

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ – ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

EDUCATIONAL SOFTWARE FOR SELECTED UNITS OF PHYSICS – FLUID MECHANICS

Βαγγέλης Μανταδάκης
Δρ. Φυσικής, Ε.Ε.Δ.Ι.Π., Π.Τ.Δ.Ε
Πανεπιστήμιο Κρήτης
emant@edc.uoc.gr

Βαγγέλης Παπαβασιλείου
Επικ. Καθηγητής Η.Υ., Π.Τ.Δ.Ε
Πανεπιστήμιο Κρήτης
vrapan@edc.uoc.gr

Δόμνα Παπαδοπούλου
Εκπαιδευτικός
Μετ. Θετικών Επιστημών Π.Τ.Δ.Ε
domnparap@yahoo.gr

Περίληψη

Η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία της Φυσικής αποτελεί ένα πολύ δυνατό εργαλείο για τη βελτίωση της ποιότητας της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Όμως, η τεχνολογία από μόνη της δεν εγγυάται την αποτελεσματική μάθηση ενώ η λανθασμένη χρήση της μπορεί να δημιουργήσει αρκετά σοβαρά προβλήματα. Άρα είναι απολύτως απαραίτητο, κάθε προηγμένο μαθησιακό περιβάλλον να συνδυάζει αυτές τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών με κάποιο κατάλληλο παιδαγωγικό σχεδιασμό έτσι ώστε να προσφέρει το καλύτερο αποτέλεσμα. Η τεχνολογία θα πρέπει να είναι ένα σημαντικό εργαλείο υποστήριξης αλλά όχι το κέντρο εστίασης για τη μαθησιακή διαδικασία.

Στην παρούσα εισήγηση αναλύεται ο σχεδιασμός αλλά και η υλοποίηση ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος στο διαδίκτυο για τον εκσυγχρονισμό της διδασκαλίας της Φυσικής. Ο βασικός σκοπός είναι να προσφέρουμε ένα ‘μέσο διδασκαλίας’, το οποίο μπορεί να συμβάλλει αποτελεσματικά στην κατανόηση της ενότητας της Φυσικής, η οποία αναφέρεται στη Μηχανική των Ρευστών. Αυτή η εκπαιδευτική εφαρμογή αξιοποιεί τις δυνατότητες των πολυμέσων και επομένως ο ήχος, το κείμενο, οι εικόνες – σταθερές και κινούμενες – και τα γραφικά αποτελούν τον πυρήνα γύρω από τον οποίο περιστρέφεται η συγκεκριμένη υλοποίηση.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα, τα οποία προκύπτουν από τη χρήση της εφαρμογής είναι η ελεύθερη επιλογή τόπου, χρόνου και ρυθμού μελέτης, η καθοδήγηση μελέτης, η επεξήγηση όρων, η αποσαφήνιση βασικών εννοιών με προσομοιώσεις, η εκτέλεση πειραμάτων αλλά και η αξιολόγηση προόδου.

Λέξεις κλειδιά

Εκπαιδευτικό λογισμικό, μηχανική των ρευστών, προσομοιώσεις, κινούμενες εικόνες.

Abstract

The incorporation of new technologies in the teaching of physics is a very powerful tool for improving the quality of the educational process. However, technology alone does not guarantee effective learning, while its incorrect use can cause several serious problems. So it is absolutely essential, advanced learning environment combines these features of new technologies with a suitable pedagogical design to provide the best result. Technology will be an important tool to support but not the center focus for the learning process.

This paper discusses the design and implementation of an online learning environment for the modernization of teaching physics. The main purpose is to offer a 'medium of instruction', which can effectively contribute to the understanding of the Physics's sections, which refers to Fluid Mechanics. This educational application leverages the multimedia capabilities and therefore the sound, text, images - static and moving - and the graphics are the core around which revolves the specific implementation.

The major advantages that result from the use of this application is the free choice of place, time and pace of study, study guide, explanation of terms, clarification of key concepts with simulations, running experiments and the evaluation of progress.

Key words

Educational software, fluid mechanics, simulations, animation.

0. Εισαγωγή

Ένας αρκετά σημαντικός αριθμός σύγχρονων μελετών έχει καταδείξει ότι η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για μάθηση αλλά και απόκτηση εξειδικευμένης γνώσης δεν μπορεί να ικανοποιηθεί με την εφαρμογή μόνο των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας. Επιπροσθέτως, σε τέτοιου είδους διδασκαλίες απαιτείται η παρουσία των διδασκομένων σε ορισμένο χώρο και για κάποιο καθορισμένο χρονικό διάστημα. Επομένως θα πρέπει να αναζητηθούν κάποιοι εναλλακτικοί τρόποι διδασκαλίας, οι οποίοι δίνουν τη δυνατότητα σε κάθε ενδιαφερόμενο να μαθαίνει στον διαθέσιμο χώρο και χρόνο του ενώ παράλληλα έχουν και το μικρότερο δυνατό κόστος. Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα εναλλακτικής μορφής μάθησης είναι η εκπαίδευση από απόσταση, η οποία παρέχει σε κάθε εκπαιδευόμενο τη δυνατότητα να επιλέξει τόσο το χώρο όσο και το ρυθμό της μελέτης του. Το κύριο δομικό στοιχείο της εκπαίδευσης από απόσταση είναι η αυτοελεγχόμενη μάθηση σε προσωπικό χώρο και χρόνο αλλά και η ένα προς ένα σχέση με το διδάσκοντα.

Η ραγδαία εξέλιξη της πληροφοριακής και τηλεπικοινωνιακής τεχνολογίας και ιδιαίτερα του διαδικτύου έδωσε ένα νέο εκπαιδευτικό μέσο, το οποίο έχει αναγνωρισθεί από την εκπαιδευτική κοινότητα ως ένα ισχυρό εργαλείο για την υποστήριξη της

μάθησης από απόσταση, μέσω της δημιουργίας αλλά και της μετάδοσης εκπαιδευτικού υλικού. Στο διαδίκτυο διαμορφώνονται σημαντικές αλλαγές σχετικά με τον τρόπο μάθησης, μέσω της διδασκαλίας από απόσταση, καθώς και με τον τρόπο επικοινωνίας γενικότερα. Συγκεκριμένα, ο παγκόσμιος ιστός έχει αναγνωρισθεί ως ένα από τα δυναμικότερα μέσα για την ανάπτυξη και διάθεση εκπαιδευτικού υλικού αφού οποιοσδήποτε και από οπουδήποτε μπορεί να έχει πρόσβαση σε μια πληθώρα πληροφοριών.

Επίσης, επειδή η χρήση πολυμεσικών εφαρμογών στη διδασκαλία κάθε γνωστικού αντικειμένου αποτελεί ένα πολύ δυνατό εργαλείο για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, κάθε προηγμένο μαθησιακό περιβάλλον πρέπει να συνδυάζει τις δυνατότητες των πολυμέσων με ένα κατάλληλο παιδαγωγικό σχεδιασμό ώστε να προσφέρει όσο το δυνατόν καλύτερο αποτέλεσμα. Ειδικά, η δημιουργία μιας σειράς προσομοιώσεων για τη μελέτη διαφόρων φυσικών φαινομένων παρέχει το πλεονέκτημα για την εισαγωγή ή/και σταθεροποίηση διαφορετικών κάθε φορά παραμέτρων ώστε η εικόνα της υπό εξέταση κατάστασης να δίνεται με τον πλέον ολοκληρωμένο τρόπο. Αυτή η διεργασία επηρεάζει θετικά την αντίληψη των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα και επιτρέπει την ποιοτική προσέγγιση της αναπαράστασης κάποιας πραγματικής κατάστασης. Όμως, παρά την αξιοσημείωτη ανάπτυξη της τεχνολογίας, η παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού για το διαδίκτυο δεν έχει ακολουθήσει τους αναμενόμενους ρυθμούς. Όπως είναι γνωστό, το συντριπτικό ποσοστό των περιεχομένων μαθημάτων αποτελείται από στατικά κείμενα και εικόνες χωρίς την παρουσία δυναμικών πολυμεσικών στοιχείων και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένη διαδραστικότητα με το χρήστη.

Στην παρούσα εισήγηση αναλύεται ο σχεδιασμός αλλά και η υλοποίηση ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος στο διαδίκτυο για τον εκσυγχρονισμό της διδασκαλίας της Φυσικής. Ο βασικός σκοπός είναι να προσφέρουμε ένα 'μέσο διδασκαλίας', το οποίο μπορεί να συμβάλλει αποτελεσματικά στην κατανόηση των βασικών εννοιών από μια σημαντική ενότητα των Φυσικών Επιστημών, όπως η 'Μηχανική των Ρευστών'. Επιπροσθέτως, οι επιμέρους σκοποί είναι να παρουσιαστούν τα βασικά πειράματα αυτών των εννοιών με την επεξήγησή τους και η καθοδήγηση εκτέλεσης παρόμοιων πειραμάτων με πολύ απλά μέσα ενώ παράλληλα γίνεται προσπάθεια για τη χρησιμοποίηση της δικτυακής τοποθεσίας τόσο από εκπαιδευτικούς όσο και από μαθητές.

1. Προβληματική

Κεντρικό ρόλο στην αναζήτηση νέου προσανατολισμού στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κατέχουν οι Νέες Τεχνολογίες. Οι περισσότερες έρευνες, οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί προσπαθούν να ανακαλύψουν τη συμβολή ή τον κατάλληλο τρόπο χρήσης του Η/Υ στη διδακτική της Φυσικής. Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, η πλειοψηφία αυτών των ερευνών επικεντρώνουν

το ενδιαφέρον τους εξειδικευμένα - και μάλλον μονόπλευρα - στην έννοια του πειράματος. Τα σημαντικότερα θέματα, με τα οποία ασχολούνται είναι η διεξαγωγή πειραμάτων από απόσταση, η σύγκριση εικονικών και πραγματικών πειραμάτων αλλά κυρίως η διδασκαλία μιας συγκεκριμένης ενότητας της Φυσικής με εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα. Ουσιαστικά δηλαδή, μελετάται η αποτελεσματικότητα της χρήσης λογισμικών προσομοίωσης, στα οποία γίνεται εικονική αναπαράσταση ενός φαινομένου σε τέτοιες συνθήκες, οι οποίες να προσεγγίζουν κατά πολύ τις πραγματικές. Συνήθως, αυτά τα λογισμικά επιτρέπουν την μεταβολή των μεταβλητών του πειράματος ώστε ο χρήστης να κατανοήσει τον τρόπο που η συγκεκριμένη αλλαγή επηρεάζει την εξέλιξη του φυσικού φαινομένου. Αναμφίβολα, αυτού του είδους τα εκπαιδευτικά λογισμικά είναι πολύ χρήσιμα και εποικοδομητικά αλλά βοηθούν σε ένα μόνο άξονα της διδασκαλίας, τον πειραματισμό.

Από την άλλη πλευρά, ο αριθμός των ερευνών, οι οποίες χρησιμοποιούν ως εργαλείο μία ολοκληρωμένη και πλούσια παρουσίαση της διδακτέας ύλης - πολυμεσική ή υπερμεσική εφαρμογή που αποτελεί φορέα πληροφορίας μέσω πολλαπλών αναπαραστάσεων – είναι μικρός. Επομένως υπάρχει η ανάγκη σχεδιασμού και υλοποίησης ενός τέτοιου εκπαιδευτικού λογισμικού, το οποίο θα προσφέρει στον χρήστη πολύ περισσότερες δυνατότητες προσέγγισης της γνώσης. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή θα παρέχει τη δυνατότητα πλοήγησης σε ιστορικά στοιχεία, σε κείμενα και υπερκείμενα αλλά και σε ηχογραφήσεις για μια αναλυτική παρουσίαση της θεωρίας, σε videos, στατικές και κινούμενες εικόνες σχετικών με τη διδακτική ενότητα, σε βιντεοσκοπημένα πειράματα με λεπτομερείς οδηγίες για την επανάληψη τους σε πραγματικό εργαστήριο και τέλος σε απαντήσεις ερωτημάτων αλλά και λύσεις πρότυπων ασκήσεων για την καλύτερη αφομοίωση της γνώσης. Οι πολυμεσικές εφαρμογές αυτής της κατηγορίας παρέχουν ένα ελκυστικό διαδραστικό περιβάλλον με παιγνιώδη μορφή, το οποίο ενεργοποιεί περισσότερες αισθήσεις και διατηρεί αμείωτο το ενδιαφέρον του εκπαιδευόμενου λόγω των πολλαπλών αναπαραστάσεων της πληροφορίας με άμεση συνέπεια την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας του.

Επομένως, οι βασικοί στόχοι για τη δημιουργία αυτής της εκπαιδευτικής εφαρμογής, θα είναι:

- ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού έτσι ώστε να προσφερθεί σε εκπαιδευτικούς και μαθητές ένα εναλλακτικό εργαλείο για τη διδασκαλία των εννοιών της μηχανικής των ρευστών.
- η χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού από μαθητές και τη διεξαγωγή μιας έρευνας για την αξιολόγησή του και τη διερεύνηση της συμπεριφοράς αλλά και των συναισθημάτων των μαθητών κατά τη διδασκαλία.

Παράλληλα, οι επιμέρους στόχοι θα είναι:

- εξέταση της αποτελεσματικότητας του λογισμικού ως προς τα παραγόμενα μαθησιακά αποτελέσματα.

- έρευνα του μεγέθους της βοήθειας, την οποία παρέχει η χρησιμοποίηση της εφαρμογής, στους εκπαιδευόμενους.
- σύγκριση της επίδοσης των μαθητών, οι οποίοι δίδαχθηκαν την ενότητα του γνωστικού αντικείμενου με τη χρησιμοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού και των μαθητών, οι οποίοι δίδαχθηκαν την ίδια ενότητα με τον παραδοσιακό τρόπο.
- ανάλυση των διαφοροποιήσεων, οι οποίες προκύπτουν από τη παραπάνω σύγκριση.
- μελέτη της επίδρασης από τη χρήση του λογισμικού στα συναισθήματα, στη διάθεση, και στη συμπεριφορά των μαθητών.
- αξιολόγηση του λογισμικού από μαθητές αφενός για επίτευξη του στόχου του και αφετέρου για τον χειρισμό του.

2. Εργαλεία δόμησης

Το εκπαιδευτικό περιβάλλον υλοποιείται σε ένα ειδικό λογισμικό σύστημα – Microsoft FrontPage 2003 – το οποίο ανήκει στην κατηγορία εργαλείων για την ανάπτυξη αλλά και τη συντήρηση δικτυακών τοποθεσιών ενώ παράλληλα χρησιμοποιείται και το επαγγελματικό πρότυπο της Macromedia – Flash6.0 – για τη δημιουργία προσομοιώσεων στις αντίστοιχες υποενότητες.

Το πρόγραμμα FrontPage της Microsoft είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα εργαλείων σχεδίασης για τη δημιουργία, συντήρηση και διαχείριση τοποθεσιών στο διαδίκτυο. Οι κυριότεροι λόγοι προτίμησης του συγκεκριμένου λογισμικού για την προβολή όλων των σχετικών πληροφοριών αλλά και των αντίστοιχων ασκήσεων είναι τα σημαντικά στοιχεία δόμησης των ιστοσελίδων, το γραφικό σύστημα επικοινωνίας και η απλή εναλλαγή σε προβολή html. Επιπροσθέτως, το πρόγραμμα Flash της Macromedia είναι το ιδανικό εργαλείο αφενός για τη δημιουργία animations – κινούμενα γραφικά – και αφετέρου για το σχεδιασμό δικτυακών τοποθεσιών με διαλογικά χαρακτηριστικά. Επομένως, η επιλογή του συγκεκριμένου εργαλείου υπαγορεύεται από τις ειδικές δυνατότητες κίνησης, οι οποίες είναι αναγκαίες για την προσομοίωση πραγματικών φαινομένων και την αναπαράσταση αφηρημένων εννοιών.

Φυσικά, όπως άλλωστε συμβαίνει σε όλες τις υλοποιήσεις πολυμεσικών εφαρμογών, για τη βελτιστοποίηση του τελικού αποτελέσματος απαιτήθηκε η συνεργασία αρκετών προγραμμάτων, τα οποία αναφέρουμε επιγραμματικά:

- CorelDraw – Λογισμικό επεξεργασίας εικόνων.
- AdobePhotoshop – Λογισμικό επεξεργασίας εικόνων.
- Ζωγραφική των Windows – Λογισμικό επεξεργασίας εικόνων.
- UnleadGifAnimator – Λογισμικό δημιουργίας κινούμενων εικόνων.

- AdobePremiere – Λογισμικό επεξεργασίας video.
- PinnacleStudio – Λογισμικό επεξεργασίας video.
- Microsoft Windows Movie Maker – Λογισμικό επεξεργασίας video.
- WinAVIVideoConverter – Λογισμικό επεξεργασίας video.
- CoolEditPro – Λογισμικό επεξεργασίας ήχου.
- EclipseCrosswordpuzzleengine – Λογισμικό κατασκευής σταυρόλεξων.
- JavaScript – Γλώσσα προγραμματισμού κατασκευής ιστοσελίδων.

3. Σχεδιασμός εφαρμογής

Αναμφισβήτητα τα πολυμέσα, η παρουσίαση δηλαδή της πληροφορίας με συνδυασμούς κειμένου, ήχου, εικόνας αλλά και κινούμενης εικόνας αποτελεί ένα αποτελεσματικό τρόπο διδασκαλίας αφού εκμεταλλεύεται δύο διαφορετικά κανάλια πρόσληψης πληροφοριών από τον άνθρωπο, το οπτικό και το ηχητικό (Gillani 2003, MayerR., MorenoR, 2003). Φυσικά, η αυξημένη προσοχή είναι απαραίτητη κατά το σχεδιασμό πολυμεσικών εφαρμογών, αφού η υπερβολική χρήση των διαφόρων πολυμεσικών στοιχείων ενισχύει το μέσο εις βάρος της πληροφορίας (Gillani 2003, Simons 2006). Επίσης, στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε ότι η αποτελεσματικότητα των πολυμέσων δεν υπόκειται σε περιορισμούς εκπαιδευτικών επιπέδων και η σωστή χρήση τους ενδείκνυται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό περιβάλλον αξιοποιεί τις δυνατότητες των πολυμέσων και επομένως ο ήχος, το κείμενο, οι εικόνες – σταθερές αλλά και κινούμενες – και τα γραφικά αποτελούν τον πυρήνα υλοποίησης. Επίσης, στο σημείο αυτό θεωρούμε σημαντικό να υπενθυμίσουμε την προτεραιότητα στη μη γραμμική παράθεση των πληροφοριών, τη δυνατότητα μετακίνησης του χρήστη από ένα σημείο της εφαρμογής σε οποιοδήποτε άλλο – ‘θερμό’ σημείο – και τη βελτιωμένη επικοινωνία του χρήστη με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής δίνει την ευκαιρία για αυθόρμητη εμπλοκή μιας τάξης ή ομάδας μαθητών σε συζητήσεις σχετικά με τις δραστηριότητές κατά τη χρησιμοποίηση κάποιου λογισμικού, τις δυσκολίες και τους τρόπους αντιμετώπισης τους, καθώς και με το περιεχόμενο της εργασίας τους. Πολλοί ερευνητές αναφέρουν ότι κατά τη χρήση ενός λογισμικού στην εκπαιδευτική διαδικασία, ένα σημαντικό μέρος της μάθησης λαμβάνει χώρα σε συζητήσεις της ομάδας μακριά από τον υπολογιστή (Κόκκοτας 2002).

Κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος είναι απαραίτητο να μελετήσουμε όλες τις παραμέτρους, οι οποίες επηρεάζουν με οποιοδήποτε τρόπο τη μαθησιακή διαδικασία. Τον προηγούμενο αιώνα, η μάθηση αποτέλεσε το αντικείμενο συστηματικών επιστημονικών μελετών με επακόλουθο την ανάπτυξη

τριών βασικών θεωριών - προτάσεων σχετικών με την ψυχολογία της. Κάθε θεωρία προσπάθησε να εξηγήσει το πώς μαθαίνουν οι άνθρωποι και στήριξε τα συμπεράσματά της σε ερευνητικές μεθόδους και σε πορίσματα της ψυχολογίας. Ουσιαστικά, κάθε πρόταση συνδυάζει στοιχεία ψυχολογίας και παιδαγωγικής για να διατυπώσει υποθέσεις και συμπεράσματα σχετικά με το φαινόμενο της μάθησης:

- Συμπεριφορισμός - Μπιχεβιορισμός (Behaviorism), ο οποίος υποστηρίζει την άποψη ότι με την παρατήρηση της συμπεριφοράς μπορούμε να καταλήξουμε σε συμπεράσματα για το φαινόμενο της μάθησης.
- Γνωστικισμός (Cognitivism), ο οποίος εστιάζει στις διαδικασίες της σκέψης που καθοδηγούν τη συμπεριφορά και προτείνει τη δημιουργία και τη μελέτη νοητικών μοντέλων με βάση τα οποία κάποιος ρυθμίζει τη συμπεριφορά του.
- Εποικοδομητισμός – Κονστρουκτιβισμός – Δομισμός (Constructivism), ο οποίος τοποθετεί στο κέντρο της μάθησης τον εκπαιδευόμενο, τους στόχους, τα ενδιαφέροντα και τις προτιμήσεις του. Η βασική ιδέα είναι ότι ο άνθρωπος κατασκευάζει μια αποκλειστική οπτική του κόσμου μέσα από τις προσωπικές εμπειρίες αλλά και τις αντιλήψεις, τις οποίες ο ίδιος αναπτύσσει (Κασωτάκης-Φλουρής 2003).

Καθεμιά από τις προαναφερθείσες σχολές προσεγγίζει τη μάθηση με ένα διαφορετικό τρόπο και προτάσει τις αντίστοιχες διδακτικές μεθόδους. Στην εκπαιδευτική δικτυακή τοποθεσία, η οποία συζητείται στην παρούσα εργασία, έχουν ενσωματωθεί και οι τρεις βασικές θεωρίες αλλά με διαφορετικό τρόπο.

Η υλοποίηση μιας εκπαιδευτικής διαδικτυακής τοποθεσίας είναι αρκετά πολύπλοκη διαδικασία, η οποία προϋποθέτει τον προσεκτικό σχεδιασμό κάθε βήματος με παράλληλη ομαλή διαδοχή των αλληλένδετων φάσεων έτσι ώστε να έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Τα στάδια αυτά είναι τα εξής:

- Επιλογή γνωστικού αντικείμενου και καθορισμός ομάδας στόχου.

Η επιλογή του συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου πραγματοποιήθηκε μετά από αναδίφηση στη σχετική βιβλιογραφία, από την οποία προκύπτει η μεγάλη δυσκολία των μαθητών στην κατανόηση των εννοιών της Φυσικής. Επομένως, ο κύριος στόχος ήταν να προσφέρουμε ένα ευχάριστο, λειτουργικό και εύχρηστο εργαλείο, το οποίο θα βοηθήσει και θα εμπλουτίσει τη διδακτική διαδικασία.

- Συλλογή και οργάνωση περιεχομένου:

Αρχικά ασχοληθήκαμε με τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών αλλά και τα Διαθεματικά Ενιαία Πλαίσια Προγραμμάτων Σπουδών της Φυσικής αλλά και της Πληροφορικής του Δημοτικού και Γυμνασίου και στη συνέχεια με την ύλη, η οποία αναφέρεται στη μηχανική των ρευστών. Επιπροσθέτως μελετήσαμε τους στόχους και τις οδηγίες που δίνονται στο βιβλίο του δασκάλου και τον οδηγό του εκπαιδευτικού για τη συγκεκριμένη ενότητα. Με τον τρόπο αυτόν πραγματοποιήθηκε η σταδιακή συλλογή υλικού,

σε μορφή κειμένου, εικόνων, σχεδιαγραμμάτων, videos και φωτογραφιών. Τέλος, το υλικό αξιολογήθηκε και περιορίστηκε μόνο σε εκείνο, το οποίο είναι χρήσιμο και κατάλληλο για την εκπαιδευτική διαδικτυακή τοποθεσία.

Ακολούθως, η ύλη της μηχανικής των ρευστών οργανώθηκε σε κεφάλαια και ενότητες ενώ βιντεοσκοπήθηκαν πειράματα, δημιουργήθηκαν κινούμενες εικόνες και ηχογραφήθηκαν όλα τα κείμενα για τη διευκόλυνση του χρήστη.

Τέλος έγινε ο σχεδιασμός του διαγράμματος ροής αλλά και ο τρόπος της πλοήγησης στις επιμέρους σελίδες της τοποθεσίας.

- Υλοποίηση επιφάνειας διασύνδεσης και ανάπτυξη περιεχομένου

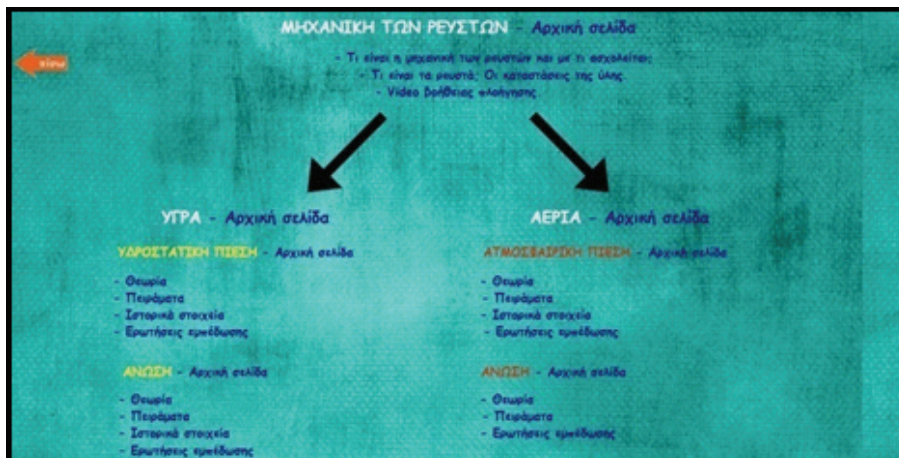
Στη συνέχεια υλοποιήθηκε η επιφάνεια διασύνδεσης και δημιουργήθηκαν όλες οι επιμέρους ιστοσελίδες που απαρτίζουν το περιεχόμενο των διαφόρων κεφαλαίων και ενοτήτων της εφαρμογής με παράλληλη ενσωμάτωση των κειμένων, εικόνων - στατικών ή κινούμενων, videos, ήχων και των υπολοίπων στοιχείων της ενότητας.

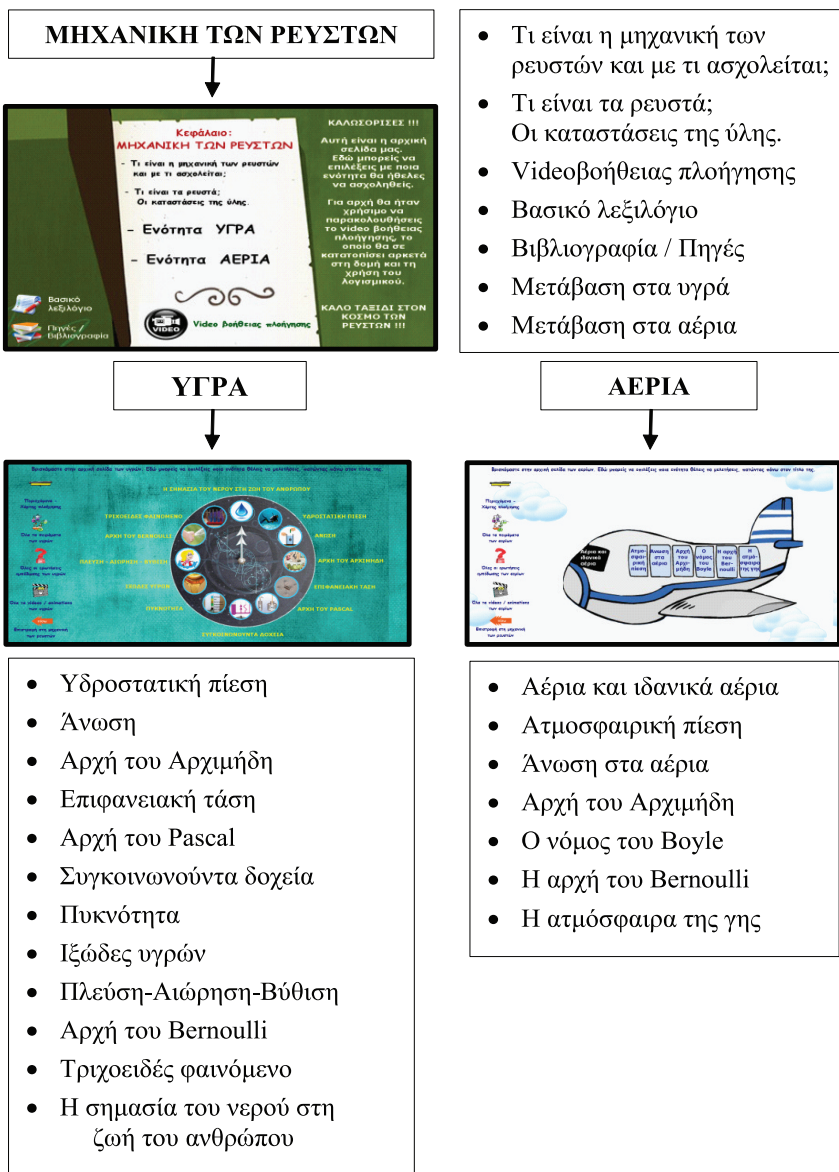
- Ανάπτυξη λογισμικού

Στο τέλος πραγματοποιήθηκε η ενοποίηση όλων των στοιχείων σε ένα περιβάλλον και κατασκευάστηκαν οι υπερσυνδέσεις μεταξύ των σελίδων αλλά και οι υπερσυνδέσεις με κείμενα, videos, εικόνες και ήχους.

4. Υλοποίηση εφαρμογής

Η εφαρμογή αποτελείται από τρία βασικά κεφάλαια: η μηχανική των ρευστών, τα υγρά και τα αέρια. Κάθε ένα από αυτά τα κεφάλαια έχει τη δική του αρχική σελίδα και τις δικές του ενότητες και υποενότητες. Στην αμέσως επόμενη εικόνα δίνεται ένα τμήμα του χάρτη πλοήγησης. Όλα τα κεφάλαια, οι ενότητες και οι υποενότητες είναι υπερσυνδεδεμένοι και πατώντας πάνω τους, ο χρήστης μεταφέρεται στο αντίστοιχο σημείο της εφαρμογής.





5. Αξιολόγηση εφαρμογής

Κάθε εκπαιδευτικό λογισμικό, ανεξάρτητα από τη θεωρία μάθησης που αντικατοπτρίζει, απαραίτητα πρέπει να έχει κάποια χαρακτηριστικά, τα οποία επιβάλλεται να λαμβάνονται υπόψη τόσο κατά τη σχεδιάσή του όσο και κατά την αξιολόγησή του. Επομένως, κατά την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής μας εφαρμογής θα επικεντρωθούμε στην εξέταση των παρακάτω στοιχείων:

- Το διδακτικό περιεχόμενο πρέπει να βρίσκεται σε συμφωνία με το ισχύον Αναλυτικό Πρόγραμμα, να είναι επιστημονικά τεκμηριωμένο και αξιόπιστο και να παρουσιάζεται με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, συμπληρώνοντας και εμπλουτίζοντας τη διδακτέα ύλη. Επίσης, η ποσότητα και η πυκνότητά του θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να ανταποκρίνεται στην ηλικία των αποδεκτών του με επακόλουθο την εύκολη αφομοίωση του. Επιπροσθέτως, σημαντικά στοιχεία είναι η σωστή οργάνωση, η δομή του περιεχομένου σε ενότητες με σωστή αλληλουχία και οι παραπομπές σε πρόσθετο υλικό, όπως ιστοσελίδες, περιοδικά, βιβλία, κλπ.
- Ο σκοπός και οι στόχοι της διδακτικής και παιδαγωγικής μεθοδολογίας θα πρέπει να είναι ξεκάθαρα διατυπωμένοι, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αυτοί θα επιτευχθούν. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να υπάρχει ισορροπία ανάμεσα στο διδακτικό περιεχόμενο, τις προσφερόμενες δραστηριότητες και τους μαθησιακούς στόχους. Τέλος, το εκπαιδευτικό λογισμικό θα πρέπει να υλοποιεί κάποια συγκεκριμένη παιδαγωγική αντίληψη για τη μάθηση, να ενεργοποιεί κίνητρα μάθησης καθώς και να καλλιεργεί την κριτική σκέψη.
- Η σχεδίαση και η δόμηση του περιεχομένου αποτελεί μία επίσης σημαντική πτυχή. Το περιεχόμενο θα πρέπει να έχει συγκεκριμένη δομή, η οποία θα διευκολύνει το χρήστη στην κατανόηση και στην απόκτηση των νέων γνώσεων, χωρίς να τον αποπροσανατολίζει. Φυσικά, απαραίτητο είναι να παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα ελεύθερης πλοήγησης, με εναλλακτικές διαδρομές, ανάλογα με τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά του.
- Η επιφάνεια διασύνδεσης αποτελεί ίσως ένα από τα σημαντικότερα μέρη της συνολικής αξιολόγησης του λογισμικού, μια και αυτή είναι το συνδεδετικό τμήμα μεταξύ χρήστη και λογισμικού - είναι το τμήμα που ο χρήστης βλέπει, ακούει και επικοινωνεί. Όσον αφορά τη γλώσσα που χρησιμοποιείται στα διάφορα κείμενα, αυτή θα πρέπει να είναι απλή, κατανοητή, χωρίς δυσνόητη ορολογία ή τεχνικούς όρους, αλλά ταυτόχρονα πλούσια και περιληπτική.
Ο χρήστης θα πρέπει να διευκολύνεται όσο είναι δυνατό στη χρήση του λογισμικού. Αυτό σημαίνει ότι η μετάβαση από ενότητα σε ενότητα πρέπει να είναι εύκολη και σημαντικό είναι επίσης να υπάρχουν πάντα μηνύματα βοήθειας ή ένας χάρτης πλοήγησης, ώστε να μπορεί να εντοπίζει ο χρήστης τη θέση του μέσα στο πρόγραμμα. Θα πρέπει να του δίνεται η δυνατότητα να «κινείται» σε προηγούμενο ή σε επόμενο σημείο ή να επανέλθει στην αρχική σελίδα ή ακόμη και να βγει από το λογισμικό από όποιο σημείο του κι αν βρίσκεται.
- Η χρήση των πολυμέσων – εικόνες, ήχος, βίντεο κλπ. – πρέπει να γίνεται με μέτρο. Τα πολυμέσα υπάρχουν για λειτουργικούς ρόλους και όχι για λόγους εντυπωσιασμού. Άρα ο ρόλος τους είναι υποστηρικτικός – ενισχυτικός και η οποιαδήποτε κατάχρηση θα μπορούσε να επιφέρει τα αντίθετα αποτελέσματα – αποπροσανατολισμός του εκπαιδευόμενου και μετατροπή του σε παθητικό δέκτη. Φυσικά,

το ίδιο ισχύει και για τη συνολική εικόνα του λογισμικού όσον αφορά το αισθητικό της αποτέλεσμα. Για να είναι ελκυστικό το περιβάλλον θα πρέπει να γίνει σωστή χρησιμοποίηση γραμματοσειρών, χρωμάτων, εικόνων, συμβόλων, πινάκων κλπ.

- Τέλος, το λογισμικό θα πρέπει να περιλαμβάνει διαδικασίες αξιολόγησης ή και αυτοαξιολόγησης του εκπαιδευόμενου, ώστε να καθορισθεί κατά πόσον έχουν επιτευχθεί οι προβλεπόμενοι μαθησιακοί στόχοι. Αυτό γίνεται μέσα από μια συλλογή πολλών διαφορετικών ασκήσεων, ερωτήσεων και προβλημάτων, με κυμαινόμενο βαθμό δυσκολίας, τις οποίες καλείται να λύσει ο χρήστης είτε ανά θεματική ενότητα του λογισμικού ή συνολικά και συνδυαστικά στο τέλος της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η κατάλληλη ανατροφοδότηση ενημερώνει τον εκπαιδευόμενο σχετικά με την απόδοσή του ενώ δίνει παράλληλα συμβουλές και υποδείξεις.

Στο τελευταίο τμήμα της εργασίας έχει γίνει μια ικανοποιητική πιλοτική προσπάθεια για την αξιολόγηση του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού. Τα αποτελέσματα της έρευνας - παρουσίαση και μελέτη της εφαρμογής αλλά και αξιολόγηση με βάση σχετικό ερωτηματολόγιο - παρουσιάζονται παρακάτω και είναι πάρα πολύ αξιόλογα.

Η συγκεκριμένη έρευνα διεξήχθη σε μια ομάδα φοιτητών του Π.Τ.Δ.Ε, η οποία περιελάμβανε τα 30 άτομα ενός σεμιναρίου Φυσικής. Οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί προσήλθαν στο εργαστήριο Η.Υ του Π.Τ.Δ.Ε όπου μελέτησαν - μέσω του Internet Explorer - εμπειριστατωμένα την εφαρμογή. Ακολουθώς, η συλλογή όλων των δεδομένων αξιολόγησης έγινε με τη συμπλήρωση σχετικού ερωτηματολογίου και αρκετές ερωτήσεις κλειστού τύπου ενώ η ανάλυση τους -πάντα σε σχέση με τους στόχους, οι οποίοι έχουν διατυπωθεί στο θεωρητικό πλαίσιο -πραγματοποιήθηκε με τη συνδρομή του προγράμματος επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων SPSS 14.0. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε ότι κάθε άξονας αξιολόγησης θεωρήθηκε ως μία απάντηση.

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αξιολόγησης

ΑΞΟΝΑΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ				
	Δεν απάντησαν	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
Το εκπαιδευτικό υλικό...					
<i>καθοδηγεί το χρήστη στη μελέτη του;</i>	1	1	6	8	14
<i>προάγει την αλληλεπίδρασή του με το χρήστη;</i>	2	0	5	12	11
<i>είναι κατανοητό, επεξηγεί δύσκολα σημεία και έννοιες;</i>	2	0	2	6	20
<i>αξιολογεί και ενημερώνει το χρήστη για την πρόοδό του;</i>	1	0	2	11	16
<i>εμπνυχώνει και ενθαρρύνει το χρήστη να συνεχίσει;</i>	0	0	2	12	16
<i>επιτρέπει στο χρήστη να επιλέγει ελεύθερα τον τόπο και το χρόνο, καθώς και το ρυθμό της μελέτης του;</i>	1	1	7	10	11
<i>έχει καλή δομή, εμφάνιση και αποτελεσματικότητα</i>	1	0	2	12	15

6. Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη της εκπαιδευτικής δικτυακής τοποθεσίας αποτελεί απαιτητική και πολύπλοκη διαδικασία, η οποία εντάσσεται στο πεδίο του σχεδιασμού και της υλοποίησης λογισμικού συστήματος και άπτεται πολλών μεθοδολογιών και τεχνολογιών. Τα βήματα σχεδιασμού αλλά και υλοποίησης του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος ταξινομούνται σε χρονική σειρά ως ακολούθως:

- Επιλογή γνωστικού αντικείμενου και καθορισμός ομάδας στόχων.
- Οργάνωση περιεχομένου και δημιουργία σεναρίου.
- Δόμηση του περιεχομένου σε αυτόνομες υποενότητες.
- Υλοποίηση των εφαρμογών υποενοτήτων.
- Σχεδίαση αλληλεπίδρασης.
- Υλοποίηση επιφάνειας διασύνδεσης.
- Ενοποίηση όλων των αυτόνομων υποενοτήτων.
- Εγκατάσταση της εφαρμογής στο περιβάλλον λειτουργίας της.
- Διορθώσεις, τροποποιήσεις και βελτιώσεις.
- Παραγωγή τελικού προϊόντος.

Κατά την υλοποίηση των ανωτέρω φάσεων δόθηκε εξαιρετική προσοχή και ιδιαίτερη φροντίδα έτσι ώστε να ικανοποιηθούν οι επιδιωκόμενοι στόχοι:

- Ελεύθερη επιλογή τόπου, χρόνου και ρυθμού μελέτης.
- Καθοδήγηση μελέτης.
- Αποδοτική αλληλεπίδραση.
- Επεξήγηση όρων και αποσαφήνιση εννοιών.
- Καθοδήγηση εκτέλεσης απλών πειραμάτων.
- Βελτίωση της αναλυτικής - συνθετικής σκέψης μέσω της Ιστοεξερεύνησης.

Ο μελλοντικός στόχος είναι η βελτίωση αλλά και παράλληλα η σταδιακή επέκταση της εφαρμογής έτσι ώστε να ενσωματωθεί το μεγαλύτερο ποσοστό των ενοτήτων της Φυσικής. Επειδή αυτού του είδους οι εφαρμογές παρέχουν αρκετά πλεονεκτήματα, τα οποία είναι αδύνατον να προσφερθούν από κάποιο βιβλίο, η ολοκλήρωση αυτής της ιδέας θα αποτελέσει αφενός ένα καινοτόμο εργαλείο για τη βελτίωση της διαδικασίας μάθησης και αφετέρου ένα βοήθημα για την αναθεώρηση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

Βιβλιογραφία

- Αλεξόπουλος Κ., Μαρίνος Δ. (1992) *Γενική Φυσική*. Αθήνα: Ολυμπία.
- Αναστασιάδης, Π. (2000) *Στον @ιώννα της Πληροφορίας*. Αθήνα: Λιβάνη.
- Αρβανιτάκης Ι., Κασκάλης Θ. (2009) 'Ανάπτυξη λογισμικού προσομοίωσης για τη διδασκαλία της πλεύσης-βύθισης στην Ε' τάξη του δημοτικού', 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Φλώρινα, 7-10 Μαΐου 2009.
- Δημητριάδης Σ. (2004) *Σχεδίαση και Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Υλικού*. Σημειώσεις μαθήματος. Θεσσαλονίκη.
- Καγιάφας Ε., Λούμος Β., Παπαοδυσσεύς Χ. (2000) *Τεχνολογία πολυμέσων, Ε.Μ.Π.* Αθήνα. www.medialab.ntua.gr/education/MultimediaTechnology/MultimediaTerchnologyNotes/index.htm
- Καλκάνης Γ., Κωστόπουλος Δ. (1995) *Φυσική - Από το Μικρόκοσμο στο Μακρόκοσμο*. Αθήνα: ομόνυμες εκδόσεις.
- Κασσωτάκης Μ., Φλουρής Γ. (2003) *Μάθηση & Διδασκαλία. Σύγχρονες απόψεις για τις διαδικασίες της μάθησης και τη μεθοδολογία της διδασκαλίας*, Τόμος Α': Μάθηση. Αθήνα.

- Κόκκοτας Π. (1998) Διδακτική των Φυσικών Επιστημών – Εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και μάθησης. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Κόκκοτας Π. (2000) *Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες: Σύγχρονοι προβληματισμοί*. Αθήνα: Δαρδανός.
- Κόκκοτας Π. (2001) *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Κόκκοτας Π. (2002) *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: ομώνυμες εκδόσεις.
- Μικρόπουλος Τ. (2000) *Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Σχεδίαση και Αξιολόγηση λογισμικού υπερμέσων*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2002) *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών - Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών υποχρεωτικής εκπαίδευσης, Α' & Β' τόμοι*. Αθήνα.
- Παναγιωτακόπουλος Χ, Πιερακέας Π., Πιντέλας Π. (2003) Το εκπαιδευτικό λογισμικό και η αξιολόγηση του. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Παπαβασιλείου Β., Τερτίπης Δ. (2001) 'Σχεδιασμός και Υλοποίηση μιας Σχολικής ιστοσελίδας- Η περίπτωση του 2ου Δημοτικού Σχολείου Χανίων', Ημερίδα 'Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση'. Ρέθυμνο.
- Ράπτης Α., Ράπτη Α. (2001) *Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορίας*, τόμοι Α' και Β'. Αθήνα: ομώνυμες εκδόσεις.
- Στυλιανός Ν. (2000) *Μεθοδολογία πειραμάτων Φυσικής Πειραματικής και Χημείας*. Αθήνα: Σμυρνωτάκης.
- Arons A. (1992) *Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής*, μετ. Βαλαδάκης Α. Αθήνα: Τροχαλία.
- Bower G. H., Hilgard E. R. (1981) *Theories of Learning*. London: Prentice Hall.
- Feynman R., Leighton R., Sands M. (1963) *The Feynman lectures on Physics*. USA: Addison Wesley Publishing Company.
- Gillani B. (2003) *Learning Theories and the Design of E-Learning Environments*. University Press of America.
- Gonick L., Huffman A. (1998) Τα πάντα για τη Φυσική σε κόμικς, μετ. Κλαδούχου Α. & Μάμαλης Α. Αθήνα: Κάτοπτρο.
- Jarvis P. (2003) *Συνεχιζόμενη εκπαίδευση και κατάρτιση, Θεωρία και πράξη*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Jonassen D.H. (1994) *Computers in the classroom: mindtools for critical thinking*, Englewood Cliffs, N.J., Merrill.
- Hewitt P. (1997) *Οι Έννοιες της Φυσικής, 1^{ος} και 2^{ος} τόμοι*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

- Hinostroza J. E., Mellar H. (2004) Pedagogy Embedded in Educational Software design: Report of a case study, *Computers Education*, vol. 42, pp. 1-23.
- Kumpulainen K., Mutanen M. (1998) Collaborative Practice of Science Construction in a Computer – Based Multimedia Environment, *Computers Education*, vol. 30, pp. 75-85.
- Macromedia Flash MX (2004) Learning Flash, εκδόσειςMacromedia, USA.
- Macromedia Flash MX (2004) Using Flash, εκδόσειςMacromedia, USA.
- Macromedia Flash MX (2004) Using Components, εκδόσειςMacromedia, USA.
- Mayer R., Moreno R. (2003) A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles. Άρθρο based on an entry entitled “*Instructional Technology*” in the forthcoming *Handbook of Applied Cognition*, edited by Frank Durso and published by Wiley. Microsoft Front Page, Πλήρης οδηγός Front Page, special edition. Αθήνα: Γκιούρδα.
- Muir-Herzig R. G. (2004) Technology and its Impact in the Classroom, *Computers Education*, vol. 42, pp. 111-131.
- Murphy C. (2003) *Literature Review in Primary Science and ICT*, report 5, Nesta Futurelab Series.
- Newton L., Rogers L. (2001) *Teaching Science with ICT*. London: Continuum.
- Osborne J., Hennessy S. (2003) Literature Review in Science Education and the role of ICT: Promise, Problems and Future Directions, report 6, Nesta Futurelab Series.
- Sears F., Zemansky M., Young H. (1987) *University Physics*, USA: Addison Wesley Publishing Company.
- Simons T. The Multimedia Paradox http://www.presentations.com/presentations/trends/article_display.jsp?vnu_content_id=1000734183
- Watkins J. Evaluation of a Physics Multimedia Resource, *Computers Education*, vol. 28, no 3, pp. 571-594.
- Young H. (1994) *Πανεπιστημιακή Φυσική*, 1^{ος} και 2^{ος} Τόμοι. Αθήνα: Παπαζήση.