

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

(2014)

9ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση"



Εκπαιδευτικό λογισμικό για τις Φυσικές Επιστήμες. Μηχανική – Νόμοι του Νεύτωνα

Χ. Αλεξάκης, Β. Μανταδάκης, Β. Παπαβασιλείου

To cite this article:

Αλεξάκης Χ., Μανταδάκης Β., & Παπαβασιλείου Β. (2022). Εκπαιδευτικό λογισμικό για τις Φυσικές Επιστήμες. Μηχανική – Νόμοι του Νεύτωνα. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 690–697. Retrieved from <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3987>

Εκπαιδευτικό λογισμικό για τις Φυσικές Επιστήμες. Μηχανική - Νόμοι του Νεύτωνα

Χ. Αλεξιάκης¹, Β. Μανταδάκης², Β. Παπαβασιλείου³
lampisx@gmail.com, emant@edc.uoc.gr, vrapan@edc.uoc.gr,

¹Εκπαιδευτικός - Μεταπτυχιακό Θετικών Επιστημών Π.Τ.Δ.Ε

²Δρ. Φυσικής Ε.Τ.Ε.Π - Π.Τ.Δ.Ε Πανεπιστήμιο Κρήτης

³Επικ. Καθηγητής Η.Υ - Π.Τ.Δ.Ε Πανεπιστήμιο Κρήτης*

Περίληψη

Η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία της Φυσικής αποτελεί ένα δυνατό εργαλείο για τη βελτίωση ποιότητας της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Όμως, η τεχνολογία από μόνη της δεν εγγυάται την αποτελεσματική μάθηση και, επομένως, κάθε προηγμένο μαθησιακό περιβάλλον θα πρέπει να συνδυάζει τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών με κατάλληλο παιδαγωγικό σχεδιασμό. Στην εργασία αυτή αναλύεται ο σχεδιασμός αλλά και η υλοποίηση ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος στο διαδίκτυο, το οποίο μπορεί να προσφέρει ένα 'μέσο διδασκαλίας' για την κατανόηση της ενότητας της Μηχανικής, η οποία αναφέρεται στους Νόμους του Νεύτωνα. Η 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 από τη χρήση της εφαρμογής είναι η επιλογή τόπου, χρόνου και ρυθμού μελέτης, η καθοδήγηση μελέτης, η επεξήγηση όρων, η αποσαφήνιση βασικών εννοιών με προσομοιώσεις, η εκτέλεση πειραμάτων και η αξιολόγηση προόδου.

Λέξεις κλειδιά: Νόμοι του Νεύτωνα, πολυμέσα, εκπαιδευτικό λογισμικό

Εισαγωγή

Όπως είναι ήδη γνωστό, η γνώση και η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες είναι κοινωνικά προσδιορισμένες με συνέπεια τα τελευταία χρόνια να δίνεται ολοένα και μεγαλύτερη έμφαση στις διαδικασίες αλληλεπίδρασης και στο πώς αυτές μετουσιώνονται σε γνώση. Ο σημαντικός αριθμός ευρημάτων αρκετών ερευνών μάς επιτρέπει να περιγράψουμε πώς οι μαθητές υιοθετούν τις μορφές σκέψης, τις οποίες παρατηρούν σε άλλους και τους τρόπους με τους οποίους διάφορα κοινωνικά και φυσικά στοιχεία του υλικού μπορούν να υποστηρίξουν τη μάθηση.

Αναμφισβήτητα τα πολυμέσα, η παρουσίαση δηλαδή της πληροφορίας με συνδυασμούς κειμένου, ήχου, εικόνας και κινούμενης εικόνας αποτελεί ένα αποτελεσματικό τρόπο διδασκαλίας, αφού εκμεταλλεύεται δύο διαφορετικά κανάλια πρόσληψης πληροφοριών από τον άνθρωπο, τόσο το οπτικό όσο και το ηχητικό. Φυσικά, η αυξημένη προσοχή είναι απαραίτητη κατά το σχεδιασμό πολυμεσικών εφαρμογών, αφού η υπερβολική χρήση πολυμεσικών στοιχείων ενισχύει το μέσο εις βάρος της πληροφορίας. 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

* Τα ονόματα εμφανίζονται με αλφαβητική σειρά

Η ηλεκτρονική διεύθυνση των συγγραφέων - οι οποίοι είναι μέλη της ομάδας Η.Υ του Τομέα Θετικών Επιστημών του Π.Τ.Δ.Ε Πανεπιστημίου Κρήτης - είναι vrapan@edc.uoc.gr

βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Επομένως, η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία κάθε γνωστικού αντικειμένου και ιδιαίτερα της Φυσικής αποτελεί ένα πολύ δυνατό εργαλείο για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ουσιαστικά δίνεται η ευκαιρία για αυθόρμητη εμπλοκή μιας τάξης ή ομάδας μαθητών σε συζητήσεις σχετικές με τις δραστηριότητες κατά τη χρησιμοποίηση κάποιου λογισμικού, τις δυσκολίες και τους τρόπους αντιμετώπισης τους, καθώς επίσης και με το περιεχόμενο της εργασίας τους. Εννοείται ότι η τεχνολογία θα πρέπει να είναι ένα σημαντικό εργαλείο υποστήριξης, αλλά με κανένα τρόπο κέντρο εστίασης της μαθησιακής διαδικασίας. Άρα είναι απολύτως απαραίτητο, κάθε προηγμένο μαθησιακό περιβάλλον να συνδυάζει τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών, αλλά με κάποιο κατάλληλο παιδαγωγικό σχεδιασμό έτσι ώστε να προσφέρει το καλύτερο αποτέλεσμα.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος στο διαδίκτυο για τη διδασκαλία της Φυσικής. Ο κύριος σκοπός του είναι να προσφέρει ένα 'μέσο διδασκαλίας', το οποίο θα μπορεί να συμβάλλει αποτελεσματικά στην κατανόηση βασικών εννοιών της Μηχανικής και συγκεκριμένα της ενότητας 'Νόμοι του Νεύτωνα'. Το λογισμικό περιλαμβάνει θεωρητική τεκμηρίωση, videos, κινούμενες εικόνες (animations), ιστορικά στοιχεία, βιογραφίες ιστορικών προσώπων σχετικών με το γνωστικό αντικείμενο, αρκετά πειράματα μαγνητοσκοπημένα σε εργαστήριο και ικανό αριθμό ασκήσεων διαφόρων τύπων με ανατροφοδότηση από το χρήστη. Η συγκεκριμένη ενότητα επιλέχθηκε λόγω της δυσκολίας την οποία εμφανίζει κατά τη μελέτη της από ένα μέσο χρήστη, αφού οι περισσότερες έννοιες είναι αφηρημένες και απαιτούν πολύπλοκα εργαστηριακά πειράματα για την πλήρη κατανόηση τους.

Εργαλεία δόμησης

Το εκπαιδευτικό περιβάλλον υλοποιείται σε ένα ειδικό λογισμικό σύστημα - Dreamweaver - το οποίο ανήκει στην κατηγορία εργαλείων για την ανάπτυξη και τη συντήρηση δικτυακών τοποθεσιών, ενώ παράλληλα χρησιμοποιείται και το επαγγελματικό πρότυπο της Macromedia - Flash CS4 Professional - για τη δημιουργία προσομοιώσεων και animations στις αντίστοιχες υποενότητες.

Φυσικά, όπως άλλωστε συμβαίνει σε όλες τις υλοποιήσεις πολυμεσικών εφαρμογών, για τη βελτιστοποίηση του τελικού αποτελέσματος απαιτήθηκε η συνεργασία πάρα πολλών προγραμμάτων, τα σημαντικότερα των οποίων θα αναφέρουμε επιγραμματικά :

- Adobe Photoshop - Λογισμικό επεξεργασίας εικόνων.
- CorelDraw - Λογισμικό επεξεργασίας εικόνων.
- The Gimp - Λογισμικό επεξεργασίας εικόνων.
- Zoner Draw 3 - Λογισμικό επεξεργασίας εικόνων.
- Pixia - Λογισμικό ζωγραφικής και επεξεργασίας εικόνων.
- Ζωγραφική Windows - Λογισμικό ζωγραφικής και επεξεργασίας εικόνων.
- Illustrator CS4 - Λογισμικό επεξεργασίας γραφικών στοιχείων.
- AfterEffects CS4 - Λογισμικό επεξεργασίας γραφικών στοιχείων και εικόνων.
- Fireworks CS4 - Λογισμικό επεξεργασίας γραφικών στοιχείων και εικόνων.
- Unlead Gif Animator - Λογισμικό δημιουργίας κινούμενων εικόνων.
- MWSnap - Λογισμικό σύλληψης και επεξεργασίας στιγμιότυπων οθόνης.
- > Adobe Premiere - Λογισμικό επεξεργασίας video.
- Pinnacle Studio - Λογισμικό επεξεργασίας video.
- Microsoft Movie Maker - Λογισμικό επεξεργασίας video.
- Microsoft Media player - Λογισμικό επεξεργασίας video.

- WinAVIVideoConverter - Λογισμικό επεξεργασίας video.
- Zoom Player Standard - Λογισμικό επεξεργασίας video.
- VirtualDub - Λογισμικό σύλληψης και επεξεργασίας video.
- Audacity - Λογισμικό επεξεργασίας ήχου.
- Soundbooth CS4 - Λογισμικό επεξεργασίας ήχου.
- Cool Edit Pro - Λογισμικό επεξεργασίας ήχου.
- Contribute CS4 - Λογισμικό διαχείρισης ιστοσελίδων.
- Hot potatoes 6 - Λογισμικό δημιουργίας ασκήσεων διαφόρων τύπων.
- Eclipse Crossword puzzle engine - Λογισμικό δημιουργίας σταυρόλεξων.

Υλοποίηση εφαρμογής

Το άνοιγμα της εισαγωγικής ιστοσελίδας index.htm - με διπλό αριστερό 'κλικ' του ποντικιού στο αντίστοιχο εικονίδιο - ενεργοποιεί την εκπαιδευτική δικτυακή τοποθεσία. Η οθόνη εμφανίζει τις συνδέσεις με τις ιστοσελίδες όλων των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων - πρώτος, δεύτερος και τρίτος νόμος του Νεύτωνα, γραμμική κίνηση, ορμή - αλλά και τα απαραίτητα εικονίδια για άμεση πρόσβαση στα σημαντικά σημεία της εφαρμογής - ιστορικά στοιχεία, βιογραφίες, χάρτης εργασίας, βοήθεια, κινούμενες εικόνες, videos, πειράματα, δραστηριότητες. Οι συνδέσεις με τις υποενότητες του γνωστικού αντικειμένου μεταφέρουν σε ιστοσελίδες με την ακόλουθη διάρθρωση :

- Περιεχόμενο (κύριο τμήμα ιστοσελίδας) - Πλήρης θεωρητική τεκμηρίωση του αντίστοιχου θέματος και οι απαραίτητες συνδέσεις με πειράματα, videos, κινούμενες εικόνες και δραστηριότητες.
- Συνδέσεις περιεχομένων τρέχουσας ενότητας (άνω τμήμα ιστοσελίδας).
- Συνδέσεις κάθε ενότητας (αριστερό τμήμα ιστοσελίδας) με τις ιστοσελίδες όλων των περιεχομένων υποενότητων.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι όλες οι ιστοσελίδες του περιβάλλοντος διδασκαλίας και μάθησης διατηρούν την προαναφερθείσα διάρθρωση - περιεχόμενο, συνδέσεις ενότητων και περιεχομένων τρέχουσας ενότητας. Παράλληλα, στο κάτω τμήμα κάθε ιστοσελίδας έχουν δημιουργηθεί πλήκτρα πλοήγησης, τα οποία μεταφέρουν τον έλεγχο προβολής στην αρχική ιστοσελίδα της δικτυακής τοποθεσίας και στην προηγούμενη ή στην επόμενη ιστοσελίδα της τρέχουσας ενότητας. Επίσης, οπουδήποτε έχει κριθεί χρήσιμο, κάποια ειδικά πλήκτρα εσωτερικής σύνδεσης έχουν ενσωματωθεί στο κεντρικό περιεχόμενο αρκετών ιστοσελίδων για την προβολή συγκεκριμένου τμήματος του εκπαιδευτικού υλικού σε νέο παράθυρο. Τέλος, επειδή τα πειράματα για την καλύτερη κατανόηση των αντίστοιχων εννοιών αποτελούν ένα σημαντικό τμήμα της εφαρμογής, η παρουσίαση των οδηγιών είναι οπτική αλλά και ηχητική με τις επιλογές απενεργοποίησης ήχου και πολλαπλής επανάληψης.

Όλο το εκπαιδευτικό υλικό έχει καταταχθεί σε ενότητες και κάθε ενότητα αναλύεται σε ακόμα μικρότερα τμήματα. Το αντικείμενο διδασκαλίας χωρίζεται σε ορισμούς, παραδείγματα και σύντομες συνόψεις. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι πολύ σημαντική, επειδή τα τμήματα γνώσης, τα οποία δημιουργούνται θα επεξεργασθούν ευκολότερα και καλύτερα ενώ στη συνέχεια θα κατευθυνθούν προς τη μακροπρόθεσμη μνήμη.

Επιπροσθέτως, παρέχονται μικρές εισαγωγές στις ενότητες και στοιχεία διασύνδεσης με κείμενα ή σχόλια μελέτης σχετικά με το εκπαιδευτικό υλικό. Η συγκεκριμένη δομή έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή καταγραφή πληροφοριών στη μακροπρόθεσμη μνήμη από την οποία ανασύρονται οποτεδήποτε γίνεται αναφορά σε αυτές.



Σχήμα 1. Η αρχική σελίδα της εφαρμογής

Οποιοδήποτε εκπαιδευτικό περιβάλλον, το οποίο στηρίζεται στις θεωρίες οικοδόμησης της γνώσης εστιάζει πάντα στη δημιουργία συνθηκών, οι οποίες υποστηρίζουν με αποτελεσματικότητα τις απαραίτητες ποιοτικές διεργασίες για την ανάπτυξη της γνώσης. Αρκετές δραστηριότητες, οι οποίες απαιτούν από το χρήστη κάτι διαφορετικό από μια απλή αναπαραγωγή της καταγεγραμμένης πληροφορίας, είναι διαθέσιμες. Στις συγκεκριμένες δραστηριότητες, ο χρήστης πρέπει να στηριχθεί στην εμπειρία του για την επίλυση προβλημάτων και να προχωρήσει σε μία υποκειμενική διάσπαση του αρχικού προβλήματος σε απλούστερα, έτσι ώστε να δημιουργήσει μια νέα λύση από τη δική του οπτική επίλυσης του προβλήματος. Επίσης, σε άλλες δραστηριότητες και πειράματα ζητείται από το χρήστη να δώσει μια λύση, η οποία όμως να καθορίζεται από την αιτιολόγηση του με βάση την προσωπική προσέγγιση σε κάποια έννοια.

Στο σημείο αυτό θεωρούμε απαραίτητο να αναφέρουμε τις ενότητες και τις περιεχόμενες υποενότητες του συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου, το οποίο εξετάζεται διεξοδικά στην πολυμεσική εφαρμογή.

► Μηχανική - Νόμοι του Νεύτωνα

☞ Πρώτος Νόμος του Νεύτωνα

- ✓ Ο νόμος της αδράνειας
- ✓ Ολική δύναμη
- ✓ Συνθήκη ισορροπίας
- ✓ Δύναμη υποστήριξης
- ✓ Ισορροπία σωμάτων
- ✓ Η κίνηση της Γης

☞ Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα

- ✓ Δύναμη και επιτάχυνση

- ✓ Τριβή
- ✓ Μάζα και βάρος
- ✓ Η μάζα αντιστέκεται
- ✓ Ο δεύτερος νόμος
- ✓ Ελεύθερη πτώση
- ✓ Μη ελεύθερη πτώση
- ☒ **Τρίτος Νόμος του Νεύτωνα**
- ✓ Αλληλεπιδράσεις
- ✓ Ο τρίτος νόμος
- ✓ Δράση και αντίδραση
- ☒ **Γραμμική Κίνηση**
- ✓ Η κίνηση είναι σχετική
- ✓ Ταχύτητα
- ✓ Επιτάχυνση
- ✓ Κεκλιμένα επίπεδα
- ✓ Ελεύθερη πτώση
- ☒ **Ορμή**
- ✓ Ορμή
- ✓ Ωθηση
- ✓ Παραδείγματα
- ✓ Κρούσεις
- ☒ **Κοινά Στοιχεία Ιστοσελίδων**
- ✓ Ιστορικά στοιχεία
- ✓ Βιογραφίες
- ✓ Κινούμενες εικόνες
- ✓ Videos
- ✓ Πειράματα
- ✓ Δραστηριότητες

Αξιολόγηση εφαρμογής

Στο τελευταίο τμήμα της εργασίας έχει γίνει μια ικανοποιητική πιλοτική προσπάθεια για την αξιολόγηση του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού από τους κύριους αποδέκτες του - εκπαιδευτικούς. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας - παρουσίαση της εφαρμογής και αξιολόγηση με βάση σχετικό ερωτηματολόγιο - παρουσιάζονται παρακάτω και είναι πάρα πολύ αξιόλογα. 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 άξονες για την αξιολόγηση της δικτυακής τοποθεσίας ορίζονται ως εξής:

- 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,
- εμπνέει 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 ομάδες εκπαιδευτικών - 20 ατόμων έκαστη - οι οποίοι είχαν μετεκπαιδευτεί παλαιότερα στο Διδασκαλείο Δ.Ε του Π.Τ.Δ.Ε Πανεπιστημίου Κρήτης. Οι εκπαιδευτικοί προσήλθαν στα δύο εργαστήρια Η.Υ του Π.Τ.Δ.Ε όπου μελέτησαν - μέσω του Internet Explorer - εμπεριστατωμένα την εφαρμογή. Ακολούθως, η συλλογή των δεδομένων αξιολόγησης έγινε με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίου και αρκετές ερωτήσεις κλειστού τύπου ενώ η ανάλυση τους πραγματοποιήθηκε σε σχέση με τους στόχους, οι οποίοι έχουν διατυπωθεί στο θεωρητικό πλαίσιο. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι κάθε άξονας αξιολόγησης θεωρήθηκε ως μία απάντηση.

Πίνακας 1. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αξιολόγησης

ΑΞΟΝΑΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ				
	ΚΕΝΟ	ΛΙΓΟ	ΜΕΤΡΙΑ	ΠΟΛΥ	ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ
Το εκπαιδευτικό υλικό...					
καθοδηγεί τον χρήστη στη μελέτη του;	2	1	7	14	16
προάγει την αλληλεπίδρασή του με τον χρήστη;	3	0	5	18	14
είναι κατανοητό, επεξηγεί δύσκολα σημεία και έννοιες;	2	0	2	16	20
αξιολογεί και ενημερώνει τον χρήστη για την πρόδοό του;	1	0	0	12	27
εμπυλώνει και ενθαρρύνει τον χρήστη να συνεχίσει;	0	0	2	20	18
επιτρέπει στον χρήστη να επιλέγει ελεύθερα τον τόπο και το χρόνο, καθώς και το ρυθμό της μελέτης του;	1	1	7	17	14
έχει καλή δομή, εμφάνιση και αποτελεσματικότητα	1	0	2	15	22

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 αντικειμένου 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.

Αναφορές

- Αλεξόπουλος, Κ., & Μαρίνος, Δ. (1992). *Γενική Φυσική*. Αθήνα: Ολυμπία.
- Γεωργόπουλος, Α. (2000). *Γη - Ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης*. Αθήνα: Gutenberg.
- Δαπόντες, Ν., Κασέτας, Α. & Μουρίκης, Στ. (1991). *Φυσική Ενιαίου Πολυκλαδικού Λυκείου Β' τάξης, 2^ο τεύχος*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Δημητριάδης, Σ. (2004) *Σχεδίαση - Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Υλικού, Σημειώσεις μαθήματος, Θεσσαλονίκη*.
- Καγιάφας, Ε., Λούμος, Β. & Παπαδουσεύς, Χ. (2000). *Τεχνολογία πολυμέσων*. Αθήνα: Ε.Μ.Π Ανακτήθηκε από www.medialab.ntua.gr/education/MultimediaTechnology/MultimediaTechnologyNotes/index.htm
- Καλκάνης, Γ. & Κωστόπουλος, Δ. (1995). *Φυσική - Από το Μικρόκοσμο στο Μακρόκοσμο*. Αθήνα: ομώνυμες 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:Γρηγόρη.
- Κόκκοτας, Π. (2000). *Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες: Σύγχρονοι προβληματισμοί*. Αθήνα: Δαρδανός.
- Κόκκοτας, Π. (2001). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Γρηγόρη.
- Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: ομώνυμες εκδόσεις.
- Μικρόπουλος, Τ., *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, Χρ., Πιερακάς, 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: Σμυρνιωτάκη.
- Arons, A. (1992). *Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής*. (μετάφραση 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*. (μετάφραση Κλαδούχου Α. και 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*. N.J., Merrill: Englewood Cliffs.
- Hewitt, P. (1997). *Οι Εννοιες της Φυσικής*. 1ος και 2ος τόμοι Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Hinojosa, J. E. & Mellar, H. (2004). Pedagogy Embedded in Educational Software design: Report of a case study. *Computers Education*, 42, 1-23.
- Kerman, Ph. (2004). *Εγχειρίδιο του Macromedia Flash MX 2004*. (μετάφραση Σαμαράς Γ.). Αθήνα: Μ. Γκιούρδας.
- Kumpulainen, K. & Mutanen, M. (1998). Collaborative Practice of Science Construction in a Computer - Based Multimedia Environment. *Computers Education*, 30, 75-85.
- Macromedia Flash MX (2004). *Learning Flash*. USA: Macromedia.
- Macromedia Flash MX (2004). *Using Flash*. USA: Macromedia.
- Macromedia Flash MX (2004). *Using Components*. USA: Macromedia.
- Mayer, R. & Moreno, R., A. (forthcoming). Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles. Άρθρο based on an entry entitled "Instructional Technology". In F. Durso (ed.), *Handbook of Applied Cognition*. Wiley.
- Muir - Herzig, R. G., (2004). Technology and its Impact in the Classroom. *Computers Education*, 42, 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*, 28(3), 571-594.
- Young, H. (1994). *Πανεπιστημιακή Φυσική*. 1ος και 2ος Τόμοι. Αθήνα: Παπαζήσης.