

Αρχές σχεδίασης Εκπαιδευτικού Λογισμικού και διερεύνηση ένταξής του στη Διδακτική Διαδικασία

Γεώργιος Χρ. Παπαδόπουλος (*), Χαρίτων Πολάτογλου

2^ο Ε. Λ. Νεάπολης Θεσ/νίκης,
grgpap2000@yahoo.com,

Αν. Καθηγητής Τμήματος Φυσικής του
Α.Π.Θ., hariton@auth.gr

Θεματική Ενότητα: Αρχές Ανάπτυξης Εκπ/κού Λογισμικού, Εφαρμογές Πληροφορικής στην εκπ/ση
Επίπεδο Εκπαίδευσης: Γυμνάσιο, Λύκειο
Κατηγορία Εργασίας: Εμπειρική - Πειραματική έρευνα

Περίληψη: Στα πλαίσια της παροχής ευκαιριών και της ενθάρρυνσης του μαθητή για την αναδόμηση της γνώσης μέσα από την εξερεύνηση, τον πειραματισμό, την κατασκευή υποθέσεων, την αιτιολόγηση και τη γενίκευση, η Διδακτική Διαδικασία πρέπει να εξελίσσεται και να εμπλουτίζεται, επικουρούμενη από τα σύγχρονα εργαλεία που της προσφέρει η τεχνολογία. Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό είναι ένα τέτοιο εργαλείο.

Η εργασία μας ασχολήθηκε με την διερεύνηση των αρχών που θα πρέπει να διέπουν ένα τέτοιο λογισμικό και με τον τρόπο ένταξής του Εκπαιδευτικού Λογισμικού στη Διδακτική Διαδικασία. Για τον σκοπό αυτό διερευνήσαμε τις αρχές και προσδιορίσαμε τις προδιαγραφές για ένα Εκπαιδευτικό Λογισμικό με αντικείμενο την κινηματική από την πλευρά της φυσικής σε συνδυασμό με τις συναρτήσεις από την πλευρά των μαθηματικών. Το δοκιμάσαμε στη Γ' τάξη Γυμνασίου και Α' τάξη Λυκείου επιδιώκοντας ένα μοντέλο διδασκαλίας με χρήση εικονικού εργαστηρίου.

Όπως διαπιστώθηκε η ένταξη του λογισμικού στη διδακτική διαδικασία, αύξησε το ενδιαφέρον των μαθητών και βελτίωσαν την επίδοσή τους στην κατανόηση του φαινομένου της κίνησης, των γραφημάτων που περιγράφουν αυτή και των αρχών που την διέπουν. Επί πλέον ανέπτυξαν συνεργατικές συμπεριφορές.

Λέξεις Κλειδιά: διερεύνηση εννοιών, περιβάλλον πειραματισμού, οικοδόμηση της γνώσης, εκπαιδευτικό λογισμικό, συνεργατικότητα

Principles of developing an educational software and experimentation for integrating it into the educational process

George Papadopoulos, 2nd Lyceum of Neapoli Thessalonica, grgpap2000@yahoo.com

Hariton Polatoglou, department of Physics, Aristotelian University of Thessalonica, hariton@auth.gr

Conference Theme: Development of Educational Software, Informatics Applications in Education

Educational Level: Lower Secondary, Upper Secondary

Paper Classification: Empirical Investigation

Abstract: The educational process has to be developed and enriched with the current technological tools in order to give students the possibility to gain knowledge and to encourage them to take actively part in the whole process through exploration, experimentation, hypothesis construction, explanation and generalization. Educational software can be considered as such a technological tool.

In this presentation we have studied the principles which should underlie an educational software, defined its specifications and explored its integration into the educational process, using as a case study the subject "kinematics" from the Physics course in combination with the subject "functions" from Mathematics. It was tested in the 3rd class of the Gymnasium and in the 1st class of the Lykeio aiming to construct a teaching methodology which includes a virtual lab.

It was observed that the incorporation of the software into the educational process enlarged the students interest and improved their performance in the perception of the phenomena of kinematics, the corresponding graphs and the principles which underlie these phenomena. In addition, a cooperative behavior among the students has been noticed.

Keywords: exploration, experimentation environment, knowledge development, educational software, cooperative behavior

Εισαγωγή

Η επιτυχία των διδακτικών στόχων που θέτουμε είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων. Ίσως ο δάσκαλος να είναι ο κυριότερος. Τα εργαλεία όμως που θα χρησιμοποιήσει ο δάσκαλος στη διδακτική διαδικασία είναι δυνατόν να προσδιορίσουν τη μεθοδολογία που θα ακολουθήσει στην προσέγγιση των διδακτικών του στόχων. Ας μη ξεχνάμε πως ο άνθρωπος ξεχώρισε από το ζωικό βασίλειο εξ αιτίας της χρήσης εργαλείων. Το δε είδος και η ποιότητα των εργαλείων που χρησιμοποιεί καθορίζει κατά πολύ τη στάση του, αλλά και τη νοοτροπία ολόκληρης κοινωνίας.

Τα εργαλεία και η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιήσει, έχουν σχέση με το πώς ερμηνεύει κανείς το φαινόμενο της μάθησης. Αν δεχτούμε ότι η μάθηση είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο που έχει να κάνει αφ' ενός, με την αλληλεπίδραση ερεθίσματος και αντίδρασης, αλλά που κυρίως είναι μια διεργασία επανανακάλυψης της γνώσης, με την αποικοδόμηση των υπάρχουσών γνωστικών δομών και την οικοδόμηση νέων. Επί πλέον ότι η λειτουργία των μαθητών μέσα σε ομάδες, τους βοηθά στον έλεγχο, απόρριψη, αναδιοργάνωση της υπάρχουσας

γνώσης και κατάκτηση της νέας, μέσα σε πνεύμα επικοινωνίας και συνεργασίας, τότε σε ένα τέτοιο κλίμα ενταγμένη, η διδακτική διαδικασία θα πρέπει να εμπλουτιστεί με σύγχρονα εργαλεία που να προσφέρουν στον μαθητή πολυσχιδείς δυνατότητες.

Ένα τέτοιο εργαλείο είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής με το κατάλληλο εκπαιδευτικό λογισμικό.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό πρέπει να σχεδιαστεί με την δέουσα προσοχή, ενταγμένο σε ένα γενικότερο φιλοσοφικό πλαίσιο γύρω από την ερμηνεία της μάθησης και να ικανοποιεί τους διδακτικούς στόχους τους οποίους θα κλιθεί να εξυπηρετήσει. Έτσι θα πρέπει να αποφεύγεται η απλή παράθεση δεδομένων, νόμων και αρχών, αφού έτσι εκλαμβάνεται ο μαθητής σαν παθητικός δέκτης και συσσωρευτής γνώσεων. Αντίθετα, ο μαθητής θα πρέπει να θεωρείται αφενός μεν σαν υπεύθυνο και αυτόνομο άτομο, που συμμετέχει ενεργά στη διαδικασία της μάθησης, αφετέρου σαν ενεργή μονάδα μιας ομάδας που διερευνά, εποικοδομεί και αναδομεί τη γνώση μέσα από συνεργατικές διεργασίες.

Ένας άλλος παράγοντας που θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν κατά την σχεδίαση του εκπαιδευτικού λογισμικού, είναι η ανάγκη να πραγματεύεται το θέμα όσο το δυνατόν πιο σφαιρικά. Η διεπιστημονική προσέγγιση ενός θέματος βοηθά τον μαθητή να το αντιλαμβάνεται σαν ένα μέρος του όλου και μέσω αυτού παράλληλα να χτίζεται προσεγγιστικά η κατανόηση του όλου. Η κατάτμηση και αποσπασματική αντιμετώπιση των θεμάτων μπορεί να φαίνεται πως βοηθά στην κατανόηση του μέρους, όμως αυτό είναι πλασματικό, αφού μόλις αυτό παρουσιαστεί σε άλλες συνθήκες φαντάζει άγνωστο.

Η εργασία αυτή έχει στόχο την αναζήτηση των αρχών, με βάση τις οποίες θα πρέπει να σχεδιάζεται ένα εκπαιδευτικό λογισμικό, την εφαρμογή τους σε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα και τη δοκιμή τους στη διδακτική πρακτική.

Αρχές

Το εκπαιδευτικό λογισμικό για να μπορεί να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις που προαναφέραμε θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από:

- A. Διεπιστημονικότητα
- B. Διερευνητικότητα
- Γ. Δυνατότητα συσχέτισης εννοιών
- Δ. Πολλαπλή αναπαράσταση της ίδιας έννοιας
- E. Ολοκληρωμένη παρουσίαση Αρχών και Νόμων
- Στ. Αυτοαξιολόγηση
- Z. Φιλικότητα
- Ακόμη θα ήταν χρήσιμο να διαθέτει
- H. Φωνή / ήχο
- Και τέλος να
- Θ. Εντυπωσιάζει

Εστίαση

Ένας σημαντικός τομέας των Μαθηματικών είναι αδιαμφισβήτητα εκείνος των Συναρτήσεων. Είτε στον τομέα της έρευνας είτε στον τομέα της διδασκαλίας αυτές καταλαμβάνουν ένα σημαντικό μέρος και από άποψη χρόνου αλλά και από άποψη ενδιαφέροντος. Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ο μαθητής τις συναντά σε όλες τις τάξεις του Γυμνασίου και του Λυκείου. Η αντιμετώπιση τους όμως, στο μάθημα των Μαθηματικών, είναι ως επί το πλείστον φορμαλιστική. Ο μαθητής χειρίζεται τα σύμβολα, τις μεταβλητές, τις παραμέτρους σαν αόριστα, κενά σύμβολα, σαν αφηρημένες οντότητες, χωρίς να συνδέονται ή να ερμηνεύουν κάτι πραγματικό.

Στη Φυσική οι μαθητές μαθαίνουν αποσπασματικά τύπους, δίχως να εμβαθύνουν στην Μαθηματική τους υπόσταση. Τα γραφήματα που καλούνται να αναγνώσουν δεν είναι για αυτούς μια μοντελοποιημένη αναπαράσταση του φαινομένου, αλλά απλώς μια καμπύλη που πρέπει να απομνημονεύσουν. Έτσι δεν αξιοποιούν την όποια μαθηματική γνώση έχουν γύρω από τις συναρτήσεις, μη μπορώντας να τη μετατρέψουν σε εργαλείο για την ερμηνεία των φαινομένων.

Θέλοντας λοιπόν να εφαρμόσουμε τις αρχές για τη σχεδίαση εκπαιδευτικού λογισμικού που προαναφέραμε, επιλέξαμε το παράδειγμα της κινηματικής, όπου γίνεται συγκερασμός των μαθηματικών εννοιών της συνάρτησης και των γραφημάτων με την ερμηνεία του φαινομένου της κίνησης.

Οργάνωση των εργαλείων

Προς εξυπηρέτηση της εργασίας, δημιουργήσαμε ένα εκπαιδευτικό λογισμικό στο οποίο ο μαθητής έχει δυο βασικές επιλογές:

- Την διερεύνηση των συναρτήσεων
- Τον πειραματισμό με την κίνηση

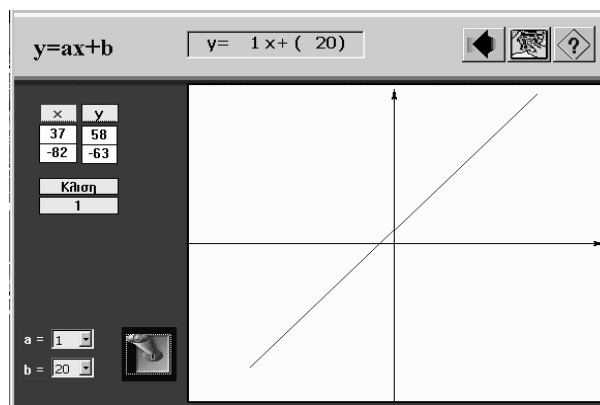
Κατά τη Διερεύνηση των συναρτήσεων

Επιλέγει μεταξύ των συναρτήσεων

$$y=ax$$

$$y=ax+b$$

$$y=ax^2$$



Οθόνη πειραματισμού με τις συναρτήσεις

Η οθόνη διαιρείται σε δυο μέρη:

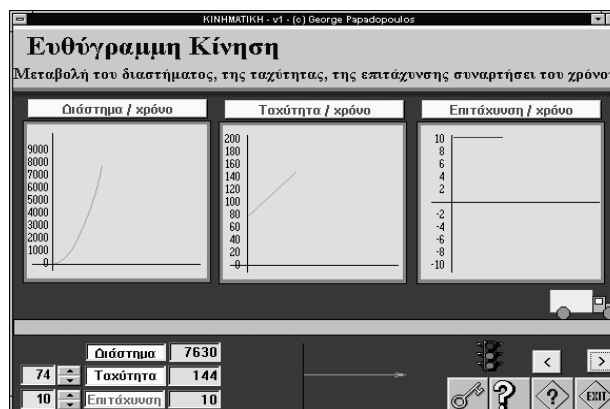
α. τον αριθμητικό χώρο, όπου προσδιορίζει τις παραμέτρους και παίρνει αριθμητικές πληροφορίες.

β. τον «πίνακα» όπου έχει τις γραφικές πληροφορίες

Στην επιλογή της $y=ax+b$ για παράδειγμα, μπορεί να προσδιορίσει τα a και b της συνάρτησης και πατώντας τον «διακόπτη» να δει το γράφημα της συνάρτησης. Κατόπιν με διαφοροποιήσεις των τιμών των παραμέτρων αυτών μπορεί να αντιληφθεί ο μαθητής διαισθητικά το ρόλο που παίζει η κάθε παράμετρος στη διαμόρφωση του γραφήματος.

«Ακουμπώντας» την ευθεία μπορεί να διαπιστώσει τις συντεταγμένες των σημείων που αγγίζει δημιουργώντας έναν πίνακα τιμών που επαληθεύει το γράφημα αριθμητικά και τέλος να πάρει την κλίση της ευθείας.

Ακόμη υπάρχει η δυνατότητα παρουσίασης ηχητικών μηνυμάτων ή κειμένου που εφιστούν τη προσοχή και τον βοηθούν να βγάλει συμπεράσματα.



Οθόνη πειραματισμού κίνησης

Κατά τον Πειραματισμό με την κίνηση

Ο μαθητής πειραματίζεται με την κίνηση ενός φορτηγού, του οποίου μπορεί να προσδιορίσει την αρχική ταχύτητα και την επιτάχυνση. Καθώς λοιπόν κινείται το φορτηγάκι σύμφωνα με τις παραπάνω παραμέτρους, ο μαθητής μπορεί να παρακολουθεί την εξέλιξη των γραφημάτων των βασικών μεγεθών της κίνησης: του διαστήματος, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης, ενώ ταυτόχρονα φαίνεται και η μεταβολή των διανυσμάτων της ταχύτητας και της επιτάχυνσης.

Τις διαπιστώσεις στις οποίες καταλήγει, μπορεί να τις εμπεδώσει επιλέγοντας την ολοκληρωμένη παρουσίαση των νόμων που διέπουν την κίνηση και τέλος, με την ενασχόλησή του με τις ερωτήσεις που υπάρχουν, οι οποίες είναι αντιστοίχισης και πολλαπλών επιλογών (φυσικά μπορεί να πάρει τις απαντήσεις με κατάλληλη επιλογή).

Έτσι στο εν λόγω λογισμικό μπορούμε να διακρίνουμε τις αρχές που προτείνουμε:

Διεπιστημονικότητα:

Η πραγμάτευση καθαρά Μαθηματικών εννοιών: των συναρτήσεων (εξίσωση, παράμετρος του x , γράφημα, πίνακας τιμών, κλίση) και της αναπαράστασης ενός φυσικού φαινομένου και της μεταβολής των παραμέτρων της (διάστημα, ταχύτητα, επιτάχυνση) με τη βοήθεια των συναρτήσεων. Έτσι οι αφηρημένες έννοιες: συνάρτηση, μεταβλητή, γράφημα να αποκτήσουν φυσική υπόσταση.

Διερευνητικότητα

Ο μαθητής μπορεί να προσδιορίσει τις συνθήκες του πειράματος, είτε στο Μαθηματικό πεδίο είτε στο πεδίο της Φυσικής. Να προσδιορίσει παραμέτρους, να κάνει μετρήσεις, προβλέψεις, επιβεβαιώσεις. Έτσι ο μαθητής ενεργοποιείται και προσεγγίζει τη διαδικασία της μοντελοποίησης φυσικών φαινομένων.

Δυνατότητα συσχέτισης εννοιών

Ο μαθητής έχει τη δυνατότητα συσχέτισης διαφόρων εννοιών, όπως συντεταγμένες των σημείων του γραφήματος με την κλίση του στο Μαθηματικό πεδίο, του διαστήματος, της ταχύτητας, της επιτάχυνσης στο πεδίο της Φυσικής.

Πολλαπλή αναπαράσταση της ίδιας έννοιας

Η ταχύτητα για παράδειγμα αναπαρίσταται αριθμητικά, διανυσματικά, σαν γράφημα ενώ ταυτόχρονα ο μαθητής έχει την διαισθητική αντίληψη της αναπαράστασης της κίνησης.

Ολοκληρωμένη παρουσίαση Αρχών και Νόμων

Με επιλογή κατάλληλου κουμπιού ο μαθητής μπορεί να πάρει την αυστηρή μορφή των νόμων, είτε σαν γραπτό κείμενο είτε σαν φωνητικό μήνυμα.

Αυτοαξιολόγηση

Με κατάλληλη επιλογή ο μαθητής, μεταφέρεται σε φύλλα αυτοαξιολόγησης, όπου με ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών και συσχέτισης διαπιστώνει τον βαθμό προσέγγισής του στο θέμα.

Φιλικότητα

Η απλότητα του χειρισμού και η παροχή on line βοήθειας, είναι παράγοντες που χαρακτηρίζουν τη φιλικότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού.

Μέθοδος ενσωμάτωσης στην εκπαιδευτική διαδικασία

Το εκπαιδευτικό λογισμικό, όπως και οποιοδήποτε άλλο διδακτικό εργαλείο, θα πρέπει να ενταχθεί αρμονικά στη διδακτική διαδικασία. Διαφορετικά αποδυναμώνονται οι δυνατότητές του. Έτσι το μοντέλο διδασκαλίας στο οποίο δοκιμάσαμε το εκπαιδευτικό λογισμικό, ήταν στα εξής πλαίσια:

A. Περιγραφή του προβλήματος

Αρχικά γίνεται στους μαθητές η περιγραφή του προβλήματος, ποιο είναι το αντικείμενο και ποιες είναι οι αναζητήσεις μας.

B. Πειραματισμός με το Εκπαιδευτικό Λογισμικό

Ακολουθεί ο πειραματισμός, αρχικά και προς εξοικείωση με το λογισμικό με ελεύθερες επιλογές και κατόπιν με την καθοδήγηση φύλλων εργασίας. Έτσι επιτυγχάνεται η ενεργή παρατήρηση, αφού πειραματίζεται με συγκεκριμένες παραμέτρους ικανές να οδηγήσουν στις κατάλληλες μετρήσεις και συμπεράσματα. Στο στάδιο αυτό καλείται ο μαθητής να παρατηρήσει, να μετρήσει και να προβλέψει.

Τέλος με τη χρήση του χαρτιού στο οποίο καταγράφει τις παρατηρήσεις του επιτυγχάνεται κάποια αποστασιοποίηση από τον Η. Υ. και παράλληλα μια πιο άμεση δραστηριοποίηση.

Μετά τον πειραματισμό ακολουθεί η αναζήτηση των νόμων που διέπουν την κίνηση είτε μέσω της περιγραφής, είτε με τις ερωτήσεις που διατίθενται στο λογισμικό.

Το στάδιο του πειραματισμού γίνεται σε ομάδες των δυο ή τριών μαθητών. Έτσι αναπτύσσεται ένα πνεύμα συνεργασίας με τη βοήθεια του οποίου πετυχαίνεται η επανοικοδόμηση της γνώσης.

Γ. Θεωρητική ολοκλήρωση

Τέλος ο καθηγητής ολοκληρώνει την οικοδόμηση αρχών / νόμων με θεωρητική θεμελίωση.

Πιλοτική Εφαρμογή

Οι ενότητες της ομαλής κίνησης και της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης πραγματοποιήθηκαν με τον παραδοσιακό και τον προτεινόμενο τρόπο στο Γυμνάσιο της Έδεσσας και στο Λύκειο της Νεάπολης Θεσσαλονίκης όπως φαίνεται στον διπλανό πίνακα.

Σχολείο	Αριθμός τμημάτων	Μέθοδος
2 ^ο Γυμνάσιο Έδεσσας	2	Παραδοσιακή
2 ^ο Γυμνάσιο Έδεσσας	2	Προτεινόμενη
2 ^ο Ε. Λύκειο Νεάπολης Θεσσαλονίκης	2	Παραδοσιακή
2 ^ο Ε. Λύκειο Νεάπολης Θεσσαλονίκης	2	Προτεινόμενη

Η επίδραση του προτεινόμενου τρόπου διαπιστώθηκε από τα φύλλα εργασίας που συμπλήρωσαν οι μαθητές κατά την διάρκεια της ενασχόλησής τους με το αντικείμενο, τις προσωπικές συνεντεύξεις των καθηγητών που ενεπλάκησαν στην ανωτέρω διαδικασία και με επεξεργασία ερωτηματολογίου που συμπλήρωσαν οι μαθητές πριν και μετά το πέρας της διδακτικής διαδικασίας. Συστηματική ανάλυση του ερωτηματολογίου θα παρουσιαστεί σε άλλη εργασία.

Συμπεράσματα

Η εφαρμογή των παραπάνω έγινε στη Γ' Γυμνασίου του 2^{ου} Γυμνασίου της Έδεσσας και στην Α' Λυκείου του 2^{ου} Ενιαίου Λυκείου Νεάπολης της Θεσσαλονίκης. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν ήταν πολύ θετικά. Σημαντική βελτίωση παρουσιάστηκε στην ερμηνεία και κατανόηση των εννοιών και των γραφημάτων της ταχύτητας, του διαστήματος και της επιτάχυνσης. Επίσης αναπτύχθηκε πνεύμα συνεργασίας μεταξύ των μαθητών της κάθε ομάδας, αλλά επιπλέον βελτιώθηκε και το πνεύμα συνεργασίας μεταξύ των ομάδων και του καθηγητή. Τέλος η συμμετοχή των μαθητών ήταν πλήρης και δεν έμειναν εκτός της διαδικασίας μαθητές που είναι αδύνατοι στο μάθημα. Αντιθέτως έδειξαν ενδιαφέρον, προτείνοντας παραμέτρους, παρατηρώντας και βγάζοντας συμπεράσματα. Σήμερα, που πλέον έχουν καλυφτεί σχεδόν όλα τα σχολεία με ηλεκτρονικούς υπολογιστές (ένα τουλάχιστον εργαστήριο πληροφορικής σε κάθε σχολείο), ίσως θα πρέπει να γίνει αναδιάρθρωση των αναλυτικών και ωριαίων προγραμμάτων στην εκπαίδευση, εισάγοντας τις νέες τεχνολογίες συστηματικά στη εκπαιδευτική διαδικασία.

Αναφορές

- 1) Παναγιώτου Ζήση, Θεώρηση του φαινομένου της μάθησης από ψυχολογική, παιδαγωγική και διδακτική άποψη, Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη 1982
- 2) Πόρποδα Κωνσταντίνου, Γνωστική Ψυχολογία, Αθήνα 1992

- 3) Σιμάτος Αναστάσιος, Τεχνολογία και εκπαίδευση – Επιλογή και χρήση των εποπτικών μέσων διδασκαλίας, Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα 1995
- 4) Γαγάτης Α., Θέματα διδακτικής των Μαθηματικών, Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη 1993
- 5) Μακράκης Β., Υπερμέσα στην εκπαίδευση, Μια κοινωνικο – επικοινωνιακή προσέγγιση, Εκδόσεις Μεταίχμιο – Επιστήμες, 2000
- 6) Διεπιστημονική προσέγγιση των Μαθηματικών και της Διδακτικής τους, Επιμέλεια Φ. Καλαβάσης & Μ. Μείμαρης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου - Gutenberg, Αθήνα 2000
- 7) Berg, C. & Smith, P. (1994), Assessing students' abilities to construct and interpret line graphs Science Education 78(6): 527-554
- 8) Roth, W - McGinn M. (1997), Graphing: Cognitive ability or practice?, Science Education, 81, 91-106.
- 9) Kinematics (ver 0.81), <http://www.phy.syr.edu/courses/java/kinematics/>
- 10) Artificial Intelligence in Educational Software, <http://www.theteachersguide.com/EducationalPsychology.htm>
- 11) The physics Interactive Video Tutor, <http://nish.mit.edu/pivot2/kinematicst.html>