

Εκπαιδευτικό Λογισμικό Πολυμέσων / Υπερμέσων;

Τάσος Α. Μικρόπουλος

Εκπαιδευτικό Λογισμικό

Εκπαιδευτικό λογισμικό με την αυστηρή έννοια του όρου θεωρείται το λογισμικό που εμπεριέχει διδακτικούς στόχους, ολοκληρωμένα σενάρια, interface και αλληγορίες με παιδαγωγική σημασία, και κυρίως επιφέρει συγκεκριμένα μαθησιακά αποτελέσματα. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για εκπαιδευτικούς σκοπούς δεν πληροί πάντοτε αυτές τις συνθήκες. Συνήθως ο όρος εκπαιδευτικό λογισμικό συμπεριλαμβάνει και πακέτα εφαρμογών επιμορφωτικού, εγκυκλοπαιδικού και ψηφιαγωγικού τύπου που συχνά αναφέρεται με τον Αμερικάνικο νεολογισμό edu-trainment.

Εκπαιδευτικά λογισμικά μπορούν να χαρακτηρισθούν διάφοροι τύποι πακέτων:

- Λογισμικό γενικής χρήσης όπως αυτοματισμού γραφείου και επικοινωνιών
- Γλώσσες προγραμματισμού διαδικαστικού ή μη τύπου
- Παιχνίδια κυρίως στρατηγικής
- Πακέτα εξάσκησης και πρακτικής (drill & practice)
- Προσομοιώσεις
- Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα ανοικτού τύπου
- Τεχνητή νοημοσύνη, έμπειρα συστήματα (artificial intelligence. Intelligent tutoring systems)
- Νευρωνικά δίκτυα
- Εικονική πραγματικότητα
- Πολυμέσα / υπερμέσα στατικά ή προσαρμοστικά.

Στα εκπαιδευτικά πακέτα λογισμικού συνήθως η χρησιμοποιούμενη ορολογία δεν αποδίδει την αυστηρή έννοια του όρου, με αποτέλεσμα να μη γίνεται πλήρης εκμετάλλευση των δυνατοτήτων συγκεκριμένων τεχνολογιών. Είναι για παράδειγμα συνηθισμένα τα φαινόμενα όπου οι εκπαιδευτικές προσομοιώσεις είναι απλές οπτικοποιήσεις, ή πακέτα τεχνητής νοημοσύνης αποτελούνται από ένα μικρό σύνολο εντολών τύπου "if... then".

Τα πακέτα εκπαιδευτικού λογισμικού συνήθως συνδυάζουν περισσότερες από μια από τις παράπονα) κατηγορίες. Ιδιαίτερα εξαιτίας της ταχύτατης ανάπτυξης των τεχνολογιών υλικού και λογισμικού, σχεδόν κάθε κατηγορία πλέον επενδύεται με πολυμεσικά στοιχεία και υπερμεσικά χαρακτηριστικά. Το σύνθετο όμως είναι η εμφάνιση εκπαιδευτικού υλικού το οποίο βασίζεται ουσιαστικά στα πολυμέσα και τα υπερμέσα.

Λογισμικό υπερμέσων - πολυμέσων

Τα πολυμέσα αποτελούν κυριολεκτικά έναν συντονισμένο τρόπο διαχείρισης

διαφορετικών τεχνολογιών που απευθύνονται σε περισσότερες από μια αισθήσεις. Θεωρούνται πολύ καλά εποπτικά μέσα υπό τον απόλυτο έλεγχο του εκπαιδευτικού.

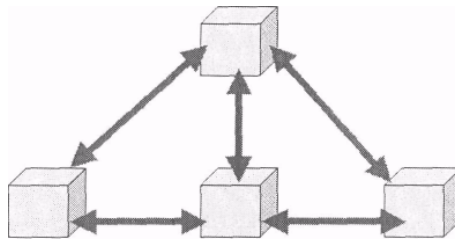
Αποτελούν όμως εκπαιδευτικό και ιδιαίτερα διδακτικό εργαλείο;

Αυτό που τα χαρακτηρίζει είναι ουσιαστικά η εκμετάλλευση των τεχνολογικών τους χαρακτηριστικών. Είναι δηλαδή φορείς πληροφοριών με τη μορφή πολλαπλών αναπαραστάσεων. Ένα εποπτικό μέσο εξάλλου καθορίζεται κυρίως από την τεχνολογία του, τα συστήματα συμβόλων που υποστηρίζει (κείμενο, λόγος, εικόνα, κλπ.), και τις δυνατότητες επεξεργασίας αυτών των συμβόλων. Οι γνωστικές διαδικασίες που προκύπτουν από τα χαρακτηριστικά του, είναι μάλλον έμμεσες. Πάντως το κυριότερο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας ενός μέσου είναι οι δυνατότητες που παρέχει για εκμετάλλευση των συστημάτων συμβόλων που περιέχει. Έτσι, ένας υπολογιστής πολυμέσων μπορεί να διαχειρίζεται διαφορετικά σύμβολα στις αναπαραστάσεις του από ότι κάποιος άλλος χωρίς αυτές, ο οποίος διαχειρίζεται μόνο κείμενο.

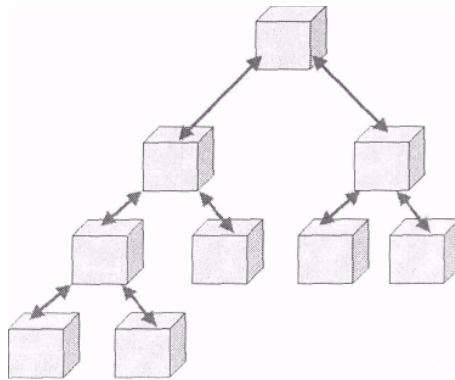
Τα συστήματα συμβόλων και οι δυνατότητες επεξεργασίας τους είναι τα στοιχεία που επιφέρουν επιπτώσεις στη μαθησιακή διαδικασία. Στην προσπάθεια πιο στενής προσέγγισης του πολυμεσικού συστήματος στη διδακτική πράξη, προστέθηκε το υπερκείμενο που αργότερα εξελίχθηκε σε υπερμέσα και σήμερα κατακλύζει κάθε εκπαιδευτική εφαρμογή. Σημαιολογικά, το υπερκείμενο αναφέρεται ως κείμενο με μη γραμμική οργάνωση, που επιτρέπει στον αναγνώστη να ακολουθεί δρόμους ανάγνωσης που βασίζονται στους δικούς του συσχετιζόμενους συνδέσμους και όχι ακολουθώντας τη συμβατική σειριακή ανάγνωση (Spiro & Jehng, 1990). Ο όρος δεν περιορίζεται στο κείμενο, αλλά περιλαμβάνει και τα υπόλοιπα πολυμεσικά στοιχεία που πλαισιώνουν τα υπερμέσα. Εννοιολογικά, τα υπερμέσα θεωρούνται ως μια οργάνωση συστημάτων για την αναπαράσταση και διαχείριση πληροφοριών σε ένα δίκτυο κόμβων συνδεδεμένων μεταξύ τους. Τέτοια συστήματα επιτρέπουν στο μαθητή να συνδέει και να συσχετίζει πληροφορίες, να δημιουργεί τις δικές του διαδρομές για την ανακάλυψη πληροφοριών, να εξάγει συμπεράσματα. Με την είσοδο των υπερμέσων σε συνδυασμό με την ευχρηστία των πακέτων συγγραφής εφαρμογών, οδήγησαν στην εμφάνιση μεγάλου όγκου εκπαιδευτικού λογισμικού υπερμέσων. Όπως φαίνεται από τα προηγούμενα, τέτοιου είδους εφαρμογές διαχειρίζονται πληροφορίες και τις παρουσιάζουν σύμφωνα με τις επιθυμίες του χρήστη. Για τη σύνδεση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας με παιδαγωγικές αρχές και μαθησιακά αποτελέσματα, έχουν προταθεί τρόποι σχεδίασης εφαρμογών υπερμέσων με τη χρήση των οποίων ο μαθητής αναπτύσσει πνευματικές δεξιότητες υψηλού επιπέδου. Μια πρόταση αποτελεί η υλοποίηση της γενικά αποδεκτής γνωστικής ταξινόμιας του Bloom (Σαβρανίδης, Μικρόπουλος, 1995). Οι αρχές της παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, ενώ οι βασικές δομές εφαρμογών στα Σχήματα 1.2 και 3.

Πίνακας 1. Γνωστική ταξινόμια και αναμενόμενες δεξιότητες

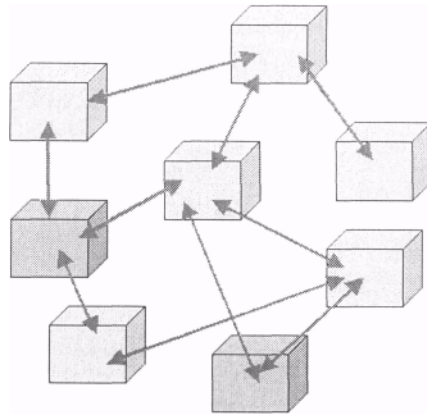
1	ΓΝΩΣΗ	αναγνώριση, προσδιορισμός, δήλωση
2	ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ	ερμηνεία, εξήγηση, αναθεώρηση
3	ΕΦΑΡΜΟΓΗ	επίλυση, χρήση, εκμετάλλευση
4	ΑΝΑΛΥΣΗ	σύγκριση, αντίθεση, αντιπαραβολή
5	ΣΥΝΘΕΣΗ	σχεδίαση, ανάπτυξη, προγραμματισμός
6	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	εκτίμηση, κριτική, κρίση, απόφαση



Σχήμα 1. Γραμμική σχεδίαση με άλματα. Αντιστοιχεί σε εφαρμογή πληροφορίας



Σχήμα 2. Δομή δένδρου



Σχήμα 3. Δομή δικτύου. Αντιστοιχεί σε σύνθεση πληροφοριών

Υπερμεσικές εφαρμογές αναπτύσσονται κατά κύριο λόγο με εργαλεία λογισμικού που ακολουθούν την αλληγορία του βιβλίου, του λογικού διαγράμματος, και τη ροή χρόνου. Όπως φαίνεται από τη δομή των εφαρμογών και τη φιλοσοφία των εργαλείων ανάπτυξης, τα στοιχεία που εκμεταλλεύονται είναι τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των μέσων, που αφορούν τη διαχείριση της πληροφορίας.

Σ' αυτό το σημείο παρουσιάζεται το **πρώτο πρόβλημα** με τις εκπαιδευτικές εφαρμογές που στην πλειονότητα τους παρουσιάζουν το περιεχόμενο τους με ελκυστικό τρόπο. Η παράθεση πληροφοριών με πολλαπλές αναπαραστάσεις και η άμεση πρόσβαση σε άλλες σχετικές πληροφορίες μπορεί να καλύπτουν γενικούς εκπαιδευτικούς στόχους που αφορούν σε δευτερογενή γνώση και στην άμεση ανάδραση, αλλά δεν προσθέτουν κάτι ουσιαστικά άμεσο στη διδακτική πρακτική. Εξάλλου, και από τεχνικής πλευράς η μελέτη ενός θέματος παρουσιασμένου σε μορφή υπερκειμένου δίνει την πληροφορία με αποσπασματικό και τμηματικό τρόπο. Ο αναγνώστης του ηλεκτρονικού κειμένου δεν έχει τη γενική εποπτεία όλου του θέματος για να εντυφλήσει βαθύτερα. Οι αναγνώστες ηλεκτρονικού κειμένου αρχικά δυσκολεύονται στη διαδικασία ανακάλυψης συνδέσεων για πρόσβαση στους σχετικούς κόμβους στους οποίους αναμένουν να εντοπίσουν την επιθυμητή πληροφορία, με αποτέλεσμα να απογοητεύονται από τη δομή του υπερκειμένου. Εμπειρικές έρευνες αναφέρουν ότι οι αναγνώστες αναφέρουν την έλλειψη μιας μακροδομής που να συνδέει με κάποιον τρόπο τους κόμβους υπερκειμένου που επισκέπτονται. Αυτό δεν αφορά στο χάρτη πλοήγησης που απλά δηλώνει το σημείο που βρίσκεται ο χρήστης στην εφαρμογή (Douglas). Εξάλλου, η σχέση του ανθρώπου με το βιβλίο είναι μοναδική και αναντικατάστατη (Ράπτης και Ράπτη, 1999). Η μελέτη του ηλεκτρονικού κειμένου δεν διευκολύνει τον αναγνώστη να έχει την αίσθηση του όλου και είναι συνηθισμένο το φαινόμενο της εκτύπωσης για απόκτηση συνολικής άποψης. Παραπλήσια προβλήματα προκύπτουν και από τα άλλα συστήματα συμβόλων. Η εύκολη διαχείριση εικόνας, λόγου και βίντεο έχουν ως αποτέλεσμα την κατάκλιση των εφαρμογών από τέτοιου είδους πολυμεσικά στοιχεία που αρκετές φορές

πλεονάζουν, δε βρίσκονται στην προσφορότερη θέση, δε συνδέονται άμεσα με τις σχετικές πληροφορίες και αποσπούν την προσοχή του χρήστη. Είναι επίσης συχνό το φαινόμενο των εκπαιδευτικών εφαρμογών υπερμέσων που εισάγουν το χρήστη σε έναν κυκεώνα πληροφοριών και αναπαραστάσεων φαινομένων και καταστάσεων για τα οποία δεν είναι απαραίτητη η χρήση του υπολογιστή. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της μεταφοράς γνωστών παιχνιδιών σε ηλεκτρονική μορφή που έχουν ως συνέπεια τη φυσική και κοινωνική απομόνωση ιδιαίτερα παιδιών μικρής ηλικίας.

Ακόμη, η υπερμεσική εφαρμογή δεν έχει τη συσκευασία για άμεση χρήση οπουδήποτε. Αυτό ίσως διορθωθεί με τα επερχόμενα ηλεκτρονικά βιβλία του τύπου "πολυμέσα τσέπης". Γενικά, το στοιχείο της άμεσης προσπέλασης μεγάλου όγκου πληροφοριών εκμεταλλεύεται τη γρήγορη πληροφορική τεχνολογία, και σημασιολογικά δεν απέχει από την αναζήτηση πληροφοριών με συμβατικούς τρόπους όπως η έρευνα σε εγχειρίδια και σε βιβλιοθήκες.

Ένα **δεύτερο πρόβλημα** που φαίνεται να είναι πολύ σημαντικό είναι η παιδαγωγική υποστήριξη της σχεδίασης του εκπαιδευτικού λογισμικού πολυμέσων. Η επιστημονική έρευνα προτείνει να μη συνεχίσει η ανάπτυξη τέτοιου είδους λογισμικού που βασίζεται σε αναμενόμενα μαθησιακά οφέλη αν δεν υπάρξουν οι κατάλληλες θεωρητικές προσεγγίσεις γι' αυτά, που να προκύπτουν από τα χαρακτηριστικά των υπερμέσων (R. Clark, and T. Craig, 1992). Μέχρι τώρα δεν έχει παρουσιασθεί κάτι σχετικό στη βιβλιογραφία, παρότι έχουν περάσει επτά χρόνια. Η επιστημονική έρευνα εντοπίζεται κυρίως σε θέματα τεχνολογίας των συστημάτων υπερμέσων και ελάχιστα σε θεωρητικές προσεγγίσεις όχι άμεσα συνδεδεμένες με υπερμεσικά συστήματα. Από παιδαγωγικής πλευράς αυτό που συμβαίνει είναι η εφαρμογή γνωστικών ταξινομιών σε συστήματα υπερμέσων όπως αυτή του Bloom που προαναφέρθηκε, ή η μεταφορά αρχών διδακτικής σχεδίασης σε τέτοιου είδους συστήματα (Boyle, 1997). Μια από τις πρόσφατες προτάσεις που αφορά στη σχεδίαση λογισμικού υπερμέσων για χρήση στην τάξη αναφέρει τους εξής στόχους (Agnew et al, 1996):

- Ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου
- Εφαρμογή πολύπλοκων αρχών
- Κατανόηση διαδικασιών πλοήγησης
- Επιλογή μέσων
- Παρουσίαση πληροφορίας με τον πλέον δόκιμο τρόπο
- Περιεχόμενο
- Παροχή πληροφοριών σχετικών με αρχές, έννοιες και γεγονότα
- Διαθεματική προσέγγιση
- Ανάπτυξη διαπροσωπικοί σχέσεων
- Ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων
- Σχεδίαση έργου
- Χρήση εργαλείων λογισμικού
- Επικοινωνιακή χρήση πολυμεσικών στοχεύουν.

Οι παραπάνω όμως στόχοι είναι γενικοί, μπορούν να υποστηριχθούν από αρκετές διαφορετικές θεωρητικές προσεγγίσεις και δεν αφορούν στη σχεδίαση εφαρμογών με

τον αυστηρό εκπαιδευτικό χαρακτήρα.

Το **τρίτο πρόβλημα** εμφανίζεται από τη μέχρι τώρα φιλοσοφία των ανθρώπων που ασχολούνται με τη σχεδίαση και ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών. Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις που προέρχονται από δύο διαφορετικές κατηγορίες επιστημόνων.

Η πρώτη είναι οι ειδικοί της πληροφορικής που κατά τεκμήριο δεν έχουν βαθιά γνώση παιδαγωγικών και ψυχολογικών θεμάτων. Οι εφαρμογές που αναπτύσσουν έχουν κατά κανόνα καλαίσθητο και λειτουργικό interface, είναι πολύ καλές από προγραμματιστική άποψη, αλλά έχουν ελλείψεις από πλευράς διδακτικών στόχων. Ακόμη και η μεθοδολογία αξιολόγησης των πακέτων που αναπτύσσουν αφορά κυρίως σε αυστηρά τεχνολογικά κριτήρια.

Η δεύτερη κατηγορία είναι οι ειδικοί των ανθρωπιστικών και κοινωνικών επιστημών. Οι εφαρμογές τους είναι καλοσχεδιασμένες από πλευρά παιδαγωγικής υποστήριξης, αλλά συνήθως παρουσιάζουν ελλείψεις στον τομέα της τεχνολογίας. Το πρόβλημα λύνεται με τη δημιουργία διεπιστημονικών ομάδων από άτομα και των δύο κατηγοριών, με την προϋπόθεση της ύπαρξης κάποιου υπεύθυνου σε θέματα "human - human interaction". Όσο απλό και ευνόητο και αν είναι, υλοποιείται δύσκολα λόγω του προβλήματος της επικοινωνίας των επιστημόνων των διαφόρων ειδικοτήτων.

Γενικά από παιδαγωγική άποψη, κάθε εκπαιδευτική εφαρμογή υπερμέσων οφείλει να εκμεταλλεύεται την τεχνολογία και να λειτουργεί στο παρακάτω πλαίσιο.

1. Να παρέχει προσανατολισμό στο μαθητή:
 - Να θέτει στόχους
 - Να δείχνει τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα
 - Να θέτει δραστηριότητες δομημένες και ανοικτού τύπου
2. Να περιλαμβάνει αλληλεπιδράσεις:
 - Για ανατροφοδότηση
 - Για παροχή πληροφοριών
3. Να περιέχει αξιολόγηση.

Για την υλοποίηση στοιχείων και από τους τρεις στόχους, απαιτείται η εφαρμογή να ξεφεύγει από τα πλαίσια των υπερμέσων και να εκμεταλλεύεται και άλλες τεχνολογίες για την υλοποίησή τους. Έτσι η υπερμεσική εφαρμογή εμπλουτίζεται συνήθως με προσομοιώσεις, ασκήσεις και ερωτήσεις, προγραμματισμό, συνδέσεις με άλλα πακέτα λογισμικού. Η υπερμεσική/πολυμεσική εφαρμογή αλλάζει χαρακτήρα. Ο στόχος για μαθησιακά αποτελέσματα και εκμετάλλευση της στα πλαίσια του αναλυτικού προγράμματος, μετακινείται από τα πολυμεσικά στοιχεία και τα υπερμεσικά χαρακτηριστικά, στους άλλους τύπους λογισμικού που πλαισιώνουν το πακέτο. Αυτό φαίνεται και από τις προδιαγραφές έργων για σχεδίαση εκπαιδευτικού λογισμικού πολυμέσων που προκηρύσσονται από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, αλλά και από τη μεθοδολογία αξιολόγησης τους (ΥΠΕΠΘ/ΕΠΕΑΕΚ, Υποπρόγραμμα 1, Μέτρο 1.1. Ενέργεια 1.1α, 1999). Παραδείγματα ερωτήσεων αξιολόγησης με βάρος σε στοιχεία που δε σχετίζονται άμεσα με τα χαρακτηριστικά υπερμέσων είναι:

- Το λογισμικό δημιουργεί νέες δυνατότητες στα πλαίσια του υπάρχοντος

αναλυτικού προγράμματος:

- Το λογισμικό χρησιμοποιεί μεθόδους επίλυσης προβλημάτων για να βοηθήσει τους μαθητές να οικοδομήσουν την κατανόηση τους στο υπό μελέτη γνωστικό αντικείμενο;
- Το λογισμικό παρέχει εργαλεία που επιτρέπουν στους μαθητές να συλλέξουν, να αναλύσουν και να χειριστούν δεδομένα;
- Οι προσομοιώσεις που παρουσιάζονται έχουν σημαντική εκπαιδευτική αξία;

Φαίνεται λοιπόν ότι εκπαιδευτικό λογισμικό με συγκεκριμένους διδακτικούς στόχους και επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα δεν είναι λογισμικό μόνο υπερμέσων/πολυμέσων, αλλά λογισμικό άλλου κυρίως είδους (προσομοιώσεις, ανοικτά περιβάλλοντα, γλώσσες προγραμματισμού) που εμπλουτίζεται με πολυμεσικά στοιχεία και υπερμεσικά χαρακτηριστικά. Εξάλλου τέτοιου είδους τεχνολογία και η φιλοσοφία των πολλαπλών αναπαραστάσεων (με χρήση ποικιλίας συστημάτων συμβόλων) και της ταχείας μετάβασης από μια μικρή θεματική (κόμβο) σε άλλη, είναι χαρακτηριστικό της τεχνοκρατούμενης σημερινής κοινωνίας.

Η προσέγγιση αλλάζει αν τα συστήματα υπερμέσων αποτελέσουν εργαλεία δημιουργίας στα χέρια εκπαιδευτικού και μαθητή. Σε τέτοια περίπτωση μπορούν να τροποποιούνται και να ελέγχονται τα περιεχόμενα αλλά και το πλαίσιο της εφαρμογής από τους ίδιους τους χρήστες συμμετέχοντας ενεργά στη διαμόρφωση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας σύμφωνα με τις ανάγκες και απαιτήσεις τους. Ένα παράδειγμα αποτελεί το πακέτο GR-H YPER PRO που είναι ένα περιβάλλον υπερκειμένου με δυνατότητα εισαγωγής περιεχομένου αλλά και δημιουργίας νέων συνδέσμων και κομβίων από τους ίδιους τους μαθητές ανάλογα με τις αναζητήσεις τους (Σαβρανίδης, Μικρόπουλος, 1995). Ένα παράλληλο βήμα είναι ο μαθητής δημιουργός υπερμεσικών εφαρμογών από την αρχή που εκτός από συγκεκριμένα μαθησιακά οφέλη, επιφέρει και πνευματικές δεξιότητες υψηλού επιπέδου.

Προτάσεις για εκπαιδευτικό λογισμικό. Λογισμικό με την επικουρία υπερμέσων και πολυμέσων

Η πρόταση της παρούσας εργασίας για σχεδίαση και ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού είναι τα ανοικτά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα υποστηριζόμενα από την τεχνολογία των υπερμέσων και πολυμέσων. Τέτοιοι¹ είδους περιβάλλοντα σχεδιάζονται σε γενικό επίπεδο από διεπιστημονική ομάδα ειδικών, και παρέχουν τη δυνατότητα σε εκπαιδευτικό και μαθητή να μεταβάλλει το πλαίσιο, το περιεχόμενο και τις δράσεις και αλληλεπιδράσεις που υποστηρίζουν. Το είδος που ενδείκνυται σε κάθε περίπτωση εξαρτάται εκτός από το επίπεδο των μαθητών, τις γνώσεις του εκπαιδευτικού και άλλους τεχνικούς περιορισμούς, από το γνωστικό αντικείμενο που μελετάται. Επίσης δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι η πληροφορική τεχνολογία οφείλει να χρησιμοποιείται κατ' ελάχιστο ή στο μέγιστο ανάλογα με την κάθε περίπτωση, και σε περιστάσεις όπου η άμεση διδασκαλία είναι αδύνατη ή δύσκολη. Παραδείγματα προέρχονται από χωρο-χρονικούς περιορισμούς, όπως φαινόμενα στο μικρόκοσμο ή μακρόκοσμο, εξαιρετικά μικρής ή

μεγάλης χρονικής διάρκειας.

Προτεινόμενα ανοικτά πληροφορικά περιβάλλοντα αποτελούν τα παρακάτω:

- Οι γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου για επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων ή και ανάπτυξη πνευματικών δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου. Τέτοια μπορεί να είναι και η απλή και παρεξηγημένη LOGO, κατάλληλη για όλες τις βαθμίδες. Με τη χρήση της επιλύονται απλά προβλήματα, αλλά και υλοποιούνται προσομοιώσεις φυσικών και κοινωνικών φαινομένων και προγράμματα τεχνητής ευφυΐας (Μικρόπουλος, Λαδιάς, 1997).
- Πακέτα προσομοιώσεων παραμετροποιημένα όπως το Interactive Physics για αντιμετώπιση θεμάτων φυσικής (Τζιμογιάννης, Μικρόπουλος, 1998).
- Λογισμικό γενικής χρήσης για κάλυψη συγκεκριμένων διδακτικών στόχων (Τζιμογιάννης, Μικρόπουλος και Κουλαϊδής, 1995).
- Εικονική πραγματικότητα, το κατ' εξοχή ανοικτό περιβάλλον που περιλαμβάνει τρισδιάστατη αναπαράσταση, πλήρη ελευθερία πλοήγησης, και ισχυρή αλληλεπίδραση (Μικρόπουλος, 1998).

Αναφορές

- T. Μικρόπουλος, T. Λαδιάς. Η LOGO στην Εκπαιδευτική Διαδικασία. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων (1991)
- T. A. Μικρόπουλος. Η Εικονική Πραγματικότητα στην Υποστήριξη της Εκπαιδευτικής Διαδικασίας. Στο A. Τζιμογιάννης (επιμ.). Πρακτικά εργασιών 1ης Πανεπιστημιακής Ημερίδας "Πληροφορική και Εκπαίδευση". Σύλλογος Καθηγητών Πληροφορικής Ηπείρου. (1998)
- A. Ράπτης, A. Ράπτη. Πληροφορική και Εκπαίδευση. Συνολική Προσέγγιση. Αθήνα (1999)
- X. Σαβρανίδης, T. Μικρόπουλος. GR-HYPERPRO. Ένα Ελληνικό Ολοκληρωμένο Εργαλείο Ανάπτυξης Εκπαιδευτικού Λογισμικού. Β Πανελλήνιο Συν. Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση. Λευκωσία (1995)
- A. Τζιμογιάννης, A. Μικρόπουλος, B. Κουλαϊδής. Ο Υπολογιστής στη διδασκαλία της Φυσικής. Μια άμεση εφαρμογή με χρήση φύλλων εργασίας. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ85. 38-46 (1995)
- A. Τζιμογιάννης, T. A. Μικρόπουλος. Η συμβολή των προσομοιώσεων στη διδασκαλία της κινηματικής 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών & Εφαρμογής Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Μάιος (1998)
- ΥΠΕΠΘ/ΕΠΕΑΕΚ, Υποπρόγραμμα 1, Μέτρο 1.1. Ενέργεια 1.1α, 1999. Αναδιατύπωση και εκσυγχρονισμός των προγραμμάτων σπουδών των φυσικών επιστημών με σύγχρονη παραγωγή διδακτικού υλικού (1999)
- P. W. Agnew, A. S. Kellerman, J. Meyer. Multimedia in the Classroom. Allyn & Bacon Boston (1996)
- T. Boyle. Design for Multimedia Learning. Prentice Hall (1997)
- R. E. Clark and T. G. Craig. Research and Theory on Multi-Media Learning Effects. *Interactive Multimedia Learning Environments* Springer-Verlag (1992)
- J. Y. Douglas, Gaps. Maps and Perception: What Hypertext Readers (Don't) Do.

[http://noel.pd.org/topos/perforations/perf 3/douglas_p3.html](http://noel.pd.org/topos/perforations/perf%203/douglas_p3.html)