

Βαγγέλης Μανταδάκης¹
Βαγγέλης Παπαβασιλείου²

Εκπαιδευτικό Λογισμικό στις Φυσικές Επιστήμες: Γεωμετρική Οπτική

Περίληψη

Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για μάθηση και η απόκτηση εξειδικευμένης γνώσης δεν μπορούν να ικανοποιηθούν απλά και μόνο με την εφαρμογή όλων των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας αλλά σε συνδυασμό με κάποιες εναλλακτικές μορφές μάθησης.

Επίσης, η χρήση πολυμεσικών εφαρμογών στη διδασκαλία οποιουδήποτε γνωστικού αντικειμένου αποτελεί ένα πολύ δυνατό εργαλείο για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Επομένως είναι απαραίτητο, κάθε προηγμένο μαθησιακό περιβάλλον να συνδυάζει τις δυνατότητες των πολυμέσων με ένα κατάλληλο παιδαγωγικό σχεδιασμό.

Ο κύριος σκοπός της εργασίας είναι να προσφέρει ένα ‘μέσο διδασκαλίας’, το οποίο θα συμβάλλει σημαντικά στην κατανόηση των βασικών εννοιών της Φυσικής, οι οποίες αναφέρονται στην ενότητα ‘Γεωμετρική Οπτική’, η οποία είναι ένα υποσύνολο της Οπτικής και ερευνά τις ιδιότητες του φωτός.

Λέξεις-κλειδιά: Γεωμετρική Οπτική, Πολυμέσα, Εκπαιδευτικό Λογισμικό

Educational Software for Natural Sciences: Geometrical Optics

Abstract

Modern studies have already shown that both the increasing demand for learning and the acquisition of specialized knowledge cannot be fulfilled merely by the application of traditional teaching methods but in combination with some

¹ Διδάκτορας Φυσικής-Ε.Τ.Ε.Π. στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Κρήτης

² Επίκουρος Καθηγητής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Κρήτης

alternative forms of learning, such as learning from distance where both the space and the rate study are selected.

On the other hand, the use of multimedia in teaching any academic field is a very powerful tool to improve the educational process. Therefore, it is essential, every advanced learning environment must combine the multimedia capabilities with an appropriate pedagogical design.

The main aim of this work is to provide a 'medium for teaching', which will contribute significantly to the understanding of the basic concepts of physics, which are listed in the section 'Geometric Optics' - a subset of Optics that investigates the properties of light.

Key words: Geometrical Optics, Multimedia, Educational Software

Εισαγωγή³

Η ομαλή ενσωμάτωση και η πλήρης αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης αποτελούν τις κύριες συνιστώσες για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η παιδαγωγική αξιοποίηση αυτής της καινοτομίας διαμορφώνει ένα νέο, πρωτότυπο αλλά και συνεχώς εξελισσόμενο περιβάλλον διδασκαλίας και μάθησης με κύριο χαρακτηριστικό τη διαφορετική διδακτική προσέγγιση σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία.

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ειδικότερα της Φυσικής είναι σήμερα ένα από τα καλύτερα αλλά και ευρύτερα πεδία για την ανάδειξη των δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών. Αυτό οφείλεται στην πειραματική τους διάσταση, στη δυσκολία επίλυσης διαφόρων προβλημάτων αλλά και στην αναγκαιότητα της διδασκαλίας με τη χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων. Άρα δημιουργείται η ανάγκη υλοποίησης κάποιων διδακτικών εργαλείων, τα οποία θα βοηθήσουν έτσι ώστε οι μαθητές, μεταξύ άλλων, να προσεγγίσουν έννοιες και

³ Η αρχική υλοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού έγινε στα πλαίσια της εργασίας του εκπαιδευτικού Γ. Αναγνωστάκη για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος του από τον Τομέα Θετικών Επιστημών Π.Τ.Δ.Ε Πανεπιστημίου Κρήτης.

νόμους της Φυσικής, να ασκηθούν στην παρατήρηση αλλά και ερμηνεία φυσικών φαινομένων, να αναπτύξουν νοητικές και πρακτικές δεξιότητες, να καλλιεργήσουν κριτική σκέψη ενώ παράλληλα θα εκτιμήσουν και το ρόλο της Φυσικής Επιστήμης στην ανάπτυξη της τεχνολογίας.

Οι πολυμεσικές εφαρμογές προβάλλουν και αποθηκεύουν δεδομένα - τα οποία περιλαμβάνουν κείμενο, ήχο, γραφικά, κινούμενες και σταθερές εικόνες, βίντεο - σε οποιοδήποτε συνδυασμό και επομένως η χρησιμοποίησή τους στη διδασκαλία οποιουδήποτε γνωστικού αντικειμένου και ειδικότερα της Φυσικής αποτελεί ένα δυνατό εργαλείο για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η μη γραμμική δομή αναπαράστασης των πληροφοριών σε συνδυασμό με τη δυνατότητα του μαθητή για ελεύθερη επιλογή του τρόπου προσέγγισης των δεδομένων συνεπάγονται την πολλαπλή εφαρμογή τους σε μια σχολική τάξη. Επιπροσθέτως, η χρησιμοποίηση μιας σειράς προσομοιώσεων μας παρέχει τη δυνατότητα να εισάγουμε ή / και να σταθεροποιούμε διαφορετικές κάθε φορά παραμέτρους ώστε η εικόνα του υπό εξέταση φαινομένου 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 μιας πραγματικής κατάστασης.

Επομένως, η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία κάθε γνωστικού αντικειμένου και ιδιαίτερα της Φυσικής αποτελεί ένα πολύ δυνατό εργαλείο για τη βελτίωση της ποιότητας της διαδικασίας μάθησης. Φυσικά, η τεχνολογία από μόνη της δεν αποτελεί εγγύηση για την επιτυχία 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 για τον εκσυγχρονισμό της διδασκαλίας της Φυσικής. Ο βασικός σκοπός είναι να προσφέρουμε ένα ολοκληρωμένο και

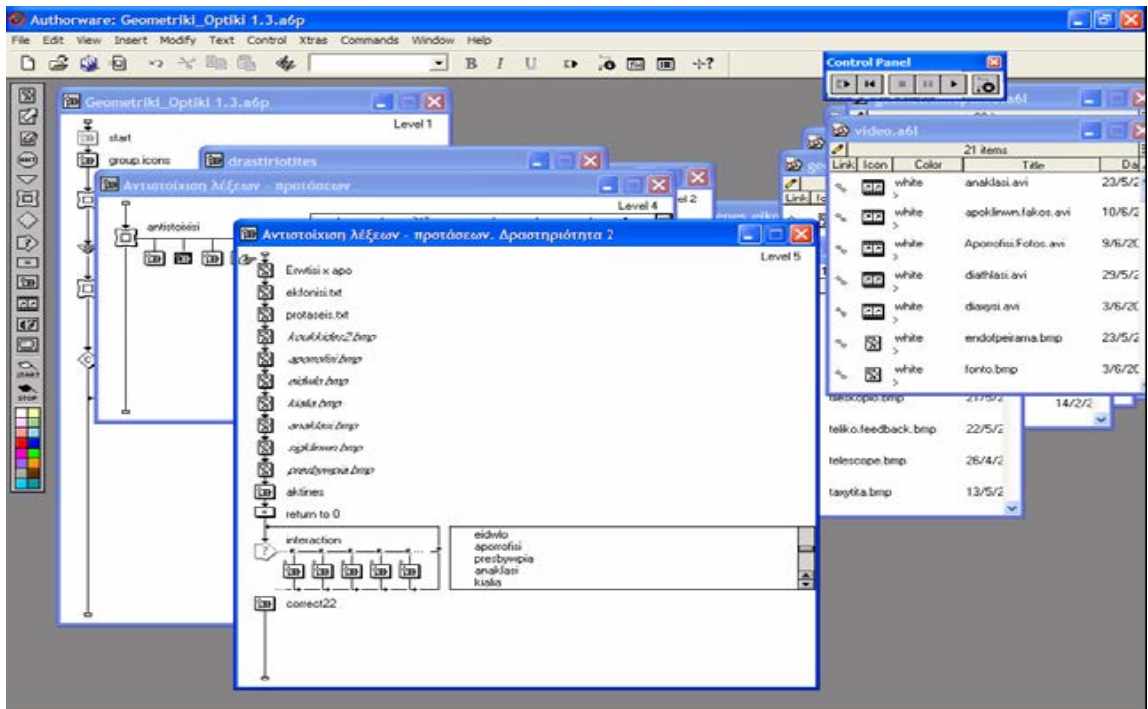
πρωτότυπο λογισμικό, το οποίο θα μπορεί να συμβάλλει αποτελεσματικά στην κατανόηση όλων των εννοιών της Γεωμετρικής Οπτικής, δηλαδή των εννοιών σχετικών με το φώς και τις ιδιότητες του. Επιπροσθέτως, έχει καταβληθεί σημαντική προσπάθεια να παρουσιαστεί αναλυτικά η συγκεκριμένη ενότητα με προσομοιώσεις, κινούμενες εικόνες και πειράματα με την επεξήγησή τους έτσι ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίηση της ολοκληρωμένης εφαρμογής τόσο από εκπαιδευτικούς όσο και από μαθητές.

Εργαλεία δόμησης

Η εφαρμογή υλοποιείται σε ένα ειδικό λογισμικό σύστημα – Macromedia Authorware 7.0 – το οποίο ανήκει στην κατηγορία λογισμικών συστημάτων για την υλοποίηση εφαρμογών – authoring software – ενώ η λειτουργία του βασίζεται σε ένα σύνολο εικονιδίων και εργαλείων - icon based, event driven tools. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα οπτικό περιβάλλον συγγραφής με αρκετά αντικείμενα – όπως εικόνες στατικές ή κινούμενες, βίντεο, κείμενο κ.τ.λ. – και ο συγγραφέας, με βάση κάποιο επιθυμητό σενάριο, καθορίζει πλήρως, αφενός την τοποθέτηση των εικονιδίων και αφετέρου τις δυνατότητες πλοήγησης στο εκπαιδευτικό λογισμικό. Επειδή το Macromedia Authorware 7.0 χαρακτηρίζεται από την ικανότητα δημιουργίας ιδιαίτερα διαλογικών πολυμεσικών εφαρμογών είτε σε cd ή στο διαδίκτυο ενώ παράλληλα είναι ένα πρόγραμμα εύκολο στην εκμάθησή του αλλά και πολύ φιλικό προς το χρήστη κατατάσσεται μεταξύ των καλύτερων στη συγκεκριμένη κατηγορία. Επιπροσθέτως, αν και η δημιουργία οποιασδήποτε πολυμεσικής εφαρμογής επιτυγχάνεται χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού, εντούτοις το Macromedia Authorware παρέχει μια ιδιότυπη και αρκετά ισχυρή γλώσσα προγραμματισμού, η οποία πολύ εύκολα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή περισσότερης ευελιξίας στον κατασκευαστή της και κατά συνέπεια στο χρήστη της.

Αρχικά δημιουργείται το διάγραμμα ροής – flowline – σύμφωνα με κάποιο σενάριο, το οποίο καθορίζεται από το συγγραφέα λογισμικού. Ανάλογα με το σενάριο, το διάγραμμα ροής επεκτείνεται με εικονίδια, τα οποία αντιστοιχούν σε

γεγονότα, εργασίες, γραφικά, ήχο, κείμενο, βίντεο, επιλογές και αποφάσεις του τελικού χρήστη. Αυτή η προσάρτηση των εικονιδίων δημιουργεί μια σειρά γεγονότων, ενεργειών και αλληλεπιδραστικών αποφάσεων. Επομένως δίνεται η δυνατότητα προκαθορισμού των εναλλακτικών επιλογών του χρήστη και ο προγραμματισμός της εφαρμογής ώστε να αντιδρά ή να αλληλεπιδρά ανάλογα με τις επιλογές.

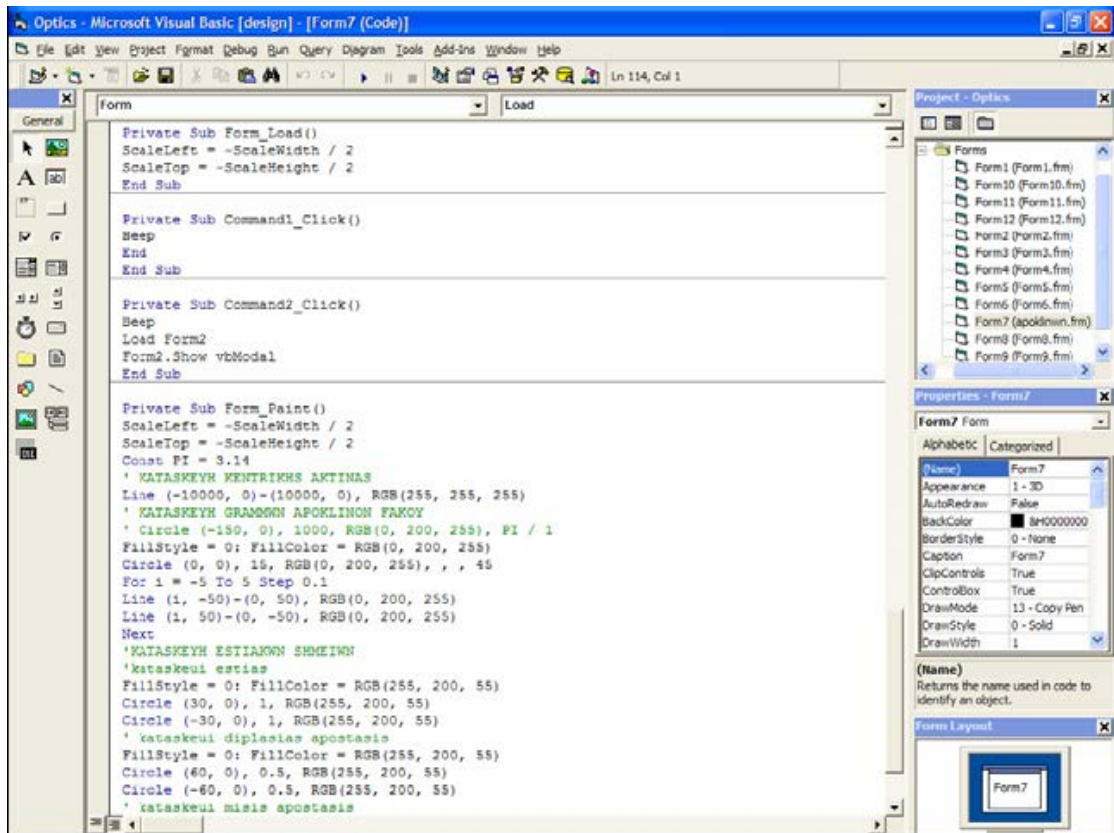


Εικόνα 2.1 - Το περιβάλλον εργασίας του Macromedia Authorware

Το πρόγραμμα συγγραφής λογισμικού χρησιμοποιεί βιβλιοθήκες ώστε να βελτιστοποιεί τη διαχείριση κάποιων πόρων του συστήματος. Συγκεκριμένα, συχνά χρησιμοποιούμενα αρχεία αποθηκεύονται εκτός του κύριου εκτελέσιμου προγράμματος και καλούνται όποτε κρίνεται απαραίτητο με επακόλουθο την εξοικονόμηση μνήμης. Επίσης, επειδή τα πολυμεσικά αρχεία – ειδικότερα αυτά του ήχου και του βίντεο – είναι απαιτητικά σε μνήμη μπορούν να συνδεθούν - αντί να συγχωνευθούν - με το κύριο πρόγραμμα ή τις βιβλιοθήκες.

Τέλος, αναφορικά με τη δημιουργία διαδραστικών σελίδων, το εικονίδιο πλοήγησης παρέχει τη δυνατότητα τόσο της διαδοχικής παρουσίασης σελίδων όσο και της αυτόματης μεταφοράς σε μη σειριακό περιεχόμενο μέσω κάποιων υπερσυνδέσμων.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε ότι οι ενσωματωμένες στην εφαρμογή προσομοιώσεις έχουν δημιουργηθεί στη γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic, η οποία είναι σχετικά εύκολη στην εκμάθηση της ενώ παράλληλα δίνει πολλές δυνατότητες στον προγραμματιστή. Το κύριο χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης γλώσσας είναι ο προγραμματισμός του υπολογιστή με βάση αντικείμενα, αντικειμενοστραφής προγραμματισμός, για μεγαλύτερη ευελιξία.



Εικόνα 2.2 - Το περιβάλλον εργασίας της Microsoft Visual Basic

Ολοκληρώνοντας την αναφορά στο πρόγραμμα συγγραφής λογισμικού - Macromedia Authorware 7.0 – αλλά και στη γλώσσα προγραμματισμού για τη

δημιουργία προσομοιώσεων - Visual Basic - θα αναφέρουμε επιγραμματικά και τα υπόλοιπα προγράμματα, τα οποία είχαν μικρή ή μεγάλη συνεισφορά στην υλοποίηση της εκπαιδευτικής πολυμεσικής εφαρμογής :

- Coreldraw – επεξεργασία εικόνων
- Adobe Photoshop - επεξεργασία εικόνων
- Ζωγραφική των Windows - επεξεργασία εικόνων
- Ulead GifAnimator - δημιουργία κινούμενων εικόνων
- Adobe Premiere – επεξεργασία βίντεο
- Pinnacle Studio - επεξεργασία βίντεο
- Wavelab - επεξεργασία ήχου
- Cool Edit pro - επεξεργασία ήχου
- Inno Setup 5 – δημιουργία εγκαταστάσιμων εφαρμογών

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, Mayer & Moreno 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 & Φλουρή 2003, Δημητριάδης 2004).

Καθεμιά από τις προαναφερθείσες σχολές προσεγγίζει τη μάθηση με ένα διαφορετικό τρόπο και προτάσσει τις αντίστοιχες διδακτικές μεθόδους. Κατά τη διάρκεια σχεδίασης της εφαρμογής - διδακτική και παιδαγωγική σχεδίαση, σχεδίαση οθονών και συνοδευτικών ήχων, αλληλεπίδραση H/Y και χρήστη, ανατροφοδότηση, πλοήγηση, περιεχόμενο και τεχνικά χαρακτηριστικά - έχουν ενσωματωθεί και οι τρεις βασικές θεωρίες αλλά με διαφορετικό τρόπο.

Υλοποίηση της εφαρμογής

Ο κύριος σκοπός της εργασίας είναι να προσφέρει ένα ‘μέσο διδασκαλίας’, το οποίο μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην κατανόηση βασικών εννοιών της Φυσικής - συγκεκριμένα της ενότητας Γεωμετρική Οπτική, η οποία είναι υποσύνολο της Οπτικής και ασχολείται με τις ιδιότητες του φωτός. Αν και δεν υπάρχει σαφώς καθορισμένο πλαίσιο σχετικά με τις προϋποθέσεις, τις οποίες θα πρέπει να ικανοποιεί ένα εκπαιδευτικό λογισμικό, βασικές κατευθυντήριες αρχές μπορούν να τηρηθούν ώστε το λογισμικό να θεωρείται αξιόλογο.

➤ *Διδακτική και Παιδαγωγική Σχεδίαση*

- ✓ Εντάσσεται στα πλαίσια του αναλυτικού προγράμματος.
- ✓ Ανταποκρίνεται στο επίπεδο των μαθητών προς τους οποίους απευθύνεται.
- ✓ Υποστηρίζει τη βιωματική προσέγγιση της γνώσης.
- ✓ Εμπλέκει ενεργά τους μαθητές και διευκολύνει τον πειραματισμό τους.
- ✓ Συμβάλλει στην ανάπτυξη της δημιουργικότητας των μαθητών.
- ✓ Βελτιώνει τις νοητικές και πρακτικές δεξιότητες.
- ✓ Καλλιεργεί την κριτική σκέψη.

➤ *Σχεδίαση Οθονών και Επιλογή Ήχων*

- ✓ Ομοιόμορφη κατασκευή των οθονών και ισορροπία μεταξύ της επιφάνειας διασύνδεσης και των επιμέρους ενότητων.
- ✓ Αποφυγή της μονοτονίας κατά τη σχεδίαση.
- ✓ Σαφής καθορισμός της χρήσης κάθε αντικειμένου στην οθόνη και αποφυγή παράθεσης πληροφοριών, οι οποίες αποπροσανατολίζουν τους μαθητές.
- ✓ Προσεκτική επιλογή των ήχων ώστε να επηρεάζει θετικά - κατά το δυνατόν - τη διάθεση των μαθητών.

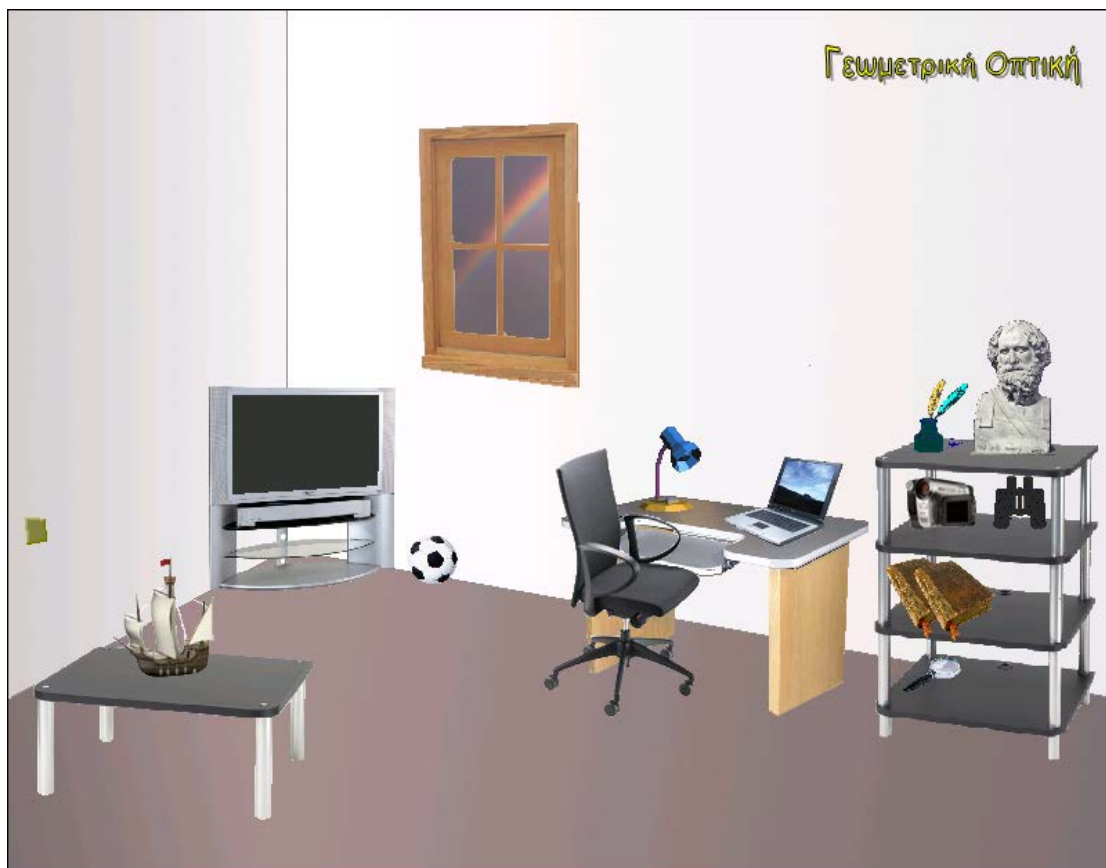
➤ *Αλληλεπίδραση και Ανατροφοδότηση*

- ✓ Λεπτομερής σχεδίαση της επικοινωνίας των μαθητών ή του διδάσκοντα με το εκπαιδευτικό λογισμικό.
- ✓ Δόμηση των πληροφοριών σε μη γραμμική μορφή.
- ✓ Διαίρεση του περιεχομένου σε ενότητες με ιεραρχική δομή.
- ✓ Σχεδίαση άμεσης ανατροφοδότησης, η οποία θα πρέπει να είναι στην ίδια οθόνη με την ερώτηση ή την απάντηση του μαθητή και προσαρμοσμένη στις εκάστοτε ανάγκες.

➤ *Περιεχόμενο*

Το περιεχόμενο του εκπαιδευτικού λογισμικού πρέπει να ανταποκρίνεται στο μαθησιακό επίπεδο του χρήστη, προς τον οποίο απευθύνεται και να είναι διατυπωμένο με σαφήνεια και ακρίβεια ενώ δεν θα πρέπει να περιέχει άσχετες με την ενότητα πληροφορίες. Η διάρθρωση του περιεχομένου σε δομημένες ενότητες έχει ως ακολούθως:

✓ Ιστορικά Στοιχεία – Η ενότητα περιγράφει αρκετούς επιστήμονες, οι οποίοι ασχολήθηκαν με την ερμηνεία της φύσης του φωτός και προσέφεραν με τις ιδέες αλλά και τους πειραματισμούς τους λύσεις σε απορίες που ταλάνιζαν για αρκετούς αιώνες την ανθρωπότητα. Μια μικρή αναγνώριση της προσφοράς τους στην επιστήμη είναι η παράθεση των βιογραφικών τους στοιχείων.



Εικόνα 4.1 - Το αρχικό παράθυρο επιλογών της εφαρμογής ‘Φως’

✓ Φύση του Φωτός – Η ενότητα περιγράφει κάποια πολύ γνωστά φαινόμενα, τα οποία είναι σχετικά με την Οπτική αλλά δεν εντάσσονται απευθείας στην Γεωμετρική Οπτική – αν και η ερμηνεία τους επιτυγχάνεται με τη βοήθειά της.

Οι έννοιες/φαινόμενα που εντάσσονται στη συγκεκριμένη ενότητα έχουν ως ακόλουθες:

- Διάδοση του Φωτός
- Ανάκλαση του Φωτός
- Διάχυση του Φωτός
- Απορρόφηση του Φωτός
- Διάθλαση του Φωτός
- Περίθλαση του Φωτός
- Πρίσματα
- Ορική Γωνία
- Ανάλυση του Φωτός
- Σύνθεση του Φωτός
- Ουράνιο Τόξο
- Αντικατοπτρισμός
- Σχηματισμός Σκιών

✓ Γεωμετρική Οπτική - Η ενότητα ουσιαστικά περιλαμβάνει όλες τις έννοιες εκείνες, οι οποίες που μπορούν να ερμηνευθούν από τη Γεωμετρική Οπτική, σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία της θεωρίας της Φυσικής.

Ειδικότερα, οι έννοιες, οι οποίες εντάσσονται στη συγκεκριμένη υποενότητα είναι οι ακόλουθες :

- Γεωμετρική Οπτική
- Είδωλο
- Φακοί
- Συγκλίνων Φακός
- Αποκλίνων Φακός
- Φακοί Fresnel
- Συστήματα Φακών και Κατόπτρων
- Εφαρμογές Φακών και Κατόπτρων
- Μεγεθυντικός Φακός
- Οφθαλμός
- Ανωμαλίες της όρασης
- Οπτικές ίνες
- Φωτογραφική μηχανή
- Βιντεοκάμερα
- Προβολέας
- Μικροσκόπιο
- Σφάλματα Φακών
- Κάτοπτρα
- Επίπεδα Κάτοπτρα
- Κοίλα Κάτοπτρα
- Κυρτά Κάτοπτρα
- Σφάλματα Σφαιρικών Κατόπτρων
- Τηλεσκόπια
- Τηλεσκόπιο του Γαλιλαίου
- Τηλεσκόπιο των Επιγείων
- Αστρονομικό Τηλεσκόπιο
- Διοπτρικό Τηλεσκόπιο
- Κατοπτρικό Τηλεσκόπιο
- Περισκόπιο
- Φάρος
- Κιάλια

✓ Προσομοιώσεις – Η ενότητα παρουσιάζει ένα εικονικό εργαστήριο έτσι ώστε ο χρήστης να διατυπώσει αλλά και να ελέγξει όλες τις σχετικές, με τη θεωρία, υποθέσεις του. Ειδικότερα, έχουν υλοποιηθεί οκτώ προσομοιώσεις, οι οποίες και αναφέρονται επιγραμματικά στη συνέχεια :

- Ανάκλαση του Φωτός
- Διάθλαση του Φωτός
- Σύνθεση του Φωτός
- Συγκλίνων Φακός
- Αποκλίνων Φακός
- Επίπεδο Κάτοπτρο
- Κοίλο Κάτοπτρο
- Κυρτό Κάτοπτρο

✓ Πειράματα – Η συγκεκριμένη ενότητα, όπως και αυτή των προσομοιώσεων – περιλαμβάνει όλα τα πειράματα, τα οποία έχουν βιντεοσκοπηθεί για το Φως.

Επιγραμματικά, τα πειράματα έχουν ως ακολούθως :

- Παρασκευή Διαλύματος
- Ανάκλαση του Φωτός
- Διάχυση του Φωτός
- Διάθλαση του Φωτός (3)
- Ανάκλαση και Διάθλαση
- Ορική Γωνία
- Ανάλυση του Φωτός
- Σχηματισμός Σκιών (2)
- Σκίασμα – Παρασκίασμα
- Απορρόφηση του Φωτός
- Περίθλαση του Φωτός
- Συγκλίνων Φακός
- Αποκλίνων Φακός
- Μεγεθυντικός Φακός
- Κοίλο Κάτοπτρο
- Κυρτό Κάτοπτρο
- Συστήματα Φακών & Κατόπτρων
- Περισκόπιο

✓ Δραστηριότητες – Η ενότητα περιλαμβάνει ένα ικανό αριθμό απλών αλλά και σύνθετων δραστηριοτήτων με στόχο την πλήρη κατανόηση των σχετικών εννοιών και φαινομένων.

Ο χρήστης έχει επτά επιλογές, οι οποίες παρατίθενται στη συνέχεια :

- Ερωτήσεις Πολλαπλών Επιλογών
- Βρες το Οπτικό Στοιχείο
- Λύσε το Σταυρόλεξο
- Αντιστοίχιση Λέξεων - Προτάσεων
- Βρες την Πρόταση
- Βρες αυτό που δεν ταιριάζει
- Φτιάξε την εικόνα

✓ Animation – Η ενότητα προβάλλει κάποιες κινούμενες εικόνες έτσι ώστε ο χρήστης να εμπεδώσει όλες τις σχετικές έννοιες. Συγκεκριμένα, η λίστα αυτών των κινούμενων εικόνων είναι η ακόλουθη :

- Ανάκλαση του Φωτός
- Διάχυση του Φωτός
- Διάθλαση του Φωτός
- Ανάκλαση και Διάθλαση
- Ορική Γωνία
- Συγκλίνων Φακός (2)
- Αποκλίνων Φακός (2)
- Χρωματικό Σφάλμα Φακών
- Σφαιρικό Σφάλμα Φακών
- Επίπεδο Κάτοπτρο (2)
- Κοίλο Κάτοπτρο (2)
- Κυρτό Κάτοπτρο (2)
- Σφαιρική εκτροπή κατόπτρου
- Συστήματα Φακών & Κατόπτρων
- Ουράνιο Τόξο
- Οφθαλμός
- Μυωπία
- Πρεσβυωπία
- Οπτικές Ίνες
- Φωτογραφική Μηχανή
- Αστρονομικό Τηλεσκόπιο
- Τηλεσκόπιο του Γαλιλαίου
- Τηλεσκόπιο των Επιγείων
- Κατοπτρικό Τηλεσκόπιο
- Περισκόπιο
- Φάρος
- Κιάλια

- ✓ Λεξικό όρων – Επεξήγηση ή πληροφορία για οποιαδήποτε σχετική έννοια.
 - ✓ Αναζήτηση – Εύρεση οποιασδήποτε λέξης ή φράσης αλλά και οπουδήποτε στο υπάρχον κείμενο μέσω ενός αυτόματου ηλεκτρονικού ευρετηρίου.
 - ✓ Εκτυπώσεις – Προβολή όλων των εκτυπώσιμων αρχείων, όπως ο οδηγός χρήσης της εφαρμογής, δραστηριότητες, θεωρητικό μέρος κ.λ.π.
 - ✓ Βιβλιογραφία – Αναφορά στις πηγές, από τις οποίες αντλήθηκαν οι σχετικές πληροφορίες.
 - ✓ Πληροφοριακά στοιχεία – Παρουσίαση των συντελεστών της εργασίας ενώ γίνεται και παράθεση άλλων σχετικών πληροφοριακών στοιχείων.
 - ✓ Έξοδος – Τερματισμός της εφαρμογής.
- Τέλος σε οποιοδήποτε σημείο της εφαρμογής κρίνεται απαραίτητο, δίνεται βοήθεια, η οποία είναι σχετική με τις επιλογές του χρήστη στο συγκεκριμένο σημείο. Παράλληλα παρέχεται η δυνατότητα να αποθηκευθούν σημειώσεις σε οποιοδήποτε σημείο της εφαρμογής για μελλοντική χρήση.

Αξιολόγηση εφαρμογής

Ουσιαστικά, στο στάδιο αξιολόγησης θα πρέπει να εξετάσουμε αν και σε ποιο βαθμό το εκπαιδευτικό περιβάλλον :

- καλύπτει επαρκώς το γνωστικό αντικείμενο, στο οποίο αναφέρεται.
- έχει σχεδιαστεί σωστά.
- ενσωματώνει και ακολουθεί τις βασικές αρχές πολυμέσων.

Επομένως, οι βασικοί άξονες για την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής εφαρμογής ορίζονται ως ακολούθως :

- καθοδηγεί το χρήστη στη μελέτη του.
- προάγει την αλληλεπίδραση του χρήστη με το εκπαιδευτικό περιβάλλον, η οποία είναι σημαντική για την αποτελεσματικότητα της μάθησης.
- επεξηγεί δύσκολα σημεία και έννοιες.
- αξιολογεί και ενημερώνει το χρήστη για την πρόοδό του.
- εμπνυχώνει και ενθαρρύνει το χρήστη να συνεχίσει
- επιτρέπει στο χρήστη να επιλέγει ελεύθερα τον τόπο και το χρόνο αλλά και το ρυθμό της μελέτης του.
- έχει καλή δομή, εμφάνιση και αποτελεσματικότητα.

Η έρευνα διεξήχθη σε δύο τμήματα εκπαιδευτικών – 20 ατόμων έκαστο – μετεκπαιδευόμενων στο Διδασκαλείο Δ.Ε του Π.Τ.Δ.Ε Πανεπιστημίου Κρήτης. Η

συλλογή των δεδομένων αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίου με αρκετές ερωτήσεις κλειστού τύπου. Τέλος, η ανάλυση των δεδομένων σε σχέση με τους στόχους, οι οποίοι έχουν διατυπωθεί στο θεωρητικό πλαίσιο, έγινε με το πρόγραμμα επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων SPSS 14.0. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημάνουμε ότι κάθε άξονας αξιολόγησης θεωρήθηκε τελικά ως μία απάντηση.

Πίνακας 5.1 - Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αξιολόγησης.

| ΑΞΟΝΑΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ | ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ | | | | |
|---|-------------------|------|--------|------|-----------|
| | ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΗΣΑΝ | ΛΙΓΟ | ΜΕΤΡΙΑ | ΠΟΛΥ | ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ |
| <i>Το εκπαιδευτικό υλικό...</i> | | | | | |
| <i>καθοδηγεί το χρήστη στη μελέτη του;</i> | 1 | 1 | 12 | 16 | 10 |
| <i>προάγει την αλληλεπίδρασή του με το χρήστη;</i> | 3 | 0 | 5 | 25 | 7 |
| <i>είναι κατανοητό, επεξηγεί δύσκολα σημεία και έννοιες;</i> | 0 | 0 | 0 | 25 | 15 |
| <i>αξιολογεί και ενημερώνει το χρήστη για την πρόοδό του;</i> | 1 | 0 | 0 | 17 | 22 |
| <i>εμπνυχώνει και ενθαρρύνει το χρήστη να συνεχίσει;</i> | 0 | 0 | 1 | 25 | 14 |
| <i>επιτρέπει στο χρήστη να επιλέγει ελεύθερα τον τόπο και το χρόνο, καθώς και το ρυθμό της μελέτης του;</i> | 2 | 0 | 14 | 18 | 6 |
| <i>έχει καλή δομή, εμφάνιση και αποτελεσματικότητα.</i> | 1 | 1 | 2 | 20 | 16 |

Συμπεράσματα

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού, το οποίο υποστηρίζει τη διδασκαλία της ενότητας 'Γεωμετρική Οπτική', έγινε με εξαιρετική προσοχή αλλά και ιδιαίτερη φροντίδα ώστε να ολοκληρώνει τους επιδιωκόμενους στόχους. Επίσης, ολόκληρη η εφαρμογή έχει χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία των συγκεκριμένων εννοιών της Φυσικής σε κάποια σχολεία στο Ρέθυμνο με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα⁴.

Η ανάπτυξη μιας τέτοιας πολυμεσικής εκπαιδευτικής εφαρμογής 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

⁴ Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έχουν επεξεργασθεί και θα δημοσιευθούν μελλοντικά.

συγκεκριμένου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος ταξινομούνται σε χρονική σειρά ως ακολούθως :

- Επιλογή γνωστικού αντικειμένου και καθορισμός ομάδας στόχων.
- Οργάνωση περιεχομένου και δημιουργία σεναρίου.
- Δόμηση του περιεχομένου σε αυτόνομες υποενοότητες.
- 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 τύπου, χρόνου και ρυθμού μελέτης.
- Καθοδήγηση μελέτης.
- Αποδοτική αλληλεπίδραση.
- Επεξήγηση όρων και αποσαφήνιση εννοιών.
- Καθοδήγηση εκτέλεσης απλών πειραμάτων.
- Βελτίωση της αναλυτικής - συνθετικής σκέψης.

Ο κύριος στόχος της ερευνητικής ομάδας Η.Υ – Π.Τ.Δ.Ε Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τομέας Θετικών Επιστημών – 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 οποιοδήποτε βιβλίο, σε μακροπρόθεσμο επίπεδο η υλοποίηση αυτής της ιδέας θα αποτελέσει αφενός ένα καινοτόμο εργαλείο μάθησης για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και αφετέρου ένα οδηγό για την αναθεώρηση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

Βιβλιογραφία

Αλεξόπουλος Κ., Μαρίνος Δ., Γενική Φυσική, εκδόσεις Ολυμπία, Αθήνα, 1992.

Δαπόντες Ν., Κασέτας Α., Μουρίκης Στ., Φυσική Ενιαίου Πολυκλαδικού Λυκείου. Β΄ τάξης, εκδόσεις ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1991.

Δημητριάδης Σ., Σχεδίαση και Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Υλικού. Σημειώσεις μαθήματος, Θεσσαλονίκη, 2004.

Καγιάφας Ε., Λούμος Β., Παπαοδυσεύς Χ., Τεχνολογία πολυμέσων, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2000.

www.medialab.ntua.gr/education/MultimediaTechnology/MultimediaTechnologyNotes/index.htm

Καλκάνης Γ., Κωστόπουλος Δ., Φυσική - Από το Μικρόκοσμο στο Μακρόκοσμο, ομώνυμες εκδόσεις, Αθήνα, 1995.

Κασσωτάκης Μ., Φλουρής Γ., Μάθηση & Διδασκαλία. Σύγχρονες απόψεις για τις διαδικασίες της μάθησης και τη μεθοδολογία της διδασκαλίας, Τόμος Α΄: Μάθηση, Αθήνα, 2003.

Κόκκοτας Π., Διδακτική των Φυσικών Επιστημών – Εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και μάθησης, Αθήνα, εκδόσεις Γρηγόρη, 1998.

Κόκκοτας Π., Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες : Σύγχρονοι προβληματισμοί, εκδόσεις Δάρδανου, Αθήνα, 2000.

Κόκκοτας Π., Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα, 2001.

Κόκκοτας Π., Διδακτική των Φυσικών Επιστημών : Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, ομώνυμες εκδόσεις, Αθήνα, 2002.

Μικρόπουλος Τ., κ.ά., Είκων: Εικονική πραγματικότητα στην υποστήριξη του μαθήματος της τεχνολογίας – παιδαγωγική προσέγγιση, επιμέλεια Κόλλιας

Α. & Μιχαηλίδης Π., Διδακτική των Μαθηματικών και Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή, 1999, Ρέθυμνο, εκδόσεις Έλλην, σσ. 155 – 162.

Μικρόπουλος Τ., Εκπαιδευτικό λογισμικό πολυμέσων / υπερμέσων, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο “Πληροφορική & Εκπαίδευση”, Ιωάννινα, 14 – 15 Μαΐου 1999, <http://www.epyna.gr>.

Μικρόπουλος Τ., Εκπαιδευτικό λογισμικό : Θέματα σχεδίασης & αξιολόγησης λογισμικού υπερμέσων, εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα, 2000.

Μικρόπουλος Τ., Θέματα αξιολόγησης εκπαιδευτικού λογισμικού, επιμέλεια Ιωσηφίδου Μ. & Τζιμόπουλος Ν., Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη, Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου των εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ, Σύρος 9- 11 Μαΐου 2003, εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, σσ. 690 – 696.

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών - Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών υποχρεωτικής εκπαίδευσης, Α' & Β' τόμοι, Αθήνα, 2002.

Ράπτης Α., Ράπτη Α., Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορίας, τόμοι Α' και Β', ομόνυμες εκδόσεις, Αθήνα, 2001.

Στυλιανός Ν., Μεθοδολογία πειραμάτων Φυσικής Πειραματικής και Χημείας, εκδόσεις Σμυρνιωτάκη, Αθήνα, 2000.

Anagnostakis G., Mantadakis V. – Papavasiliou V., The new technologies in the Teaching of Geometric Optics, Hsci2005 2nd International Conference Hands-on Science : Science in a Changing Education, July 13-16, 2005 – Greece, The University of Crete campus at Rethymnon, pp. 219 – 222.

Arons A., Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής, μετάφραση Βαλαδάκης Α., εκδόσεις Τροχαλία, Αθήνα, 1992.

Bower G. H., Hilgard E. R., Theories of Learning, Prentice Hall, London, 1981.

Dancy M., Christian W., Belloni M., Teaching with Physlets: Examples from Optics, The Physics Teacher, vol. 40, pp. 494-499, 2002.

Feynman R., Leighton R., Sands M., The Feynman lectures on Physics, Addison Wesley Publishing Company, USA, 1963.

Gillani B., Learning Theories and the Design of E-Learning Environments. University Press of America, 2003.

Gonick L., Huffman A., Τα πάντα για τη Φυσική σε κόμικς, μετάφραση Κλαδούχου Α. και Μάμαλης Α., εκδόσεις Κάτοπτρο, Αθήνα, 1998.

Jarvis P., Συνεχιζόμενη εκπαίδευση και κατάρτιση, Θεωρία και πράξη, εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα, 2003.

Hewitt P., Οι Έννοιες της Φυσικής, 1ος και 2ος τόμοι, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 1997.

Hinostroza J. E., Mellar H., Pedagogy Embedded in Educational Software design: Report of a case study, Computers Education, vol. 42, pp. 1-23, 2004.

Kellogg O., Bhatnagar V., Macromedia Authorware 6 - Training from the Source, Macromedia Press, Berkeley, 2002.

Kumpulainen K., Mutanen M., Collaborative Practice of Science Construction in a Computer – Based Multimedia Environment, Computers Education, vol. 30, pp. 75-85, 1998.

Mayer R., Moreno R., 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.

Muir – Herzig R. G., Technology and its Impact in the Classroom, Computers Education, vol. 42, pp. 111-131, 2004.

Murphy C., Literature Review in Primary Science and ICT, report 5, Nesta Futurelab Series, 2003.

Newton L., Rogers L., Teaching Science with ICT, London: Continuum, 2001.

Osborne J., Hennessy S., Literature Review in Science Education and the role of ICT: Promise, Problems and Future Directions, report 6, Nesta Futurelab Series, 2003.

Sears F., Zemansky M., Young H., University Physics, Addison Wesley Publishing Company, USA, 1987.

Simons T., The Multimedia Paradox http://www.presentations.com/presentations/trends/article_display.jsp/vnu_content_id=1000734183

Wasson B. (1997), Advanced Educational Technologies: the Learning

Environment, in Computers in Human Behavior, vol. 13, no. 4, pp. 571 – 594.

Watkins J., Evaluation of a Physics Multimedia Resource, Computers Education, vol. 28, no 3, pp. 571-594.

Wilson S., Thornton J., Authorware 6 – Inside Macromedia, Onword Press, NY, 2002.

Young H., Πανεπιστημιακή Φυσική, 1ος και 2ος Τόμοι, εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα, 1994.

Στοιχεία επικοινωνίας:

Βαγγέλης Μανταδάκης
Π.Τ.Δ.Ε Πανεπιστήμιο Κρήτης
Πανεπιστημιούπολη Γάλλου
Ρέθυμνο, 74100
Τηλ. 2831077630
emant@edc.uoc.gr

Βαγγέλης Παπαβασιλείου
Π.Τ.Δ.Ε Πανεπιστήμιο Κρήτης
Πανεπιστημιούπολη Γάλλου
Ρέθυμνο, 74100
Τηλ. 2831077630
vrapav@edc.uoc.gr