύο περιπτώσεις, εκπαιδεύεται στην επιλογή της πληροφορίας σύμφωνα με κριτήρια καταλληλότητας τα οποία οφείλει να ορίσει σε συνάρτηση με τον 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. Το γεγονός μάλιστα της μη γραμμικής δομής ενός συστήματος υπερμέσων επιτρέπει να ευνοούνται τρόποι μάθησης λιγότερο παραδοσιακοί, όπως η μάθηση μέσω ανακάλυψης (discovery learning, apprentissage par la découverte), η συσχέτιση εννοιών και η συλλογική ανάπτυξη εφαρμογών και εργασιών (συνεργατική μάθηση, co-operative learning). Τα υπερμέσα, προωθώντας ως τρόπους σκέψης τους συνειρμούς ιδεών (par association d'idées) και την έννοια της υπερπλοήγησης, συνιστούν για το μαθητευόμενο εξαιρετικά εργαλεία αυτόνομης εργασίας. Είναι προφανές λοιπόν ότι μέσα στο πλαίσιο της μη γραμμικής πλοήγησης, ο κόσμος των γνώσεων, κατ'αυτό τον τρόπο διαμεσολαβημένος, γίνεται πιο εύπλαστος και συνεπώς πολύ πιο εύκολος σε πρόσβαση. Επιπλέον, είναι δυνατόν να ανανεώσουν την προσέγγιση των βιβλίων και γενικότερα των εποπτικών μέσων, καθώς και του περιεχομένου τους, πρακτικά μέσα σε όλα τα μαθήματα. Όπως μάλιστα υποστηρίζουν οι D. Cunningham, Th. Duffy και R. Knuth (1993) τα υπερμέσα είναι δυνατόν να ανανεώσουν την αντίληψη για το εγχειρίδιο του μέλλοντος.

Ο G. Paquette (1993), συσχετίζει τους στόχους μάθησης μέσα σε ένα σύστημα υπερμέσων 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 (inductif) τρόπου σκέψης όπου πρόκειται να ανακαλυφθεί η λειτουργία ενός σχεσιακού (relationnel) 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 «εκσφαλμάτωση» (debugging) τις γνώσεις του πάνω σε ένα δοσμένο θέμα, ενσωματώνοντάς τες σε μια εφαρμογή που ο ίδιος δημιουργεί. Η πλοήγηση μέσα σε ένα υπερμέσο αποτελεί για το μαθητευόμενο την επιλογή, περισσότερο ή λιγότερο ελεύθερα, ενός ορισμένου δρομολόγιου μέσα σε ένα, συνήθως περίπλοκο, δίκτυο συνδέσμων και κόμβων. Μπορεί, κατά συνέπεια, να θεσπίσει τον ίδιο του το γνωστικό χάρτη. Η ελεύθερη επιλογή της διαδρομής και η αλληλεπιδραστικότητα (interactivity) του λογισμικού, ευνοούν, κατά κάποιον 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.

### 2.2.2. Τα πολυμέσα ή το μέσο δεν είναι πια το μήνυμα

Ήδη από το 1945 ο Vannevar Bush, προτείνοντας την έννοια που κατέληξε στο υπερκείμενο είχε επίσης προτείνει την ιδέα του προσεταιρισμού πολλών διαθέσιμων μέσων για τη δημιουργία μιας τεράστιας αποθήκης - ρεζέρβας ντοκουμέντων από **πολυμέσα** (multimedia). Επαγγελματικά εργαλεία εξεζητημένα και πανάκριβα στην αρχή, τα πολυμέσα έγιναν στις μέρες μας, με ένα λογικό κόστος, προσιτά σε όλους. Όπως τονίζει ο N. Negroponte (1970, 1995), από τη στιγμή που όλα τα μέσα αποθήκευσης πληροφοριών (κείμενα, ήχοι, εικόνες, δεδομένα, κλπ) ψηφιοποιηθούν και όλα τα μέσα

μετάδοσης πληροφοριών (δίκτυα υπολογιστών, τηλεπικοινωνίες, τηλεόραση και άλλες οπτικοακουστικές συσκευές) ολοκληρωθούν, το αποτέλεσμα θα είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμά τους, θα συνιστά πλέον ένα **Μεταμέσο**. Τα πολυμέσα, στα πλαίσια αυτά, διευρύνουν την επικοινωνία ανθρώπου - μηχανής, ενώ η βασική αρχή που διέπει τη λειτουργία τους είναι η μετατροπή του χρήστη (user, usager) ενός συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών σε χειριστή του (operator, opérateur). Κάτω από το πρίσμα αυτό μια εφαρμογή πολυμέσων πρέπει να θεωρηθεί κάτι περισσότερο από το «ήχος και φως» της πληροφορίας, όπου αναμιγνύονται κομμάτια video, ήχος και δεδομένα. Η ελεύθερη μεταφορά bits από το ένα μέσο στο άλλο είναι ο χώρος στον οποίο ανήκει το πεδίο των πολυμέσων. Το μέσο δεν είναι πια το μήνυμα στον ψηφιακό κόσμο αλλά μια ενσάρκωση του μηνύματος. Ένα μήνυμα είναι δυνατόν να αποδίδεται με πολλαπλούς τρόπους, που όλοι ωστόσο προέρχονται από τα ίδια δεδομένα (N. Negroponte, 1995).

Τα πολυμέσα συνιστούν ταυτόχρονα μια νέα έννοια και μια διαφορετική ματιά σε παλαιότερες. Σχετίζονται με την έμφυτη ιδιότητα αλληλεπίδρασης των μέσων, γεγονός που προέρχεται από την ψηφιακή υφή των bits, καθώς και την αυξανόμενη ισχύ και την εκρηκτική παρουσία των υπολογιστών σε όλους τους τομείς. Σε αυτή την κατεύθυνση, η εκπαίδευση και η κατάρτιση γενικότερα, θα εμπλουτισθούν με εφαρμογές πολυμέσων. Η ανάπτυξη αλληλεπιδραστικών προγραμμάτων επιμόρφωσης μπορεί να σχεδιασθεί χρησιμοποιώντας επιπλέον και την έννοια του υπερκειμένου. Με άλλα λόγια, ο υπολογιστής ανακαλύπτει και τις παιδαγωγικές του δεξιότητες τις οποίες δεν είχε όταν επεξεργαζόταν δεδομένα μόνο σε μορφή κειμένου.

### 2.3. Το «μέλλον»

Στις μέρες μας νέοι τρόποι σκέψης και συμβίωσης αναπτύσσονται μέσα στον κόσμο των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής. Οι σχέσεις ανάμεσα στους ανθρώπους, την εργασία, ακόμα και την ίδια τη νοημοσύνη, είναι συνυφασμένες με την αδιάκοπη ανάπτυξη των πληροφορικών μέσων. Ζούμε σήμερα, μια από τις σπάνιες εκείνες περιόδους της ανθρωπότητας όπου η παλιά τάξη αναπαράστασης των γνώσεων ανατρέπεται αφήνοντας τη θέση της σε νέες μορφές γνώσης, σε νέες μορφές οργάνωσης του συλλογικού φαντασιακού και τρόπους κοινωνικής ρύθμισης όχι ακόμα σταθεροποιημένους. Εξ' αιτίας της ραγδαίας τεχνολογικής ανάπτυξης, η πληροφορική ανοίγει νέους εντελώς δρόμους για την οπτική έκφραση της σκέψης. Τεχνικές που επιτρέπουν στον άνθρωπο να «βυθιστεί» στο εσωτερικό τοπίων κατασκευασμένων από τον υπολογιστή έχουν ήδη μπει σε εφαρμογή και προκαλούν το όλο και περισσότερο εντεινόμενο ενδιαφέρον των επιστημόνων, των επιχειρηματιών, των ερευνητών σε διάφορους χώρους, συμπεριλαμβανομένων της εκπαίδευσης και των καλών τεχνών. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια εντάσσεται και η έννοια της δυνητικής (ή πλασματικής ή εικονικής) πραγματικότητας (virtual reality). Οι συνακόλουθες εκπαιδευτικές, πολιτισμικές και καλλιτεχνικές προκλήσεις είναι αναμφισβήτητα σημαντικές, ενώ δεν πρέπει επίσης να παραγνωρίζουμε την οικονομική και τη βιομηχανική τους διάσταση, όπως για παράδειγμα με την αμφίδρομη τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας, καθώς και τις ανησυχητικές πιθανώς επιπτώσεις τους για τη δημοκρατία και την κατάρτιση των πολιτών.

#### 2.3.1. Δυνητικές πραγματικότητες

Τα τελευταία χρόνια, η ραγδαία πρόοδος στον χώρο της συνθετικής εικόνας (image de synthèse), μέσω των πολλαπλών εφαρμογών της στους χώρους της καλλιτεχνικής δημιουργίας, της επιστημονικής έρευνας και των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, είναι ιδιαίτερα σημαντική. Ολοένα και περισσότερο, οι νέες τεχνολογίες της πληροφορικής αναθεωρούν και ανατρέπουν περιοχές και σύνορα. Η επιτυχία τους βασίζεται κατά κύριο λόγο πάνω σε τρεις πτυχές, οι οποίες ορίζουν ταυτόχρονα και τον καινοτόμο χαρακτήρα τους: προσομοίωση (simulation), αλληλεπιδραστικότητα (interactivity), πραγματικός χρόνος (real time). Η πραγματικότητα αναπαράγεται από τον υπολογιστή, τρισδιάστατα, με εκπληκτικό και άγνωστο μέχρι τώρα ρεαλισμό. Δεν ξέρουμε πλέον που τελειώνει το πραγματικό και που αρχίζει το φανταστικό. Οι πιο απίθανες φαντασμαγορίες έχουν ανακαλυφθεί σε μια κούρσα ταχύτητας ανάμεσα στην πραγματικότητα και το υπερφυσικό, μια κούρσα που πολλές φορές ξεπερνά και τις πιο τρελές χιμαιρικές σκέψεις. Αλλά, αν τις συνθετικές εικόνες απλά τις βλέπαμε, τις νέες «πλασματικές» εικόνες, καθαρό κατασκεύασμα μαθηματικών εξισώσεων, πρέπει να τις ζήσουμε, γιατί μας περικλείουν αντικαθιστώντας ολοκληρωτικά τον πραγματικό κόσμο, ενώ επιπλέον μπορούμε να τις αγγίζουμε, να επέμβουμε πάνω σε αυτές και να μεταμορφωθούν αυτόματα σε συνάρτηση με την επέμβαση.

Προφανώς, δεν είμαστε ακόμα σε θέση να αποτιμήσουμε σε όλες τους τις διαστάσεις τις πολύπλευρες επιπτώσεις του τεχνολογικού αυτού άλματος. Εντούτοις είναι γεγονός ότι η προσομοίωση αναθεωρεί όλες τις υπάρχουσες ιδέες μας πάνω στην αναπαράσταση, ανατρέπει τον έλεγχο του καθενός πάνω στην ίδια του την εικόνα, ενώ ταυτόχρονα ανοίγει την πόρτα σε μια «αποπροσωποποίηση» που μπορεί να είναι διεγερτική αλλά και επικίνδυνα αυταπατική. Ο πραγματικός χρόνος ανάμεσα στη δράση και την αντίδραση κόβει απότομα το περιθώριο σκέψης καθώς και της κριτικής θεώρησης που επέτρεπε μέχρι τώρα ένα έλεγχο. Γενικότερα, οι δυνητικοί κόσμοι καταλύουν μια θεμελιώδη αρχή: την τομή ανάμεσα στο θεατή και το θέαμα (ενός πίνακα, μιας ταινίας, μιας παράστασης) καθώς και τις τεχνικές της αναγνώρισης, ταυτοποίησης και αποστασιοποίησης που τη συνόδευαν. Τροποποιούν επίσης τη σχέση ανάμεσα στο δημιουργό και το ίδιο του το κατασκεύασμα. Με μια ακραία θεώρηση, η δυνητική εικόνα αναθεωρεί την ίδια την ιδέα του «άλλου». Δηλαδή, όπως το τονίζει ο Ph. Quéau (1993), και ας μην φοβόμαστε τις λέξεις, τις βάσεις του ανθρωπισμού και της δημοκρατίας.

Μέσα σε ένα **δυνητικό 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 μιας κατάλληλης πληροφορικής αρχιτεκτονικής, πιστεύει ότι είναι βυθισμένος μέσα σε ένα ιδιάζοντα κόσμο (κτήριο, πόλη, πλανήτη, κύτταρο κλπ.) όπου έχει την αίσθηση ότι μετακινείται, αγγίζει διάφορα αντικείμενα, ενώ μπορεί να παίρνει διάφορες πληροφορίες και έχει τη δυνατότητα να τροποποιεί ολοκληρωτικά το περιβάλλον του. Ο χρήστης έχει επίσης τη δυνατότητα, με τη βοήθεια μιας κατάλληλης τηλεπικοινωνιακής συσκευής, να συναντήσει άλλα άτομα που βρίσκονται εκατοντάδες ή και χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά. Σύμφωνα με τον Ph. Quéau (1992), οι δυνητικοί 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. Η **δυνητική πραγματικότητα** συνιστά λοιπόν ένα

αισθητό κόσμο στον οποίο ωστόσο δεν αντιστοιχεί καμιά φυσική οντότητα, εκτός αυτής των πληροφορικών αρχείων και προγραμμάτων. Είναι μια πραγματικότητα που καθιστά τον παρατηρητή ενεργό με το βλέμμα και το σώμα του και όχι εξ' αιτίας μιας οθόνης και μιας γραφικής διασύνδεσης (interface). Η τεχνολογία αυτή, αλλάζει με λίγα λόγια τον τρόπο επαφής και διαχείρισης του χώρου. Για παράδειγμα, εδώ και καιρό, με τη βοήθεια τέτοιων γραφικών διασυνδέσεων, έχουμε τη δυνατότητα να γνωρίζουμε οπτικά το περιεχόμενο της μνήμης των υπολογιστών. Αντίθετα, η «δυνητική πραγματικότητα» πάει πολύ πιο μακριά, μεταφέροντάς μας στην άλλη πλευρά της οθόνης, βυθίζοντάς μας, όπως παρατηρεί ο P. Lévy (1991), μέσα σε ένα αισθητικο-κινητικό μπάνιο φανταστικών κόσμων. Οι κόσμοι αυτοί δεν διέπονται πλέον από τη φυσική της κοινής πραγματικότητας και συνεπώς μπορούν να μετασχηματισθούν αρκετά εύκολα τις περισσότερες φορές από τη δραστηριότητα των εξερευνητών τους.

Σύμφωνα με τον Ph. Quéau (1993), οι δυνητικές εικόνες θα επιτελέσουν το ρόλο μιας νέας γλώσσας που συνιστά μια ολική ρήξη στην ιστορία της αναπαράστασης. Στον αντίποδα των κλασικών εικόνων, μια δυνητική εικόνα δεν πραγματοποιείται πλέον με βάση ένα προϋπάρχον πραγματικό μοντέλο, αλλά με βάση μια μαθηματική εξίσωση. Δεν είναι πια μόνο ένα αντικείμενο, μια επιφάνεια αλλά μπορεί να γίνει ένας τόπος, ένας χώρος. Σε αντίθεση με τις κλασικές εικόνες, μια δυνητική εικόνα δεν περιέχει πάντα μόνο αυτό που βλέπουμε. Επιδρώντας πάνω της, μπορούμε να πάμε να δούμε και άλλα πράγματα πέρα από τα ήδη ορατά, μπορούμε να κάνουμε το γύρο, να μπούμε μέσα. Η χρήση του υπολογιστή και των μαθηματικών μοντέλων για τη δημιουργία των δυνητικών εικόνων τις αποδεσμεύει από την αναγκαιότητα μιας προϋπάρχουσας ορατής πραγματικότητας, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με τη φωτογραφία ή τον κινηματογράφο. Ενώ μέχρι τώρα, τα μαθηματικά και η πληροφορική περιοριζόταν στη διαχείριση αυτού που ήταν, εκ των προτέρων, μαθηματικοποιήσιμο, όπως η τροχιά των πλανητών, η οικονομία, κλπ., εφεξής, με τη βοήθεια δυνητικών συλλήψεων, μπορούμε να προσομοιώσουμε μορφές ζωής οι οποίες δεν αποτελούν το ζωντανό, αλλά το «οιονεί ζωντανό».

### 2.3.2. Εκπαιδευτικές εφαρμογές των δυνητικών κόσμων

Μπορούμε να αναλογιστούμε σημαντικές εκπαιδευτικές εφαρμογές της δυνητικής πραγματικότητας. Σε κάθε περίπτωση, όλα εξαρτώνται από τη μελλοντική εξέλιξη της εργονομίας των διασυνδέσεων (interfaces), της ένταξής 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 δυνητική 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 δυνητικό κόσμο. Είναι επίσης εμφανής ο ανθρωποκεντρικός χαρακτήρας της τεχνολογίας αυτής, η οποία ολοκληρώνει μια σειρά από τεχνικές με γνώμονα την ικανότητά τους να λειτουργούν ως προεκτάσεις των ανθρώπινων αισθήσεων. Το όλο σύστημα οικοδομείται γύρω από το ανθρώπινο σώμα που στην περίπτωση αυτή συνιστά το πραγματικό μέσο διασύνδεσης (interface) ανάμεσα στο χρήστη και τη μηχανή. Με τη δυνητική 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 δυνητικών κόσμων με ενδιαφέρουσες επιπτώσεις στις μαθησιακές διαδικασίες. Ο χρήστης μιας δυνητικής 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 δυνητικές 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 τα βασικά σημεία των οποίων στρέφονται γύρω από τους πιο κάτω άξονες (Α. Μικρόπουλος και αλ., 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 δυνητικών 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 με την εμπειρία στα δυνητικά 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. Σύνθεση «παρελθόντος» με «παρόν» και «μέλλον»: «ανοικτά» και «κλειστά» πληροφορικά περιβάλλοντα**

Όταν αναφερόμαστε σε «πληροφορικά περιβάλλοντα μάθησης» ή σε «υπολογιστική υποστήριξη της μάθησης» δεν εννοούμε μόνο τη βοήθεια προς το μαθητευόμενο ώστε να προσεγγίσει και να αφομοιώσει μια προκαθορισμένη από το αναλυτικό πρόγραμμα ύλη, αλλά και στην ενίσχυσή 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 εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως δυσχέρειες τεχνικής και θεσμικής υφής καθώς επίσης και από τον ανθρώπινο παράγοντα και απαιτεί για την πραγμάτωσή τους μεθοδική αντιμετώπιση μέσω διεπιστημονικής προσέγγισης. Όπως παρατηρεί ο P. Mendelsohn (1992), 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). Από όσα προηγήθηκαν γίνεται φανερό ότι οι τρεις μεγάλες περίοδοι - τάσεις εφαρμογής των νέων νοητικών τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία όχι μόνο δεν είναι ανταγωνιστικές αλλά συνιστούν ένα συμπληρωματικό σύστημα με εναλλακτικές προοπτικές το οποίο οφείλει να αξιοποιηθεί κατάλληλα ώστε να επιτευχθούν θεωρήσιμα γνωστικά αποτελέσματα.

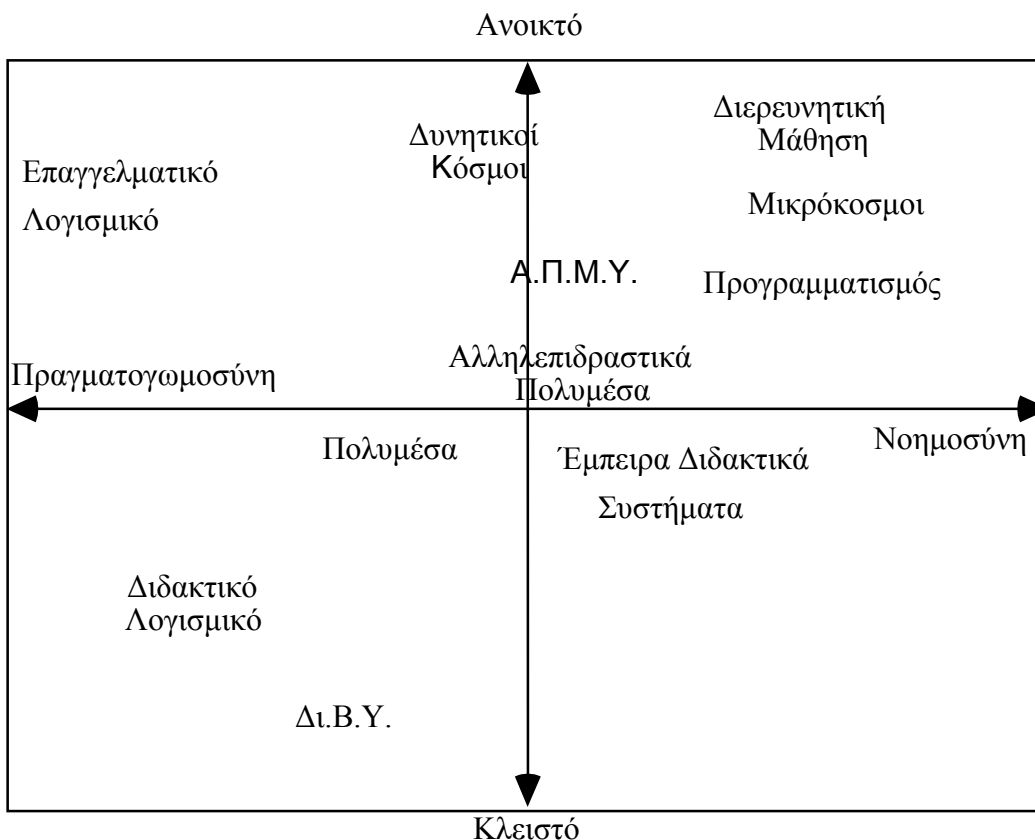
Τα περιβάλλοντα μάθησης που εντάσσονται στην πρώτη τάση (Δι.Β.Υ., Αυτόνομη Μάθηση, LOGO, Τεχνητή Νοημοσύνη, Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα) έχουν από καιρό επιδειξί τις δυνατότητες και τα όριά τους, ενώ τα λεγόμενα Ανοικτά Προγραμματιστικά Περιβάλλοντα Μάθησης και η Διερευνητική Μάθηση, που συνιστούν από παιδαγωγική σκοπιά εξέλιξη αυτής της τάσης, βρίσκονται ήδη σε πειραματική εφαρμογή με ανοικτές προοπτικές και υπόσχονται πολλά στην ανανέωση της προβληματικής για τη χρήση της υπολογιστικής τεχνολογίας κυρίως στη Γενική Παιδεία. Η δεύτερη μεγάλη τάση, που εκφράζεται από τις παιδαγωγικές εφαρμογές των υπερμέσων και των πολυμέσων και τις πρόσφατες αλληλεπιδραστικές εκδοχές τους, βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη ενώ η ίδια η τεχνολογική εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων και οι τεχνικές ολοκλήρωσης με τις τεχνολογίες της εικόνας και του ήχου, θέτουν σε νέα βάση τις ενδεχόμενες παιδαγωγικές τους χρήσεις σε τομείς που μέχρι τώρα δεν ήταν δυνατόν να αποτελέσουν πεδίο εφαρμογής των εκπαιδευτικών τεχνολογιών. Η τρίτη τάση, που οριοθετείται όπως είδαμε από τους λεγόμενους δυναμικούς κόσμους, παραμένει ακόμα ουσιαστικά μέσα στα εργαστήρια των πιο πρωτοποριακών ερευνητικών ομάδων, αλλά οι εκπαιδευτικές εφαρμογές της σε πολλούς τομείς είναι εμφανείς στο εγγύς τεχνολογικό μέλλον.

Η ταξινόμηση των παραπάνω πληροφορικών περιβαλλόντων μάθησης μπορεί να γίνει με βάση ένα ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων (σχήμα 1) που ορίζεται από τον κάθετο άξονα που αφορά το πόσο «ανοικτό» στις πράξεις του υποκειμένου είναι το πληροφορικό σύστημα και τον οριζόντιο άξονα που χαρακτηρίζει τον τύπο των γνώσεων που μπορεί να ευνοήσει το εν λόγω πληροφορικό σύστημα και τη βοήθεια που μπορεί να επιφέρει ως προς το είδος της μάθησης. Ο κάθετος άξονας με λίγα λόγια εκφράζει τον «**ανοικτό**» ή «**κλειστό**» χαρακτήρα ενός πληροφορικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, τη δυνατότητα δηλαδή της χρησιμοποίησης ενός ευρέους ή όχι φάσματος λειτουργιών και εντολών στο εκάστοτε θεωρούμενο πληροφορικό σύστημα. Ενώ ένα «κλειστό» περιβάλλον συνιστά ένα περιορισμένο χώρο όπου ο μαθητευόμενος απαντά χωρίς εντούτοις να δρα αληθινά, στο «ανοικτό» περιβάλλον αντίθετα βρίσκεται σε ένα χώρο με περισσότερους βαθμούς ελευθερίας. Ένας «μικρόκοσμος» για παράδειγμα, ο

προγραμματισμός με LOGO, το λογισμικό που εντάσσεται στα πλαίσια της διερευνητικής μάθησης, η εκμάθηση ενός επαγγελματικού λογισμικού (επεξεργασία κειμένου, λογιστικό φύλλο κλπ.) καθώς και η περιπλάνηση σε ένα δυνητικό κόσμο συνιστούν στον ένα ή στον άλλο βαθμό «ανοικτά» πληροφορικά περιβάλλοντα, ενώ ένα πρόγραμμα Δι.Β.Υ. πολλαπλών επιλογών ή ένα πρόγραμμα πολυμέσων με περιορισμένες επιλογές και έλλειψη αλληλεπιδραστικότητας είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα «κλειστών» πληροφορικών περιβαλλόντων στα πλαίσια των οποίων ο μαθητευόμενος έχει ένα σχετικά παθητικό ρόλο. Ένα «κλειστό» πληροφορικό περιβάλλον είναι συνυφασμένο με τη διδασκαλία και τη μάθηση που είναι καταναμημένες σύμφωνα με ένα ορισμένο αναλυτικό πρόγραμμα, επικεντρώνεται στην πρόσκτηση συγκεκριμένων γνώσεων και στοχεύει κατά κανόνα σε βραχυπρόθεσμα μαθησιακά αποτελέσματα ενώ προϋποθέτει σταθμισμένες παρεμβάσεις εκ μέρους του εκπαιδευτικού. Σε ένα «ανοικτό» πληροφορικό περιβάλλον προέχει η παιδαγωγική που αφορά τις δραστηριότητες με πιο μακροπρόθεσμες μαθησιακές φιλοδοξίες, ευνοείται η πρόσκτηση δεξιοτήτων και δομών, δίνεται έμφαση στις απαιτούμενες γνωστικές διεργασίες ενώ ο ρόλος του εκπαιδευτικού περιορίζεται σημαντικά και ενέχει κυρίως συμβουλευτικό χαρακτήρα. Ο οριζόντιος άξονας ορίζεται από το είδος της ευνοούμενης από το πληροφορικό περιβάλλον μάθησης και στο αριστερό του άκρο τοποθετούνται τα εξειδικευμένα σε ένα τομέα περιβάλλοντα (όπως επαγγελματικό λογισμικό τύπου επεξεργαστές κειμένου, βάσεις δεδομένων, λογισμικό γραφικών κλπ., συγκεκριμενοποιημένο σε ένα γνωστικό χώρο διδακτικό λογισμικό μορφής Δι.Β.Υ. ή προγράμματα πολυμέσων) - η **πραγματογνωμοσύνη** - ενώ στο άλλο άκρο τάσσονται εκείνα τα περιβάλλοντα που προωθούν όχι πλέον συγκεκριμένες και στοχευμένες γνωστικές ενότητες στα πλαίσια του αναλυτικού προγράμματος αλλά γενικότερους μηχανισμούς της γνωστικής λειτουργίας (σχεδιοποίηση των πράξεων, ευρετικές μέθοδοι, λύση προβλημάτων, κλπ.)- η **νοημοσύνη** -. Τέτοια περιβάλλοντα είναι οι «μικρόκοσμοι», ο προγραμματισμός σε γλώσσες τύπου LOGO ή SMALLTALK<sup>15</sup>, τα περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης και σε λιγότερο ίσως βαθμό τα έμπειρα διδακτικά συστήματα. Το χώρο στο μέσο του άξονα καταλαμβάνουν τα αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα μάθησης με υπολογιστή, τα αλληλεπιδραστικά πολυμέσα και οι δυνητικοί κόσμοι, που ανάλογα το θέμα που διαπραγματεύονται μπορούν να ενταχθούν στη μια ή στην άλλη πλευρά του φάσματος.



**Σχήμα 1**  
**Χαρτογραφία των πληροφορικών περιβαλλόντων μάθησης\***



Κάθετος άξονας: πληροφορικό σύστημα - Οριζόντιος άξονας: είδος μάθησης

#### **4. 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 και μάλιστα από την πρώτη βαθμίδα; Είναι φανερό ότι ως απόρροια των λογικών χρήσης και ως συνέχεια της τεχνολογικής ανάπτυξης, οι τρεις κύριοι πόλοι των νέων τεχνολογιών, η **πληροφορική**, τα σύγχρονα **οπτικοακουστικά μέσα** και οι **τηλεπικοινωνίες** τείνουν προς την ολοκλήρωσή 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. Όπως παρατηρεί ο Η. Dieuzeide (1994), κάθε τεχνική που χρησιμοποιείται χωριστά ελκύει το χρήστη προς μια ιδιαίτερη εφαρμογή, η οποία καθορίζεται από τις δυνατότητες και τα όριά της. 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 διαχείρισή τους. Γίνεται εντούτοις πιο εύκολη η χρήση των τεχνολογιών αυτών ώστε να αναπτυχθούν δραστηριότητες - πηγή καινούργιων τρόπων μάθησης κάθε γνωστικού αντικειμένου (X. Κυνηγός, 1995), διαφαίνεται δηλαδή άμεσα η προοπτική υλοποίησης του ολοκληρωμένου πρότυπου εισαγωγής των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική πραγματικότητα (V. Makrakis, 1988).

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 1) 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**  
**Πανόραμα των δυνατών χρήσεων των εκπαιδευτικών τεχνολογιών**

Τυπολογία Υλικού / Λογισμικού	Βασικές Δραστηριότητες	Παιδαγωγικοί Στόχοι	Παιδαγωγική Αντίληψη / Ψυχολογικό ρεύμα	Εκπρόσωποι
<b>Δι.Β.Υ.</b> (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 μπηχαβιορισμός	Skinner, Crowder
<b>Αυτόνομη μάθηση</b>  <b>Ευρετική μάθηση</b>  <b>LOGO</b>	Προγραμματισμός με συναρτησιακές γλώσσες, Δημιουργία διαδικασιών Εκσφαλμάτωση, Επίλυση προβλημάτων, Γραφικά, Υλοποίηση προσωπικών σχεδίων, Εξερεύνηση γεωμετρικών & εννοιολογικών μικρόκοσμων	Υπολογιστής μέσο προσωπικής έκφρασης, Αυθόρμητη μάθηση του 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, Κονστрукτιβισμός Μάθηση μέσω ανακάλυψης	Bruner, Piaget, Papert
<b>Διερευνητική μάθηση</b>  <b>Ανοικτά Προγραμματιστικά Περιβάλλοντα Μάθησης</b>	Μαθηματικές δραστηριότητες, Επίλυση προβλημάτων, Προγραμματισμός σε ανοικτό και φιλικό περιβάλλον, Πειραματισμός	Μάθηση σε μικρές ομάδες, Διαλογική σχέση δασκάλου-μαθητή, Συμβολική έκφραση, διερεύνηση λογικο-μαθηματικών εννοιών μέσω προγραμματιστικών εφαρμογών, Έκφραση και διερεύνηση ιδεών, 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
<b>Τεχνητή νοημοσύνη</b>  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	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, Wiener

	συλλογισμών			
Τυπολογία Υλικού / Λογισμικού	Βασικές Δραστηριότητες	Παιδαγωγικοί Στόχοι	Παιδαγωγική Αντίληψη / Ψυχολογικό ρεύμα	Εκπρόσωποι
<b>Πολυμέσα, Υπερμέσα</b>  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
<b>Επαγγελματικό Λογισμικό:</b> Κειμενογράφοι, Επιτραπέζια Εκδοτικά Συστήματα, Σχεδιαστικά, Βάσεις Δεδομένων, Επεξεργασία Εικόνων, κλπ.	Γραπτή Έκφραση, Ελεύθερη και γραμμική σχεδίαση, Ολοκλήρωση των 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
<b>Δίκτυα</b>	Επικοινωνία μεταξύ χρηστών, Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, Αναζήτηση και 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	Κοινωνική Παιδαγωγική	Negroponte
<b>Προσομοιώσεις</b>	Πειραματισμός μοντέλων, καταστάσεων, φαινομένων	Ανάπτυξη πρωτοβουλίας κινήσεων, ανακάλυψη μοντέλων, παραμέτρων	Κοινωνική μάθηση	Vygotsky, Bandura
<b>Δυνητική Πραγματικότητα</b>	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. Quéau
<b>Ηλεκτρονικά παιγνίδια</b>	Παιγνίδι, Μορφές ψυχαγωγίας, Παιγνίδια ρόλων, Μάθηση χρήσης του υπολογιστή, Κοινωνικές-συλλογικές δραστηριότητες	Ανάπτυξη αντανάκλαστικών, Κινητικές δεξιότητες, Έρευνα στρατηγικών, Προσωπική εμπλοκή, Έλεγχος γεγονότων		

## Βιβλιογραφία

- BARON G.-L. et DE LA PASSARDIERE B., «Médias, multi et hypermédias pour l'apprentissage : points de repère sur l'émergence d'une communauté scientifique» in Actes des journées «Hypermédias et apprentissages» Premières journées scientifiques, 24-25 Septembre 1991.
- BARON M., GRAS R. et NICAUD J.-F., Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur, Troisièmes journées EIAO de Cachan, EYROLLES, 1993.
- BOSSUET G., L'ordinateur à l'école, P.U.F., 1982.
- BRUNER J.-S., Le développement de l'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.
- FASANO C., Les nouvelles technologies de l'information, un défi pour l'éducation, OCDE, 1985.
- DeCORTE E., «Toward Embedding Enriched Logo-Based Learning Environments in the School Curriculum: Retrospect 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 l'ordinateur pour la formation, OPHRYS, 1992.
- DIEUZEIDE H., Les nouvelles technologies, Outils d'enseignement, NATHAN, 1994.
- DISESSA A. and ABELSON H., BOXER: A Reconstructible 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 l'information et de la communication dans le processus d'apprentissage et application par l'étude de leurs représentations chez des élèves de 9 à 12 ans», Thèse de Doctorat, Université Paris 7, Décembre 1993.
- KONTOΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ - 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. & αλ. «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, hypermédia, P.U.F., 1992.
- LÉVY P., L'idéographie dynamique, vers une imagination artificielle ? LA DÉCOUVERTE, 1991.
- LÉVY P., La machine univers. Création, cognition et culture informatique, LA DÉCOUVERTE, 1987.
- LÉVY P., Les technologies de l'intelligence, L'avenir de la pensée à l'ère informatique, LA DÉCOUVERTE, 1990.
- LINARD M., Des machines et des hommes, apprendre avec les nouvelles technologies, ÉDITIONS UNIVERSITAIRES, 1990.
- MAKRAKIS V., Computers in Education, Studies in International and Comparative Education, Stockholm of International Education, 1988.

- MENDELSON P., «L'ordinateur dans l'enseignement», Actes de la Troisième Rencontre Francophone de la Didactique de l'Informatique, 1992, pp. 53-63.
- ΜΙΚΡΟΠΟΥΛΟΣ Α. και αλ., «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., «The Architecture machine», Cambridge, MIT Press, 1970,
- NEGREPONTE N., Being digital, A. A. Knopf, 1995.
- NICAUD J.-F., VIVET M., «Les tuteurs intelligents : réalisations 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.
- ΡΑΙΠΤΗΣ (Ν.), Εκπαιδευτικές χρήσεις της πληροφορικής, δακτυλογραφημένο, 1993.
- PAPERT S., Mind-Storms, Children, Computers and Powerful Ideas, Basic Books, 1980.
- PAQUETTE G., «Les hypermédias - outil technologique» in Actes des journées «Hypermédias et apprentissages», Premières journées scientifiques, 24-25 Septembre 1991.
- PEA D. ROY, KURLAND D. MIAU (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 l'usage, FLAMMARION, 1989.
- Pour la Science, «Le cerveau et la pensée», no 181, spécial, Novembre 1992.
- QUÉAU P., «Clones et nouveaux scribes» in «Le Monde», 18-2-1993, p. 28.
- QUÉAU P., «La puissance du virtuel», Culture Technique No 24, 1992, pp. 245-252.
- SIMON J.-C., L'éducation et l'informatisation de la société, rapport au président de la République, La Découverte, 1980.
- SOLOMON C., «Computer Environments for Children, A Reflection on Theories of Learning and Education», MIT Press, 1986.
- VERGNAUD G., L'enfant, la mathématique et la réalité, PETER LANG, 1981.

<sup>1</sup>Στο SIMON J.-C., «L'éducation et l'informatisation de la société, rapport au président de la République», 1980, σ. 180.

<sup>2</sup>Προερχόμενη από τη γλώσσα LISP, η LOGO δεν προτείνεται ως μια απλή γλώσσα προγραμματισμού. Στο σημείο σύγκλισης της Τεχνητής Νοημοσύνης και των παιδαγωγικών επιστημών, αποτελεί το προϊόν της συνεργασίας ψυχολόγων, επιστημόνων πληροφορικής, παιδαγωγών και μαθηματικών. Συνίσταται σε ένα σφαιρικό παιδαγωγικό σχέδιο το οποίο συγκεντρώνει στοιχεία λογισμικού και υλικού στοχεύοντας στην ανατροπή της παραδοσιακής διδασκαλίας. Το πιο σημαντικό βιβλίο πάνω στην LOGO είναι του S. PAPERT, **Mind-Storms, Children, Computers and Powerful Ideas**, Basic Books, New York, 1980.

<sup>3</sup>Πρόδρομος της Δι.Β.Υ., κατά τη δεκαετία του '60, υπήρξε η λεγόμενη «προγραμματισμένη διδασκαλία» με τη χρήση «διδακτικών μηχανών» που προηγήθηκε της παιδαγωγικής χρήσης του υπολογιστή.

<sup>4</sup>Όπως τονίζει ο G. Bossuet (1982) η κλασική Δι.Β.Υ. (στα πλαίσια της οποίας η ροή ελέγχεται από τον υπολογιστή) δεν είναι τίποτα άλλο παρά μία μονόδρομη σχέση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό (Ε), τον υπολογιστή (Υ) και το μαθητή (Μ) σύμφωνα με το σχήμα **E --> Υ** (μέσω προγραμματισμού του λογισμικού) **Υ--> Μ** (κατά τη διάρκεια της χρήσης του προγράμματος-μαθήματος).

<sup>5</sup>Ένας «μικρόκοσμος» σύμφωνα με τον S. Papert συνιστά ένα εκκολαπτήριο γνώσης προσφέροντας τη δυνατότητα στο μαθητή - λόγω της ιδιότητάς του να προσομοιώνει τον πραγματικό κόσμο - να εξερευνά εκ των έσω ένα γνωστικό αντικείμενο. Ένας «μικρόκοσμος» συνίσταται από ένα σύνολο αντικειμένων και σχέσεων καθώς και ένα σύνολο λειτουργιών που επιδρούν πάνω στα αντικείμενα, τροποποιώντας τις σχέσεις τους και δημιουργώντας νέα αντικείμενα. Είναι ένα ανοικτό πληροφορικό σύστημα μέσα στο οποίο ο μαθητής μπορεί να εξερευνήσει ένα χώρο με ένα ελάχιστο συμβουλών, συνδυάζοντας τις εντολές κάποιας γλώσσας. Για τους εμπνευστές τέτοιων «κόσμων» το ζητούμενο είναι η ανάπτυξη υψηλού επιπέδου γνωστικών δεξιοτήτων που να μεταφέρονται σε ποικίλες καταστάσεις.

<sup>6</sup>Η εκσφαλμάτωση συνιστά θεμελιώδη έννοια του προγραμματισμού από τα παιδιά γιατί τα υποχρεώνει να ανακαλύπτουν τα λάθη τους, βοηθώντας τα να έχουν επίγνωση των νοητικών τους λειτουργιών κατά τη λύση ενός προβλήματος. Η ιδιότητα της εκσφαλμάτωσης είναι μια μεταγνωστική δεξιότητα και ξέρουμε πως η μεταγνώση συνιστά ένα ώριμο αναπτυξιακό επίτευγμα του παιδιού που του επιτρέπει να ελέγχει τις νοητικές του λειτουργίες.

<sup>7</sup>Βλέπε PEA D. ROY, KURLAND D. MIAU (1984) «On the cognitive effects of learning computer programming». *New Ideas in Psychology*, Vol. 2, No 2, σελ. 137-168.

<sup>8</sup>Οι έρευνες που αφορούν τη μαθηματική εκπαίδευση συγκλίνουν στη διαπίστωση ότι οι δυσκολίες μάθησης των μαθηματικών έχουν ρίζες που οφείλονται στην αδυναμία να διασυνδεθούν νοητικά οι έννοιες με τα σύμβολα και το φορμαλισμό τους από τους μαθητευόμενους (G. Vergnaud, 1981).

<sup>9</sup>Χρησιμοποιείται επίσης και ο όρος **Logo-like ολοκληρωμένα προγραμματιζόμενα περιβάλλοντα**.

<sup>10</sup>Όπως τα Cabri-Géomètre (γεωμετρία), Derive (μαθηματικά) και Interactive Physics (φυσική) που κατέχουν εξέχουσα θέση στο χώρο της χρήσης της υπολογιστικής τεχνολογίας στην εκπαίδευση.

<sup>11</sup>Ένα έμπειρο σύστημα (Expert System) είναι ένα πρόγραμμα που εμπεριέχει το σύνολο των γνώσεων που χρειάζονται σε ένα εμπειρογνώμονα που δουλεύει σε ένα συγκεκριμένο πεδίο και βοηθά τους μη ειδικούς στην προσπάθειά τους να επιλύσουν προβλήματα. Το έμπειρο σύστημα λειτουργεί ως ενδιάμεσο ανάμεσα στο εμπειρογνώμονα ενός πεδίου γνώσεων και σε ένα δυναμικό χρήστη του εν λόγω γνωστικού πεδίου. Σε αντίθεση με το διδιάστατο κλασικό προγραμματισμό (πρόγραμμα, δεδομένα) το έμπειρο σύστημα εμπεριέχει τρία συστατικά: τη βάση γνώσεων (knowledge base, base de connaissances) που περιέχει όλες τις σχετικές με ένα γνωστικό τομέα πληροφορίες, τη βάση γεγονότων (base de faits) που περιέχει τα σχετικά με το προς λύση πρόβλημα δεδομένα και τον κινητήρα αναγωγών ή μηχανή συμπερασμάτων (Inference Engine, moteur d'inférence) που συνιστά το πρόγραμμα το οποίο ανατρέχει στη βάση γνώσεων για να λύσει το πρόβλημα που ορίζεται από τα δεδομένα που περιέχονται στη βάση γεγονότων.

<sup>12</sup>Το «μοντέλο μαθητή» είναι η αναπαράσταση για τη μηχανή του μαθητευόμενου, βάσει των χαρακτηριστικών και της προηγούμενης απόδοσής του, που έχουν απομνημονευθεί από τη μηχανή, με στόχο την καλύτερη προσαρμογή των παιδαγωγικών αποφάσεων στην προσωπική του μαθησιακή διαδρομή.

<sup>13</sup>Το πρόθεμα «υπερ» χρησιμοποιείται με τη μαθηματική του έννοια, του "υπερχώρου", δηλαδή ενός χώρου με η διαστάσεις.

\*Ο όρος υπερμέσο (hypermedia) εμπεριέχει αυτόν του υπερκειμένου. Ένα υπερμέσο είναι ένα υπερκείμενο του οποίου οι κόμβοι περιέχουν κι άλλα στοιχεία πληροφορίας όπως ήχο, εικόνα, γραφικά, video κ.λπ.

<sup>14</sup>Το Hypercard είναι χρονικά το πρώτο από τα υπερμέσα. Δημιουργήθηκε για υπολογιστές Macintosh, και βασίζεται στη μεταφορά της κάρτας (card), το βασικό στοιχείο πληροφορίας. Ένα σύνολο καρτών σχηματίζει μια στήλη (stack). Οι σύνδεσμοι ανάμεσα στις κάρτες διασφαλίζονται από κουμπιά τα οποία είναι προσεταιρισμένα σε scripts, δηλ. σε προγράμματα που ορίζουν τη δράση την οποία ενεργοποιούν τα αντίστοιχα κουμπιά. Οι λειτουργίες του Hypercard είναι οργανωμένες σε πέντε επίπεδα τα οποία αντιστοιχούν σε πέντε βαθμούς οργάνωσης των γνώσεων: 1) πλοήγηση, 2) κείμενο, 3) γράφημα, 4) συγγραφή, 5) προγραμματισμός με την ενσωματωμένη γλώσσα HypeTalk. Η οργάνωση των δεδομένων είναι ανεξάρτητη του επιπέδου.

<sup>15</sup>Η Smalltalk παρουσιάστηκε το 1976, και χαρακτηρίζεται από τον προσανατολισμό της προς την περιγραφή σύνθετων σχέσεων μεταξύ αντικειμένων. Η θεμελιώδης έννοια της γλώσσας αυτής είναι η έννοια του μηνύματος που επιτρέπει στα διάφορα αντικείμενα (ή κλάσεις αντικειμένων) να

---

επικοινωνούν μεταξύ τους. Η Smalltalk συνιστά μια από τις πρώτες γλώσσες προγραμματισμού που εισαγάγουν την έννοια του αντικειμενοστραφούς (object oriented) προγραμματισμού.

\*Η χαρτογραφία αυτή επεκτείνει την προτεινόμενη από τον P. Mendelsohn χαρτογραφία στο άρθρο του «L'ordinateur dans l'enseignement» στο Actes de la Troisième Rencontre Francophone de la Didactique de l'Informatique, 1992, σελ. 53-63.