

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΚΙΝΗΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Κρητικού Σοφία
Φυσικός, MSc, Καθηγήτρια Δ.Ε.
aperathu@otenet.gr

Παλυβός Ιωάννης
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.
jpalyvos@chemeng.ntua.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

“Ακούω και ξεχνάω, βλέπω και θυμάμαι, κάνω και καταλαβαίνω”. Από αυτή την κινέζικη παροιμία φαίνεται ότι το πείραμα λόγω των σκοπών που υπηρετεί είναι τελείως απαραίτητο, στη διδασκαλία. Τι γίνεται όμως με τους μαθητές που (λόγω φυσικών αδυναμιών) δεν μπορούν να εκτελέσουν πειράματα; Και αυτοί δικαιούνται το προνόμιο δράσης πάνω στα αντικείμενα. Η χρήση πολυμέσων δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας περιβαλλόντων που να πλησιάζουν την πραγματικότητα, ενισχύοντας συγχρόνως και την αυτενέργεια των μαθητών.

Η παρούσα εργασία προτάσσει μια εφαρμογή “single click” που στοχεύει στο να εντάξει σε πειραματική διαδικασία παιδιά με κινητικά προβλήματα. Είναι μια πολυμεσική εφαρμογή που περιλαμβάνει πειράματα οξέων και αποτελεί ένα γνωστικό εργαλείο για μαθητές Γ’ Γυμνασίου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: προσομοίωση πειράματος, διδασκαλία πειράματος, διδασκαλία σε άτομα με ειδικές ανάγκες, ΑΜΕΑ, χημεία, οξέα, υπολογιστής, πολυμέσα, διδακτική, τεχνολογία στην εκπαίδευση.

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

Η σπουδαιότητα του πειράματος στη διδακτική πράξη είχε αναγνωρισθεί από πολύ παλιά (Κόκκοτας 1998). Ο Edgeworths στο βιβλίο του “Essays on Practical Education” Johnson, London 1811, υποστηρίζει ότι οι μαθητές νιώθουν μεγάλη ικανοποίηση όταν αποκτούν πειραματικά τη γνώση και ότι τα πειράματα ταιριάζουν υπερβολικά στις ικανότητές τους. Δεν αγαπούν μόνο να βλέπουν, αλλά και να κάνουν πειράματα.

Κατά τον Piaget ο ρόλος του πειράματος είναι πολύ σημαντικός. Κατ’ αυτόν σκοπός του φυσικού πειράματος δεν είναι να πάρουμε απλά και μόνο μια αναπαραστατική εικόνα της πραγματικότητας, αλλά να κατανοήσουμε ότι η γνώση η οποία προκύπτει με την μεταβολή των αντικειμένων συνίσταται στο να δρούμε πάνω τους για να τα μετασχηματίζουμε, ώστε να διακρίνουμε τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται αυτός ο μετασχηματισμός. Κατά συνέπεια **η γνώση δεν είναι η μετάδοση μιας παραστατικής εικόνας, αλλά συνίσταται πάντα σε ενεργητικές διαδικασίες που καταλήγουν στο μετασχηματισμό του πραγματικού** (Κόκκοτας 1998). Επομένως συνδέεται αναπόσπαστα με τη δράση πάνω στα αντικείμενα.

Στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών το πείραμα κατέχει μοναδική θέση, γιατί βοηθάει τη διανοητική ανάπτυξη του παιδιού. Κατά τον Piaget

υπάρχουν τέσσερις παράγοντες που επηρεάζουν τη διανοητική ανάπτυξη του παιδιού 1) η κληρονομικότητα, 2) η φυσική εμπειρία, 3) η κοινωνική αλληλεπίδραση, και 4) η εξισορρόπηση. Στην προκειμένη περίπτωση αυτό που μας ενδιαφέρει είναι η φυσική εμπειρία. Ο Piaget υποστηρίζει ότι οι ψηλαφητοί χειρισμοί των αντικειμένων στο περιβάλλον σχηματίζουν τις πιο σπουδαίες εντυπώσεις στο παιδί. Εξάλλου τα βασικά σχήματα που αναπτύχθηκαν στο παιδί δεν είναι δυνατόν να επεκταθούν ή να αναθεωρηθούν χωρίς τη φυσική εμπειρία στο περιβάλλον, το οποίο παρέχει ή δημιουργεί τις δυνάμεις προσαρμογής.

Συνοψίζοντας λοιπόν, η σύγχρονη ψυχολογία διδάσκει ότι για την παραγωγή της γνώσης είναι απαραίτητη η αλληλεπίδραση μεταξύ της δραστηριότητας και της σκέψης του ατόμου. Αν η γνώση παράγεται από τις πράξεις του δράντος ατόμου, τότε ο ρόλος του πειράματος είναι ουσιαστικός στη γνωστική διαδικασία (Βοσνιάδου κ.α. 1994). Γι' αυτό ίσως το λόγο στην εποχή μας η εκτέλεση του πειράματος δεν πρέπει να γίνεται από το διδάσκοντα αλλά από τους ίδιους τους μαθητές (Ματσαγγούρας 1998). Σε πολλές χώρες του κόσμου, όπως βέβαια και στη δική μας, λόγω ανεπάρκειας των υλικών μέσων αυτή η αρχή δεν τηρείται.

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΑΠΟ ΤΟ ΜΑΘΗΤΗ

Το πείραμα λόγω των σκοπών που υπηρετεί είναι τελείως απαραίτητο, ανεξάρτητα από την ηλικία των μαθητών. Γιατί, εκτός από την κατανόηση της θεωρίας, συμβάλει και στην ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες στους μαθητές (Παπάς 1990).

Τέλος, η εκτέλεση των πειραμάτων από τους ίδιους τους μαθητές έχει και άλλα πλεονεκτήματα. Π.χ. απελευθερώνεται ο δάσκαλος από την τήρηση πειθαρχίας, την υποχρέωση να μιλά ο ίδιος και βρίσκει το χρόνο για να δώσει οδηγίες, να επιβλέψει τη δουλειά κάθε μαθητή, ενώ παράλληλα υποχρεώνεται κάθε μαθητής να δουλέψει συνειδητά (Κόκκοτας 1997).

Τι γίνεται όμως με τους μαθητές που δεν μπορούν να εκτελέσουν πειράματα; Και αυτοί δικαιούνται να αποκτήσουν την γνώση με ενεργητικές διαδικασίες που κάνουν πιο εύκολη την κατάκτησή της. Και αυτοί δικαιούνται το προνόμιο δράσης πάνω στα αντικείμενα. Η χρήση πολυμέσων δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας περιβαλλόντων που να πλησιάζουν την πραγματικότητα, ενισχύοντας συγχρόνως και την αυτενέργεια των μαθητών. Άλλωστε η πρόοδος που έχει συντελεστεί τα τελευταία χρόνια στην ψυχολογία της μάθησης και γενικότερα στο χώρο της γνωστικής επιστήμης έχει οδηγήσει σε μεγάλο βαθμό και στην αλλαγή προοπτικής όσον αφορά στη χρήση και ενσωμάτωση των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας στην εκπαίδευση (Βοσνιάδου κ.α. 1994).

Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Την τελευταία δεκαετία έχει αναπτυχθεί ένας σημαντικός αριθμός υπολογιστικών περιβαλλόντων που έχουν ως στόχο την υποστήριξη των μαθητών κατά τη διαδικασία οικοδόμησης και έκφρασης των γνώσεών τους σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα αλλά και στα πλαίσια διεπιστημονικών δραστηριοτήτων διερεύνησης και μοντελοποίησης (Κόμης κ.α. 2000). Αυτά στηρίζονται στα

πολυμέσα. Με τον όρο αυτό αποδίδεται η συγκέντρωση και παρουσίαση, σε ενιαίο μέσο (κατά κανόνα τον υπολογιστή), πολλών και διαφορετικών μορφών πληροφορίας (Γιαλούρης κ.α. 1998). Μερικές εφαρμογές που αξίζει να αναφερθούν είναι οι παρακάτω:

- Προσομοίωση (Simulation). Μια εκπαιδευτική προσομοίωση μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να καταλάβουν καλύτερα ένα πραγματικό σύστημα, μια διεργασία ή ένα φαινόμενο. Μέσα από σκόπιμα επινοημένα δεδομένα οι προσομοιώσεις μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να αντιμετωπίσουν και να λύσουν προβλήματα, να λάβουν αποφάσεις και να παρατηρήσουν αποτελέσματα (Δαουλτζή κ.α. 2000).

- Εργαστήρια που στηρίζονται σε μικρο-υπολογιστές (microcomputer – based laboratories: MBLs). Τα MBL επιτρέπουν στους μαθητές να συλλέξουν ένα μεγάλο ποσό πληροφοριών, που μετά μπορούν γρήγορα να μετατραπούν σε γραφικές αναπαραστάσεις.

- Εφαρμογές του Διαδικτύου (Internet/ World Wide Web). Το μεγαλύτερο όφελος για την Εκπαιδευτική Κοινότητα από αυτή την εφαρμογή, είναι η δυνατότητα εύρεσης πληροφοριών και επικοινωνίας με άλλους. Όλες οι πηγές του Διαδικτύου είναι διαθέσιμες στους δασκάλους των φυσικών επιστημών. Η πρόκληση είναι το να βρει κανείς τους τρόπους να τις χρησιμοποιήσει έξυπνα και σοφά (Δαουλτζή κ.α. 2000).

Έτσι λοιπόν κάποια από αυτά τα λογισμικά δίνουν έμφαση στην υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας διευκολύνοντας διάφορους τρόπους έκφρασης και οικοδόμησης της γνώσης, όπως ρεαλιστικές ή λιγότερο ρεαλιστικές προσομοιώσεις (Δημιουργός μοντέλων, Modellus, Stella, M.A.Θ.H.M.A. (Δαουλτζή κ.α. 2000)) ή σημασιολογικά δίκτυα στατικού χαρακτήρα (Inspiration, SemNet, MindMap, CLASS, Decision Explorer, Axon Idea), ενώ άλλα ασχολούνται περισσότερο με την υποστήριξη συνεργατικών δραστηριοτήτων μάθησης (CSILE, Belvedere, CoVis, ΟΔΥΣΣΕΙΑ (Γαλαδάς κ.α. 2000)) κάνοντας ευρεία χρήση των υπηρεσιών του Διαδικτύου (Κόμης κ.α. 2000). Πρόσφατα δείχνεται ότι εφαρμογές Νέων Τεχνολογιών μπορούν να υποστηρίξουν και να εμπλουτίσουν όψεις των εργαστηριακών πρακτικών (Ψύλλος κ.α. 2000). Ένα τέτοιο παράδειγμα εφαρμογής πολυμέσων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία της χημείας. Οι μαθητές μπορούν να εκτελέσουν διάφορα πειράματα όπως π.χ. ο ιονισμός του αλατιού στο νερό ή να καθορίσουν την οξύτητα διάφορων ενώσεων κτλ. Τα μαθήματα επιτρέπουν στους μαθητές να εκτελέσουν διάφορες διαδικασίες και να πάρουν αποφάσεις σχετικές με τα πειράματα, που θα ήταν πολύ πιο δύσκολο να γίνουν σε πραγματικό περιβάλλον εργαστηρίου.

Όλα τα προαναφερθέντα λογισμικά χρησιμοποιούν τον υπολογιστή ως γνωστικό εργαλείο (cognity tool) που μπορεί να συντελέσει με ουσιαστικό τρόπο ώστε να υποστηριχθούν και να αναδειχθούν οι γνώσεις που δεν έχουν οικοδομηθεί πλήρως ή βρίσκονται σε λανθάνουσα μορφή. Τα γνωστικά εργαλεία είναι κατασκευές που επιτρέπουν στο χρήστη τους να αποσαφηνίσει, να καταστήσει ξεκάθαρα και να συζητήσει σκέψεις με τη βοήθεια μιας διεπιφάνειας χρήσης υπολογιστή. Τα γνωστικά εργαλεία επεκτείνουν τις γνωστικές ικανότητες των ανθρώπινων όντων στη σκέψη, στην επίλυση προβλήματος και στη μάθηση, και εάν είναι ορθά σχεδιασμένα και

υλοποιημένα, μπορούν να ενεργοποιήσουν και να υποστηρίξουν γνωστικές και μεταγνωστικές στρατηγικές μάθησης (Σταυρίδου κ.α. 2000) .

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Το εκπαιδευτικό λογισμικό λειτουργεί ως συμπληρωματικό στοιχείο στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης και σε καμία περίπτωση δεν αντικαθιστά ούτε τα συμβατικά εργαλεία διδακτικού και εποπτικού υλικού (βιβλία, εργαστήριο, video/slides) ούτε πολύ περισσότερο τον διδάσκοντα, χωρίς τον οποίο άλλωστε δεν μπορεί να λειτουργήσει ουσιαστικά. Δίνει όμως δυνατότητες σημαντικές τόσο στις θεωρητικές όσο και ειδικότερα στις φυσικές επιστήμες όπου δυσκολονόητες έννοιες, όπως το περιεχόμενο των φυσικών νόμων και η προσομοίωση μικροσκοπικών μη καθημερινών φαινομένων εμπεδώνονται ευκολότερα και γρηγορότερα με χρήση κατάλληλα σχεδιασμένων εκπαιδευτικών λογισμικών¹.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι **τα πλεονεκτήματα** (Δαουλτζή κ.α. 2000,) από τη χρήση πολυμεσικών εφαρμογών στην εκπαίδευση είναι τα ακόλουθα:

1. Δίνουν τη δυνατότητα μελέτης καταστάσεων, που θα ήταν πολύ επικίνδυνο, ακριβό και χρονοβόρο να υλοποιηθούν σε πραγματικό περιβάλλον.
2. Παράγουν λιγότερο επικίνδυνα απόβλητα.
3. Δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές, να πραγματοποιήσουν την εκπαιδευτική εφαρμογή στον χώρο και τον χρόνο της επιλογής τους.
4. Οι μαθητές μαθαίνουν από τα λάθη τους σε ένα ακίνδυνο σύστημα.
5. Οι μαθητές προετοιμάζουν τις εργασίες τους ευκολότερα.
6. Οι μαθητές μπορούν να εμπεδώσουν την διδαχθείσα ύλη με προγράμματα εξάσκησης.
7. Αποτελούν καθοδηγητικό μέσο για μάθηση με προγράμματα διδασκαλίας και επίδειξης, που με διαλογικό τρόπο προσφέρουν σταδιακά γνώση σε κάποιο γνωστικό αντικείμενο.
8. Οι εφαρμογές μπορούν να επαναληφθούν όσες φορές επιθυμούν οι μαθητές χρήστες βοηθώντας έτσι την καλύτερη εμπέδωση της διδαχθείσας ύλης.
9. Εξοικονομούν χρόνο για τον διδάσκοντα, κατά την παράδοση αλλά και κατά την προετοιμασία, δίνοντας του έτσι την ευκαιρία να έχει περισσότερο χρόνο για την διδασκαλία του αλλά και για τον πραγματικό του ρόλο : *για την ανθρώπινη επικοινωνία του με τον μαθητή.*
10. Δίνουν τη δυνατότητα μελέτης καταστάσεων, σε άτομα φυσικώς αδύνατα.
11. Προσφέρουν στους διδάσκοντες απεριόριστες δυνατότητες επεξεργασίας στοιχείων των μαθητών μέσα από εξετάσεις, ερωτηματολόγια, ασκήσεις κάθε είδους.
12. Ενισχύουν τους μαθητές που έχουν μειωμένη απόδοση με τη βοήθεια ειδικών προγραμμάτων.
13. Επιτρέπουν στους μαθητές που έχουν αυξημένη απόδοση να προχωρήσουν ανάλογα με τις δυνατότητές τους.

Υπάρχουν βέβαια και αρκετά **αμφιλεγόμενα μειονεκτήματα** (<http://miavx1.muohio.edu/>) που συνδέονται και με τη γενικότερη χρήση του υπολογιστή στην εκπαίδευση, όπως τα ακόλουθα:

1 Ο μαθητής χρήστης πολλές φορές δεν έχει αίσθηση της πραγματικότητας για αυτό όταν πρόκειται για πειραματικές διαδικασίες θα πρέπει να γίνονται πειράματα και στο εργαστήριο.

2 Οι εφαρμογές των πολυμέσων κρύβουν τον κίνδυνο της απομόνωσης των χρηστών τους σε έναν δικό τους αποκομμένο κόσμο. Τέτοια φαινόμενα εξάρτησης μπορούν να συναντηθούν σε παιδιά και άτομα νεαρής ηλικίας, που γοητευμένοι από την ένσταση του νέου μέσου καθλώνονται στην οθόνη ενός υπολογιστή.

3 Το διαδύκτιο (Internet) και κατ' επέκταση όλες οι εφαρμογές πολυμέσων, που το χρησιμοποιούν ως βάση, είναι ένας χώρος, όπου η οποιαδήποτε πληροφορία μπορεί να δημοσιευθεί και να είναι διαθέσιμη σε όλους. Στη σημερινή του μορφή δεν ασκείται καμία μορφή λογοκρισίας. Με αυτόν τον τρόπο είναι ανεξέλεγκτη η κατασκευή και δημοσίευση σελίδων. Επίσης οποιοδήποτε υλικό (εικόνες, κείμενα, ήχοι) μπορεί να αντιγραφεί και να χρησιμοποιηθεί από τον οποιοδήποτε, χωρίς την άδεια από τον ίδιο το δημιουργό του.

4 Τα πολυμέσα αποτελούν μια πολύ εντυπωσιακή τεχνολογία που μπορεί να απευθυνθεί στις περισσότερες από τις αισθήσεις των ανθρώπων και για το λόγο αυτό, μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική κατά τη μετάδοση μηνυμάτων, τη δημιουργία εντυπώσεων και τη χειραγώγηση του πλήθους. Τα πολυμέσα είναι μια τεχνολογία με πολλές δυνατότητες, που μπορούν όμως με την ίδια ευκολία να χρησιμοποιηθούν για λάθος σκοπούς.

5 Η χρήση των πολυμέσων θεωρείται από πολλούς τόσο πολύπλοκη που δεν μπορεί κανείς εύκολα να την πλησιάσει. Αυτή η επιφύλαξη εκφράζει τον αρχέγονο φόβο μπροστά σε καθετί το νέο και άγνωστο. Δεν διαφέρει σε τίποτα από τον φόβο του πρωτόγονου ανθρώπου μπροστά στη φωτιά πριν καταφέρει να τη δαμάσει και να τη χρησιμοποιήσει για να εξελιχθεί ο ίδιος στον «χόμο σάπιενς». Αύξηση της πολυπλοκότητας σημαίνει ότι απαιτείται μεγαλύτερη ευελιξία και αφομοιωτική ικανότητα της ανθρώπινης σκέψης. Αυτή είναι και η έννοια της εξέλιξης του ανθρώπου. *Μπορούμε να κάνουμε πίσω;* Εξάλλου, αν για του ενήλικες υπάρχει πρόβλημα προσέγγισης και προσαρμογής, δεν συμβαίνει το ίδιο και στα παιδιά. Η σχολική ηλικία είναι εκείνη, στην οποία δεν έχουν ακόμα αποκρυσταλλωθεί οι λειτουργικές δομές της νόησης. Βασικός σκοπός της εκπαίδευσης είναι, ακριβώς, η οργάνωση αυτών των λειτουργικών δομών με βάση τα επικρατούντα κοινωνικά, οικονομικά και πολιτιστικά κριτήρια. Αυτός είναι και ο λόγος που βλέπουμε – πολλές φορές με έκπληξη – τα παιδιά να μαθαίνουν πιο εύκολα από τους ενήλικες.

6 Η χρήση πολυμέσων είναι μηχανιστική, αντιανθρώπινη και θα οδηγήσει στην κατάργηση της σκέψης και των συναισθημάτων. Αυτή η επιφύλαξη έχει τη ρίζα της στην περιορισμένη (ή και λαθεμένη) πληροφόρηση γύρω από το αντικείμενο. Όλοι μας αναγνωρίζουμε πως είναι απάνθρωπο το ωράριο εργασίας των μαθητών. Κάθε εργαλείο, λοιπόν, που θα βοηθούσε στην ελάττωση του χρόνου που δαπανάται πάνω σε θέματα τεχνικής (που δεν απαιτούν κρίση) θα ήταν καταρχήν ευπρόσδεκτο, Επιπλέον, κάθε εργαλείο που θα βοηθούσε στην ταχύτερη αλλά και βαθύτερη κατανόηση διαφόρων θεμάτων θα ήταν οπωσδήποτε πολύ σημαντικό βοήθημα για τον εκπαιδευτικό. Αν μάλιστα, αυτό το εργαλείο ενθουσιάζει τους περισσότερους μαθητές και κάνει τη μάθηση να φαίνεται παιχνίδι, θα λέγαμε πως είναι το μέσο εκείνο που κάθε παιδαγωγός ονειρεύεται. Η μέχρι τώρα εμπειρία στην Ευρώπη και την Αμερική

(αλλά και η πολύ μικρή δική μας εμπειρία) δείχνει πως το εργαλείο αυτό είναι μια πραγματικότητα : είναι ο προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής.

7 Ο μαθητής αποξενώνεται από το περιβάλλον του και οδηγείται στη μοναξιά. Αυτή η επιφύλαξη οφείλεται στη σύγχυση που γίνεται ανάμεσα στον υπολογιστή και στα λεγόμενα βιντεοπαιχνίδια. Ακόμα, όμως, κι αυτά είναι συνήθως αποτέλεσμα και όχι αιτία της μοναξιάς που αισθάνεται το σημερινό παιδί – μοναξιά που οφείλεται σε καθαρά κοινωνικούς παράγοντες. Αρκεί να παρακολουθήσει κανείς για μια μόνον ώρα τους μαθητές μιας τάξης να δουλεύουν με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών για να ξεχάσει όλες αυτές τις επιφυλάξεις.

Βέβαια, όσα είπαμε δεν σημαίνουν πως ο ρόλος του εκπαιδευτικού μειώνεται. Αντίθετα, γίνεται σημαντικότερος και πολυπλοκότερος. **Ο υπολογιστής δεν αντικαθιστά τον εκπαιδευτικό. Μπορεί να γίνει, όμως ένα πολύ αποτελεσματικό εργαλείο στα χέρια του εκπαιδευτικού.**

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ (Μ.Ε.Α).

Πολλά είναι τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ένας εκπαιδευτικός σε μια τάξη ειδικού σχολείου, τα κυριότερα από αυτά αναφέρονται παρακάτω.

1. Μερικές φορές η επικοινωνία με το μαθητή είναι από δύσκολη έως ανύπαρκτη, είτε γιατί απλώς ο μαθητής δεν συγκεντρώνεται ή γιατί δεν μπορεί να μιλήσει.

2. Οι μαθητές στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα χέρια τους και έτσι δεν μπορούν να ακολουθήσουν τις καθιερωμένες μεθόδους για να φτιάξουν εργασίες και να εξασκηθούν, ώστε να εμπεδώσουν την ύλη τους (Joseph 1984, Kucera 1993).

3. Πολλοί μαθητές έχουν μειωμένες τις αισθήσεις της ακοής και της όρασης με αποτέλεσμα να γίνεται δύσκολη η μετάδοση του μαθήματος (Kucera 1993).

4. Πολύ συχνά το ενδιαφέρον των παιδιών είναι μειωμένο λόγω ψυχολογικών προβλημάτων.

5. Η διδασκαλία παιδιών με προχωρημένες αναπηρίες απαιτεί μια συνεχή αλληλεπίδραση του εκπαιδευτικού με το μαθητή με αποτέλεσμα ο χρόνος να μην είναι σχεδόν ποτέ αρκετός για να ολοκληρωθεί η εκπαιδευτική διαδικασία (Bulle κ.α. 1983).

6. Στη διδασκαλία παιδιών με ειδικές ανάγκες ο καθηγητής πρέπει να επισημάνει τρία βασικά σημεία (Kucera 1993).

7. Όλοι οι μαθητές με ή χωρίς ειδικά προβλήματα, έχουν εξατομικευμένες ανάγκες και αναζητήσεις και μαθαίνουν καλύτερα όταν διδάσκονται από την βάση των πραγμάτων.

8. Οι μαθητές με ειδικά προβλήματα έχουν καταβάλλει μεγάλη προσπάθεια για να φτάσουν στο σημείο που βρίσκονται και επιθυμούν να μην κρίνονται σύμφωνα με τα αναγνωρισμένα πρότυπα ακαδημαϊκής επιτυχίας.

9. Δεν πρέπει να ταυτίζεται η τυχόν αναπηρία με ολική ανικανότητα. Αυτού του είδους η κοινωνική αντίληψη έχει στερήσει από νέους ΜΕΑ ευκαιρίες για σωστή εκπαίδευση και καριέρα της επιλογής τους.

Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Αρκετές φορές απάντηση στις παραπάνω προκλήσεις δίνουν οι νέες τεχνολογίες. Πολλές φορές παιδιά ΜΕΑ έχουν το χάρισμα και τη δύναμη να διαπρέπουν ακόμη και σε κανονικά σχολεία. Πόσα όμως από αυτά χάνονται; Πόσα θα ξεχώριζαν άραγε με σωστή παιδεία; (Whitmore 1981).

Η τεχνολογία των υπολογιστών παλαιότερα είχε να υποσχεθεί λιγότερα στους ανθρώπους με ειδικά προβλήματα σε σχέση με τους υπόλοιπους. Έτσι η τεχνολογία συχνά προσπερνούσε ένα μέρος του πληθυσμού για το οποίο θα έπρεπε πρωταρχικά να μεριμνά. Οι καινοτομίες στην χρήση των υπολογιστών όμως σήμερα, προσφέρουν στους ανθρώπους με κινητικά προβλήματα αυξημένες ευκαιρίες για μάθηση. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να εκμεταλλεύονται αυτές τις εφαρμογές χωρίς να προβληματίζονται ιδιαίτερα με την τεχνολογία (Joseph 1984).

Πολλές είναι οι έρευνες που αναφέρονται στην εφαρμογή των υπολογιστών για την διδασκαλία μαθητών ΜΕΑ. Το 1984 σε ένα ειδικό σχολείο (ΤΕΕ) στο Wisconsin των ΗΠΑ μελετήθηκε μοντέλο εκπαίδευσης (Joseph 1984) που έλαβε υπόψη τα παραπάνω προβλήματα.

Τα συμπεράσματα που έβγαλαν ήταν τα εξής:

1. Οι υπολογιστές είναι αποτελεσματικό εργαλείο των εκπαιδευτικών. Θα πρέπει να επιδιώκουν την χρήση του υπολογιστή, όπως θα χρησιμοποιούσαν οποιοδήποτε οπτικοακουστικό μέσο διδασκαλίας στην τάξη.

2. Οι μαθητές με ειδικές ανάγκες μπορούν να προσαρμοστούν και να επωφεληθούν από εκπαιδευτικά μοντέλα βασισμένα στον υπολογιστή, όταν αυτά είναι κατάλληλα σχεδιασμένα ώστε να εκπληρώνουν τις ανάγκες τους.

3. Η ανά κλάδο ανάπτυξη μοντέλων βασισμένων σε υπολογιστές που εξυπηρετούν ορισμένες κατηγορίες χρηστών είναι και πραγματοποιήσιμη αλλά έχει και πρακτικό ενδιαφέρον.

Σε άλλη έρευνα (Ball & Stanley 1985) μελετήθηκε η αντίδραση και η προσαρμογή παιδιών με ειδικές ανάγκες (ΜΕΑ) σε εκπαιδευτικές εφαρμογές που διέθεταν διαδραστικότητα του χρήστη με ένα πάτημα στο πληκτρολόγιο (single stroke). Έγινε σύγκριση επίσης με την αντίστοιχη συμπεριφορά και προσαρμογή παιδιών χωρίς φυσικά προβλήματα. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά σε σχέση με τη γνωστική ανάπτυξη και η ακολουθία σκέψεων ήταν η ίδια και στις δύο κατηγορίες μαθητών, με μόνη διαφορά στον χρόνο αντίδρασης που ήταν μεγαλύτερος στην περίπτωση μαθητών ΜΕΑ.

Μελέτες που αναφέρονται στον επιπλέον χρόνο που καταναλώνει ο εκπαιδευτικός για την διδασκαλία μαθητών ΜΕΑ σε κανονική τάξη έδειξαν (Brulle κ.α. 1983): Ο χρόνος που διαθέτει ο καθηγητής για το παιδί με ειδικές ανάγκες είναι μεγαλύτερος κατά 2% από αυτόν που διαθέτει για το άλλο παιδί, και είναι αρκετά υπολογίσιμος αν υπάρχουν περισσότερα από ένα παιδιά ΜΕΑ στην τάξη. Όλα αυτά βέβαια με την προϋπόθεση ότι ο μαθητής ΜΕΑ δουλεύει σε συνεργασία με κάποιο συμμαθητή του.

Στις ΗΠΑ λειτουργούν προγράμματα για παιδιά ΜΕΑ (Butt κ.α. 1994). Υπάρχουν προτάσεις για ατομικά εκπαιδευτικά προγράμματα (Individual Education Programmes IEPs) για παιδιά ΜΕΑ, προσαρμοσμένα στις δυσκολίες τους, στο νοητικό τους επίπεδο και στο αναλυτικό πρόγραμμα. Εκεί έχει δημιουργηθεί ειδικός οδηγός για την διδασκαλία ειδικών μαθητών και μάλιστα ειδικά για το μάθημα της χημείας “Teaching Chemistry to Children with disabilities”(Kucera 1993). Σε αυτόν μεταξύ άλλων αναφέρονται:

- Θα πρέπει να υπάρχουν εναλλακτικοί τρόποι εξέτασης για παιδιά που δεν μπορούν να λάβουν μέρος σε γραπτές εξετάσεις. Ο υπολογιστής δίνει λύση σ’ αυτό. Πρέπει να υπάρχει σωστή εκπαίδευση για να εξοικειωθούν οι μαθητές με τους υπολογιστές και να ξεπεράσουν τους φραγμούς που έχουν για την χρήση νέων τεχνολογιών (Kucera 1993).

- Οι μαθητές δεν μπορούν σχεδόν καθόλου να χρησιμοποιήσουν τα χέρια τους, έτσι συσκευές που χρησιμεύουν για την εισαγωγή (input) δεδομένων στον υπολογιστή είναι απαραίτητες. Σε αρκετές περιπτώσεις οι συνηθισμένες συσκευές εισόδου (πληκτρολόγιο, ποντίκι) πρέπει να αντικατασταθούν. Το ποντίκι πολύ συχνά αντικαθίσταται με επιτυχία από το track ball και επίσης μπορεί να γίνει εισαγωγή δεδομένων φωνητικά (voice input).

- Στις πειραματικές διαδικασίες στο εργαστήριο, είναι απαραίτητο ο παρασκευαστής ή ο βοηθός εργαστηρίου να βρίσκεται σε συνεχή επικοινωνία με το μαθητή. Βολεύει επίσης η συνεργατική διαδικασία μάθησης στο εργαστήριο. Τα παιδιά με ειδικές ανάγκες, λόγω της σχεδόν ανύπαρκτης κίνησης των χεριών, δουλεύουν πάντα με συνεργάτη κάποιο μαθητή ο οποίος χειρίζεται τα υλικά και όργανα του πειράματος.

Ο υπολογιστής και οι εφαρμογές του είναι το ισχυρότερο εργαλείο που βοηθά τα άτομα ΜΕΑ να εκφραστούν, να ενταχθούν στην τάξη και να μάθουν. Η κύρια αιτία γι’ αυτό είναι η (hands on) επαφή με την τεχνολογία (Holzberg 1994). Τα παιδιά ΜΕΑ έλκονται από τις εφαρμογές. Παιδιά που με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας έχουν την αντιμετώπιση “εμένα τι με νοιάζει”, “δεν ανακατεύομαι”, με τις εφαρμογές πολυμέσων και γενικότερα τον υπολογιστή ωθούνται στο να διαβάσουν με σκοπό να λειτουργήσουν το πρόγραμμα. Επιπλέον εκτός από την ατομική έκφραση είναι και μέσο που τους ενθαρρύνει να δουλέψουν με τους συμμαθητές τους. Στο εργαστήριο πληροφορικής δεν υπάρχουν ανισότητες και ειδικές ανάγκες. Εκεί τα παιδιά νοιώθουν έξυπνα και ισότιμα. **Η τεχνολογία βοηθά τους μαθητές ΜΕΑ να ελευθερώσουν την βαθιά κρυμμένη μέσα τους δύναμη νόησης και αντίληψης.** Η κατά διαστήματα χρήση προσομοιώσεων του εργαστηρίου και διαφόρων πειραμάτων, αν και αποτελούν ειδική μεταχείριση για μαθητές ΜΕΑ, ωφελούν στο ότι πλησιάζουν τους εκπαιδευτικούς στόχους, επιτρέποντας στο μαθητή να πειραματίζεται. Ο υπολογιστής στο εργαστήριο ανοίγει νέους δρόμους προσέγγισης σε μεγάλο φάσμα εκπαιδευτικών εμπειριών (Weld 1990).

Τα κύρια εμπόδια στην χρήση Η/Υ από ειδικά άτομα είναι: το μεγάλο κόστος των εξαρτημάτων, η έλλειψη σωστής καθοδήγησης και το ότι το μεγαλύτερο πλήθος των εφαρμογών έχουν γίνει για να χρησιμοποιούνται από ανθρώπους χωρίς αναπηρίες (Joseph 1984). Έτσι οι μαθητές ΜΕΑ έχουν λίγες

επιλογές διαδραστικών εφαρμογών με τον υπολογιστή. Πολλές φορές τους δίνονται απλοϊκές εφαρμογές μειώνοντας έτσι την ευκαιρία να ενισχύσουν την μάθησή τους με τον υπολογιστή. Ευτυχώς με την πρόοδο της τεχνολογίας αυτή η αντίληψη αποβάλλεται σταδιακά (Ryba κ.α. 1995). Έτσι έχουν δημιουργηθεί σύγχρονες περιφερειακές συσκευές καθώς και εξειδικευμένο λογισμικό (εκμάθησης, ανάγνωσης, γραφής, επεξεργασίας κειμένου κ.α.). Η τεχνολογία βέβαια από μόνη της δεν κάνει τη διαφορά. Το πάντρεμά της όμως με τη σωστή εκπαιδευτική στρατηγική δίνει στα παιδιά ΜΕΑ ευκαιρίες για συμμετοχή. Αν ένας μαθητής μπορεί να γράψει μόνο με το πάτημα ενός κουμπιού και δεν μπορεί να γυρίσει τις σελίδες ενός βιβλίου, τότε ο καθηγητής θα πρέπει υποχρεωτικά να γνωρίζει εκπαιδευτικές στρατηγικές με νέες τεχνολογίες ώστε να μπορεί να του δώσει ίσες ευκαιρίες με τους συμμαθητές του (Holzberg 1994).

Από τα προηγούμενα λοιπόν, συνοψίζοντας μπορεί κανείς να πει ότι, οι πολυμεσικές εφαρμογές ανοίγουν δρόμους προς τη μάθηση για τους μαθητές ΜΕΑ αλλά και για τους εκπαιδευτές τους. Οι τελευταίοι αποκτούν ιδιαίτερες ικανότητες κατασκευάζοντας προγράμματα και δουλεύοντας με τα παιδιά. Οι νέες τεχνολογίες βοηθούν τους μαθητές ΜΕΑ να δουν με περισσότερο ενθουσιασμό τη μάθηση, να αποκτήσουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση και αναγνώριση συμβάλλοντας συγχρόνως στην γνωστική τους ανάπτυξη (Ryba κ.α. 1995). Ίσως **η διδασκαλία με υπολογιστή τελικά να βοηθήσει μαθητές που τα καθιερωμένα εκπαιδευτικά μοντέλα απέτυχαν να εκπαιδεύσουν.**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Βλέποντας από τα παραπάνω τη σημασία του πειράματος και πόσο στερημένοι είναι οι μαθητές ΜΕΑ από αυτά, καθώς και πόσο πολλά έχουν να προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες σε αυτόν τον τομέα και αφού μελέτησα το καθεστώς της ειδικής αγωγής στην Ελλάδα (<http://www.disabled.gr/>), θέλησα να δημιουργήσω μια εφαρμογή πολυμέσων που να δίνει την ευκαιρία σε μαθητές ΜΕΑ να λάβουν μέρος σε πειραματικές διαδικασίες που περιλαμβάνουν οξέα.

Αν και τα ειδικά σχολεία είναι αρκετά εξοπλισμένα, λόγω των ειδικών αναγκών των μαθητών τα πειράματα είναι σχεδόν ανύπαρκτα. Αυτά τα λίγα που γίνονται είναι απλά πειράματα επίδειξης. Ένα μεγάλο μέρος των μαθητών έχει εξοικειωθεί με τον υπολογιστή. Η χρήση των υπολογιστών στο σχολείο γίνεται μόνο στο μάθημα της πληροφορικής και στην ειδική αγωγή. Η διδασκαλία με νέες τεχνολογίες μέσω υπολογιστή είναι σχεδόν ανύπαρκτη παρόλο που υπάρχουν οι υπολογιστές. Αυτή λοιπόν η εμπειρία μου, με οδήγησε στην κατασκευή μιας “one click” εφαρμογής που έχει γενικό στόχο, **την χρήση της από άτομα με κινητικά προβλήματα.**

Οι επιμέρους στόχοι της εφαρμογής είναι οι παρακάτω:

1. Η ενεργός συμμετοχή του μαθητή με απλό τρόπο σε πειραματική διαδικασία μέσω υπολογιστή.

2. Η παρατήρηση από τον μαθητή των εξής πειραμάτων:

A. Οξέα και δείκτες.

B. Οξέα και μέταλλα και**Γ. Οξέα και ανθρακικά άλατα.****3. Η αναγνώριση των οξέων βάσει των ιδιοτήτων τους που φαίνονται στα παραπάνω πειράματα.****ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ**

Για να πραγματοποιηθεί η εφαρμογή πρέπει να πληρεί κάποιες προϋποθέσεις. Αυτές είναι οι εξής:

1. Η εφαρμογή να πραγματοποιείται με το απλό πάτημα ενός ποντικιού (one click), μια και περισσότερες και πιο σύνθετες κινήσεις είναι πολλές φορές αδύνατο να πραγματοποιηθούν από μαθητές ΜΕΑ.

2. Ο μαθητής πρέπει να παίρνει μέρος στη διαδικασία σαν να πραγματοποιεί το πείραμα στο εργαστήριο. Δηλαδή να μάθει να αναγνωρίζει τα υλικά και αντιδραστήρια, να τα επιλέγει και στη συνέχεια να εκτελεί την πειραματική διαδικασία. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα ο μαθητής να πλησιάζει περισσότερο την πραγματικότητα.

3. Οι οδηγίες για τα πειράματα να είναι κατανοητές και να εμφανίζονται στην οθόνη μια και δεν υπάρχει η δυνατότητα ο μαθητής να ξεφυλλίζει φυλλάδιο οδηγιών η βιβλίο.

4. Τα κουμπιά να είναι συγκεντρωμένα και κατανοητά για να αποφευχθούν οι κινήσεις μεγαλύτερου βεληνεκούς και τα λάθη από το μαθητή.

5. Οι οθόνες να περιέχουν μόνο τα απαραίτητα στοιχεία, χωρίς περιττές κινήσεις (animation) για να μην υπάρχει κίνδυνος απόσπασης της προσοχής του μαθητή.

6. Η ανάλυση οθόνης να είναι 640 x 480 μια και είναι αυτή που χρησιμοποιούν συνήθως οι μαθητές ΜΕΑ ώστε να παρουσιάζονται τα εικονίδια στην οθόνη τους σε μεγαλύτερο μέγεθος.

7. Η εφαρμογή να είναι συμβατή σε απλό προσωπικό υπολογιστή (PC) με εγκατεστημένα Windows (τουλάχιστον 1998).

8. Τα πειράματα να είναι μέρος του αναλυτικού προγράμματος της Χημείας Γ' Γυμνασίου (Γεωργιάδου κ.α. 1998).

9. Η εφαρμογή να μπορεί με κατάλληλη καθοδήγηση να πραγματοποιηθεί από το μαθητή μόνο του.

10. Η εφαρμογή να μπορεί να εφαρμοστεί και από μαθητές που δεν ανήκουν στην κατηγορία ΜΕΑ.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε με τα προγράμματα λογισμικού:

1. CorelDraw 8
2. Adobe Photoshop 5
3. Director 8

Έγινε επίσης μία στοιχειώδης διαμόρφωση ήχου με το πρόγραμμα **Creative Wave Studio** της κάρτας ήχου Sound Blaster PCI64.

Ο ΔΙΣΚΟΣ- CD

Η τελική μορφή της εφαρμογής δίνεται σε συμπαγή δίσκο (CD) που αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. **Χημικό εργαστήριο.** Εδώ ο μαθητής έχει μια οπτική εικόνα του εργαστηριακού χώρου της άσκησης. Από αυτή τη σελίδα του δίνεται η δυνατότητα να προχωρήσει στα μέρη 2,3,4.

2. Γνωριμία εργαστηρίου.

- Γνωριμία χημικών οργάνων
- Γνωριμία χημικών αντιδραστηρίων.

Εδώ ο μαθητής- χρήστης μπορεί να δει τις ονομασίες των τμημάτων του εργαστηρίου με το πέρασμα του cursor πάνω από το κάθε αντικείμενο. Δίνεται επίσης η δυνατότητα να επιλέξει και να γνωρίσει μερικά χημικά όργανα και χημικά αντιδραστήρια.

3. Πειράματα.

- Οξέα και δείκτες
- Οξέα και ανθρακικά άλατα
- Οξέα και μέταλλα.

Το κάθε πείραμα αποτελείται από τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος ο μαθητής συγκεντρώνει τα απαιτούμενα για το αντίστοιχο πείραμα υλικά και αντιδραστήρια σύμφωνα με τις οδηγίες που του δίνονται στον πίνακα της οθόνης που εμφανίζεται.

Αφού συγκεντρώσει σωστά τα υλικά μπορεί να προχωρήσει στο επόμενο μέρος, δηλαδή στην εκτέλεση του πειράματος στο τραπέζι εργασίας.

Τέλος στο τρίτο μέρος μπορεί να ασχοληθεί με τις αντίστοιχες ασκήσεις του κάθε πειράματος.

4. Πηγές: Λογισμικό, Βιβλιογραφία, Ήχος, Εικόνες

Εδώ αναγράφονται όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για να δημιουργηθεί ο δίσκος.

Η εισήγηση που περιγράφεται είναι μέρος της Ερευνητικής Εργασίας Διπλωματικής Ειδίκευσης, που εκπονήθηκε από την συγγραφέα το 2001, στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Διδακτική της Χημείας και Νέες Τεχνολογίες (ΔιΧηNET) υπό την επίβλεψη του Ι. Παλυβού Επίκουρου Καθηγητή ΕΜΠ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5. Ball , Stanley , Computer Technology and Persons with Disabilities , Conference California , October 1985 , p. 11-18.
6. Brulle A., Barton L., Barton C., Wharton D., Exceptional Children , USA , 1983 Vol. 49 , No 6 , p. 543-545.
7. Butt N., Scott E., Support for Learning , NASEN , 1994 , Vol. 9 No 1., p. 9-15.
8. Holzberg C., Technology and Learning , Baltimore , April 1994 , 14 (7) p. 18-21.
9. <http://miavx1.muohio.edu/>
10. <http://www.disabled.gr/>

11. Joseph J., Discovery '84: Technology for Disabled Persons , Chicago , 1984 , p. 200-203.
12. Kucera , Thomas J., Teaching Chemistry to Students with Disabilities , third edition , Washington , D.C. , August 1993.
13. Ryba K., Selby L., Nolan P., Educational Leadership International, New Zealand, October 1995, p. 82-84.
14. Weld J., The Science Teacher , November 1990 , p. 34-38.
15. Whitmore J., Exceptional Children , October 1981, Vol 48 , No 2 , p. 106-113.
16. Βοσνιάδου Σ., De Corte E., Mandl H., Technology- Based Learning Environments, Springer- Verlag, 137, 1994.
17. Γαλδαδάς Α., Λάοπόδης Β., Μιχαλακόπουλος Β. κ.α. , Η Κοινωνία της Πληροφορίας , Εκδ. Λιβάνη ΑΒΕ , Αθήνα , 2000.
18. Γεωργιάδου Τ., Καφετζόπουλος Κ., Πρόβης Ν., Σπυρέλλης Ν., Χηνιάδης Δ. , Χημεία Γ' Γυμνασίου , ΟΕΔΒ , Αθήνα , 1998.
19. Γεωργιάδου Τ., Καφετζόπουλος Κ., Πρόβης Ν., Σπυρέλλης Ν., Χηνιάδης Δ. , Εργαστηριακός οδηγός Χημείας Γ' Γυμνασίου , ΟΕΔΒ , Αθήνα , 1998.
20. Γεωργίου Θ., Κάππος Ι., Λαδιάς Α., Μικρόπουλος Α., Τζιμογιάννης Α., Χαλκιά Κ., Πολυμέσα – Δίκτυα , Λιβάνη ΑΒΕ , Αθήνα 1999.
21. Γιαλούρης Κ., Γκιμπερίτης Ε., Κόμης Β., Σιδερίδης Α., Σταθόπουλος Κ., Εφαρμογές Πληροφορικής – Υπολογιστών , ΟΕΔΒ , Αθήνα , 1998 .
22. Δαουλιτζή Β. , Καραβατά Φ. , 10ο Επιμορφωτικό Σεμινάριο Χημείας , Αθήνα , Δεκέμβριος 2000 , σελ. 56-57.
23. Κόκκοτας Π., Διδακτική των Φυσικών Επιστημών , Εκδ. Γρηγόρη , Αθήνα , 1998.
24. Κόκκοτας Π., Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών , Αθανασόπουλος και ΣΙΑ , Αθήνα , 1997.
25. Κόμης Β. , Φείδας Χ., Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση , Πάτρα , Οκτώβριος 2000 , σ.297-307.
26. Μασσαγγούρας Η., Στρατηγικές Διδασκαλίας , 4^η Έκδοση Gutenberg , Αθήνα , 1998.
27. Παπός Α., Μαθητοκεντρική Διδασκαλία , Εκδ. Βιβλία για όλους , Τόμος 1, Αθήνα , 1990.
28. Σταυρίδου Ε., Σολομωνίδου Χ., Σαμαράκου Μ., Γρηγοριάδου Μ., Μητρόπουλος Δ., Ρηγούτσος Α., Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση , Πάτρα , Οκτώβριος 2000 , σ. 489-498.
29. Ψύλλος Δ., Αργυράκης Π., Βλαχάβας Ι., κ.α. Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση , Πάτρα , Οκτώβριος 2000 , σ. 331-340.