

Η χρήση του προγράμματος Centra για σύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία του τρίτου νόμου του Νεύτωνα.

Αν. Αναγνωστόπουλος¹, Λ. Περιβολαρόπουλος¹, Κ. Θ. Κώτσης²

¹ Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

² ΠΤΔΕ, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, kkotsis@cc.uoi.gr

Περίληψη: Η παρούσα εργασία αναφέρεται στη ποιοτική διερεύνηση της επίδρασης μιας σύγχρονης εξ αποστάσεως διδασκαλίας και μάθησης μέσα σε ένα περιβάλλον λογισμικού H/Y- στην ενίσχυση της εννοιολογικής μάθησης στην Φυσική και συγκεκριμένα στον Τρίτο Νόμο του Νεύτωνα σε μαθητές Α' Λυκείου. Το τεχνολογικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε είναι το πρόγραμμα σύγχρονης τηλεκαίτευσης Centra στο περιβάλλον του οποίου οι μαθητές της έρευνάς είχαν την δυνατότητα μέσα από ένα εξ αποστάσεως μάθημα σε πραγματικό χρόνο να αυξήσουν τις γνώσεις τους πάνω στον Τρίτο Νόμο. Η ερευνητική διαδικασία στηρίχθηκε σε ποσοτικές μεθόδους αλλά λόγω του μικρού δείγματος τα αποτελέσματα έχουν ποιοτικό χαρακτήρα. Στα συμπεράσματα υπογραμμίζεται ότι το Centra ως ένα πρόγραμμα σύγχρονης τηλεκαίτευσης μπορεί να αξιοποιηθεί για την διδασκαλία της Φυσικής στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Εισαγωγή

Η αλματώδης ανάπτυξη των δικτύων και των τηλεπικοινωνιών την τελευταία δεκαετία έχει ανοίξει καινούργιους ορίζοντες και προσφέρει νέες σημαντικές δυνατότητες. Ειδικά στην εκπαίδευση αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για την ενδυνάμωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και δίνουν μία άλλη διάσταση στη μάθηση. Τα δίκτυα υπολογιστών έχουν εκμηδενίσει τις αποστάσεις και προσφέρουν καινούργιες ευέλικτες μορφές επικοινωνίας. Τον τελευταίο καιρό χρησιμοποιείται ο όρος *e-learning*, για να αποτυπώσει οποιαδήποτε μορφή *ηλεκτρονικής εκπαίδευσης* που χρησιμοποιεί τους πόρους του διαδικτύου ή γενικότερα τις δυνατότητες των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η τηλεκαίτευση υφίστανται τρεις διαφορετικές μορφές (Μπαλαούρας, 2002):

- Η *ηλεκπαίδευση σε εξατομικευμένο ρυθμό* (self-paced training).
- Η *ασύγχρονη τηλεκαίτευση* (asynchronous e-learning).
- Η *σύγχρονη τηλεκαίτευση* (synchronous e-learning).

Η ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση (Open Distance Learning, ODL) θα μπορούσε να θεωρηθεί ως εκπαιδευτική διαδικασία με τη χρήση της τηλεπληροφορικής που συνδυάζει την τεχνολογία τηλεπικοινωνιών, πληροφοριών και πολυμέσων (Bouras *et al*, 2000). Σε ένα τέτοιο μοντέλο, όλες οι δυνατότητες αλληλεπίδρασης μεταξύ των εκπαιδευόμενων, των εκπαιδευτών και του εκπαιδευτικού υλικού, μπορεί να εφαρμοστούν, ενώ ο τόπος, ο χρόνος και ο ρυθμός της εκμάθησης είναι εύκαμπτες παράμετροι της συνολικής διαδικασίας.

Ένα περιβάλλον ODL, συνεπώς, θα πρέπει να συνδυάζει επιτυχώς τις διάφορες εκπαιδευτικές μεθοδολογίες όπως η συνεργατική μάθηση και η εκπαίδευση με ή χωρίς τη ζωντανή παρουσία του καθηγητή. Τα ολοκληρωμένα μαθησιακά περιβάλλοντα επιχειρούν να παρέχουν ένα κοινό τόπο για την εφαρμογή όλων των ανωτέρω σεναρίων και ταυτόχρονα την κατάλληλη μέθοδο υλοποίησης συγκεκριμένων εκπαιδευτικών στόχων (Bouras *et a.*, 2000), όπως: Η ανανέωση των παιδαγωγικών μεθόδων και των περιβαλλόντων στα εκπαιδευτικά ιδρύματα,

τα κίνητρα για τη διάχυση των πληροφοριών μεταξύ των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων στον κόσμο, η ενθάρρυνση για συνεργασία, το κίνητρο των εκπαιδευόμενων με τη χρήση του αποτελεσματικού και σύγχρονου εξοπλισμού για το μάθημα και η αποτελεσματική μετάδοση και διανομή του εκπαιδευτικού υλικού στους εκπαιδευόμενους.

Στα περιβάλλοντα σύγχρονης τηλεκπαίδευσης, τα οποία χαρακτηρίζονται από τη ζωντανή "παρουσία" του καθηγητή, πραγματοποιείται διάλεξη σε προκαθορισμένο χρόνο. Οι μαθητές που νωρίτερα έχουν "συνδεθεί" με το εκπαιδευτικό περιβάλλον, παρακολουθούν το μάθημα, ακούνε τον καθηγητή και έχουν τη δυνατότητα να διακόψουν τη ροή του μαθήματος προκειμένου να υποβληθεί μια ερώτηση. Ο εκπαιδευτικός έχει όλες τις απαραίτητες δυνατότητες για να ελέγξει τη ροή του μαθήματος και να διαχειριστεί τις ερωτήσεις των μαθητών. Επίσης τα περιβάλλοντα σύγχρονης τηλεκπαίδευσης τα οποία επιχειρούν να δημιουργήσουν μία εικονική τάξη τηλεκπαίδευσης με σύγχρονη επικοινωνία, θα πρέπει να είναι σε θέση να προσφέρουν τουλάχιστον όλες τις δυνατότητες που προσφέρει και μία παραδοσιακή αίθουσα διδασκαλίας (Σεβαστίδου Α., Κωνσταντίνουκ. Π., Αναστασιάδης Π.2002).

Η *αλληλεπιδραστική οπτικοακουστική επικοινωνία* (δύο δρόμων) μεταξύ των μαθητών και του καθηγητή, αποτελεί επίσης ένα σημαντικό σημείο για την επιτυχία ενός εικονικού μαθήματος. Είναι σαφές πως θα πρέπει να προσφέρεται πολύ καλής ποιότητας επικοινωνία μεταξύ των συμμετεχόντων, έτσι ώστε να εξαλείφεται η απόσταση και να δημιουργείται η εντύπωση ότι βρίσκονται όλοι στον ίδιο χώρο ταυτόχρονα. Προφανώς προτεραιότητα δίνεται συνήθως στον ήχο, *αλλά δεν πρέπει να υποτιμάται όμως η αναγκαιότητα για παράλληλη υποστήριξη video, αφού έχει αποδειχθεί στην πράξη ότι όταν πέφτει η ποιότητα του video χάνεται το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων.*

Τέλος η *δυνατότητα για από κοινού χρήση εφαρμογής* (application sharing) είναι σίγουρα απαραίτητο στοιχείο για τον καθηγητή, ώστε να μπορεί να παρουσιάσει ψηφιακό υλικό στους μαθητές όπως εφαρμογές σε PowerPoint presentation, web browser word & excel documents, κτλ. Όπως στην κλασική τάξη ο καθηγητής έχει τη δυνατότητα να προβάλλει διαφάνειες στους μαθητές, αντίστοιχα είναι απαραίτητο και για τον καθηγητή εικονικής τάξης να μπορεί να παρουσιάσει το υλικό του μαθήματος του και στην εικονική αίθουσα τηλεκπαίδευσης μέσω πολυμεσικών εφαρμογών παρουσιάσεων. Με τη δυνατότητα αυτή, δίνεται παράλληλα η ευκαιρία εκμάθησης μίας εφαρμογής μέσα από το πλαίσιο της τηλεκπαίδευσης.

Ακόμη, απαιτείται από όλους τους συμμετέχοντες να είναι συνδεδεμένοι σε δίκτυο ικανοποιητικών ταχυτήτων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η καλή ποιότητα video και ήχου και να είναι παράλληλα εφικτή η από κοινού χρήση εφαρμογών. Όλοι οι συμμετέχοντες επομένως, θα πρέπει να έχουν στη διάθεση τους αρκετά προηγμένο εξοπλισμό για τις ανάγκες της σύγχρονης τηλεκπαίδευσης.

Πέρα όμως από τις τεχνικές προδιαγραφές που θα πρέπει να πληρεί ένα περιβάλλον σύγχρονης τηλεκπαίδευσης, σημαντικό παράγοντα αποτελεί και η διδακτική προσέγγιση που ακολουθεί. Οι μέχρι τώρα παραδοσιακές διδασκαλίες, τοποθετούσαν τον διδάσκοντα σε κεντρικό ρόλο και κατά συνέπεια ο ρόλος των εκπαιδευόμενων ήταν ιδιαίτερα υποβαθμισμένος. Η δασκαλοκεντρική κλασική διδασκαλία, επικεντρώνονταν στις ανάγκες του διδάσκοντα και οι εκπαιδευόμενοι ήταν υποχρεωμένοι να προσαρμοστούν σε αυτές. Αντίθετα οι σύγχρονες μορφές εξ αποστάσεως εκπαίδευσης επιχειρούν να φέρουν τον εκπαιδευόμενο στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας (Μπαλαούρας, 2002). Ο εκπαιδευόμενος μέσω του διαδικτύου μπορεί να έχει πρόσβαση σε πλούσιο πληροφοριακό υλικό (διεθνή πανεπιστήμια, βιβλιοθήκες κλπ). Ο δάσκαλος επίσης έχει τη δυνατότητα να προσαρμόσει τα μαθήματα του και να δημιουργήσει ένα πρόγραμμα που να καλύπτει τις ανάγκες του. Έτσι, είναι εφικτή πλέον η δια βίου κατάρτιση αφού το μάθημα μπορεί να διαμορφωθεί σύμφωνα με τις προτιμήσεις και τα ενδιαφέροντα του μαθητή.

Οι σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις για την φυσική, που προέρχονται από το ρεύμα του εποικοδομητισμού, απαιτούν έναν ουσιαστικά ενεργό ρόλο για τον μαθητή. Ο μαθητής

έχει πια τον κεντρικό ρόλο, ενώ ο καθηγητής ενεργεί ως μεσολαβητής κυρίως, και αρμόδιος για τη διευκόλυνση της μάθησης. Έτσι μέσω των δυνατοτήτων του διαδικτύου που επιτρέπουν τη συγκρότηση ομάδων συζήτησης, τη διαχείριση και χρήση υπερκειμένων, γραφικών παραστάσεων, ήχου, video, τις μεταφορές αρχείων πέρα από το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, και επίσης τη "ζωντανή" συνεδρίαση με video (videoconference), "ηλεκτρονικό πίνακα" (whiteboard), και συνομιλία σε πραγματικό χρόνο, έχει αναπτυχθεί ένα διαφορετικό μέσο "εξ αποστάσεως μάθησης", το οποίο φαίνεται να λαμβάνει υπόψη του τις διδακτικές προσεγγίσεις του εποικοδομητισμού (Hazari, 1998).

Η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος παιδαγωγικής αξιολόγησης της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας στο περιβάλλον της εικονικής τάξης απαιτεί τη διαμόρφωση κριτηρίων-ερωτημάτων τα οποία θα αναφέρονται τόσο στην αξιολόγηση των παραμέτρων του τεχνολογικού περιβάλλοντος από παιδαγωγική σκοπιά, όσο και της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας (Ματθαίου, κ.α. 2001).

Στο πλαίσιο που θέτουν οι αρχές στον Οδηγό για την αποτελεσματική εξ αποστάσεως διδασκαλίας και μάθησης του American Distance Education Consortium (ADEC, 1999) δίνεται έμφαση στις παραμέτρους που διαμορφώνουν το παιδαγωγικό περιβάλλον στο οποίο λαμβάνει χώρα η διδασκαλία και η μάθηση. Έτσι, ο τρόπος οργάνωσης της διδακτικής διαδικασίας και ο βαθμός της αλληλεπίδρασης διδάσκοντα - σπουδαστών και σπουδαστών μεταξύ τους, από τον οποίο εξαρτάται η εμπλοκή των σπουδαστών με το διδακτικό υλικό, αποτελούν τους βασικότερους δείκτες ποιότητας των προγραμμάτων τηλεκπαίδευσης (Report of Illinois Faculty Seminar, 1999; Harasim et al., 1995; ADEC, 1999). Στο πλαίσιο αυτό, τα κριτήρια αξιολόγησης της διδακτικής διαδικασίας που μπορεί να επιλέξει κάποιος για την αξιολόγηση της εικονικής τάξης του προγράμματος που θα χρησιμοποιήσει, είναι: Η επιλογή, οργάνωση και υλοποίηση των διδακτικών δραστηριοτήτων, η επικοινωνία – αλληλεπίδραση καθηγητή-μαθητή στη εικονική αίθουσα, τα χαρακτηριστικά των μαθητών και η παρουσία του διδάσκοντα. Τα κριτήρια για την αξιολόγηση του τεχνολογικού περιβάλλοντος από παιδαγωγική σκοπιά αναφέρονται στο βαθμό τον οποίο επηρεάζεται η προσοχή των μαθητών, η διάθεση για συμμετοχή και ο βαθμός εμπλοκής τους στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία, δηλαδή σχετίζονται με την ποιότητα της μεταδιδόμενης εικόνας, την ποιότητα του μεταδιδόμενου ήχου και την δικτυακή-τεχνολογική υποδομή.

Έχοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω προσπαθήσαμε και κάναμε μια διδακτική παρέμβαση πάνω στον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα, εξ αποστάσεως και σε πραγματικό χρόνο επιλέγοντας: i) το πρόγραμμα Centra για την πραγματοποίηση του μαθήματος. ii) Το δορυφορικό internet υψηλής ταχύτητας για την επικοινωνία μεταξύ του καθηγητή και των μαθητών στην εικονική αίθουσα του Centra και iii) ως βασικά στοιχεία των διαφανειών του μαθήματος το βίντεο και την εικόνα.

Έτσι θεωρούμε ότι είμαστε σε συμφωνία με τα περισσότερα κριτήρια αξιολόγησης της διδακτικής διαδικασίας στο περιβάλλον της εικονικής αίθουσας του Centra.

Το ερευνητικό πρόβλημα

Η παρούσα έρευνα ασχολείται με τη διδασκαλία του 3^{ου} Νόμου του Νεύτωνα με το σύγχρονο πρόγραμμα τηλεκπαίδευσης Centra σε μαθητές Α΄ Λυκείου.

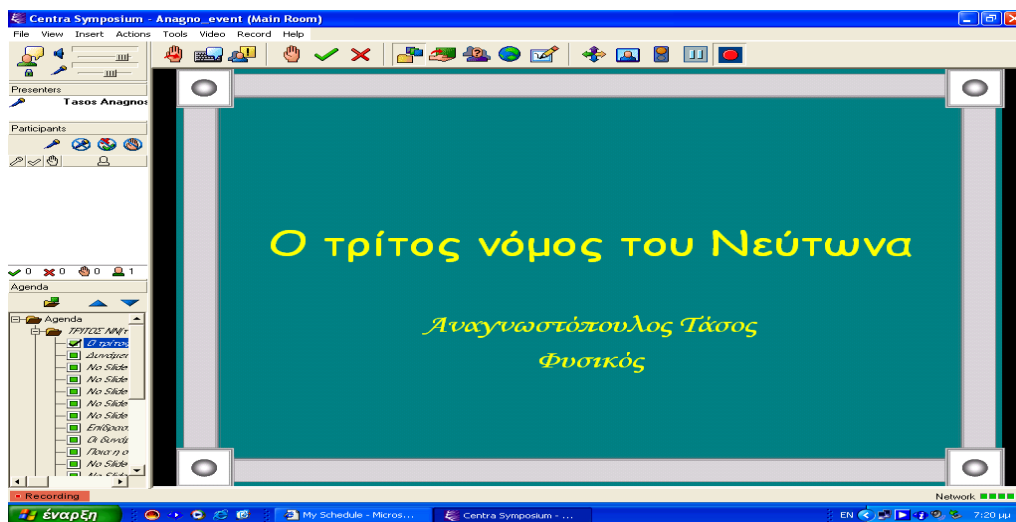
Με βάση λοιπόν τα παραπάνω η παρούσα έρευνα έχει ως σκοπό να αντιμετωπίσει τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Μπορεί το Centra ως ένα πρόγραμμα σύγχρονης τηλεκπαίδευσης να αξιοποιηθεί για την διδασκαλία της Φυσικής και συγκεκριμένα του 3^{ου} Νόμου του Νεύτωνα σε μαθητές Α΄ Λυκείου;
2. Μπορεί ένα εξ αποστάσεως μάθημα στο 3^ο Νόμο του Νεύτωνα με σύγχρονο τρόπο μέσω του Centra να φέρει την εννοιολογική μάθηση στις εσφαλμένες αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές (Brown, 1989);

3. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην ικανοποίηση των μαθητών ως προς τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας του προγράμματος που χρησιμοποιήθηκε και την παραδοσιακή διδασκαλία;

Το περιβάλλον “Centra 7.0”

Το “Centra 7” (2005) παρουσιάζεται στους δικτυακούς τόπους: <http://www.centra.com> και <http://www.saba.com> και υλοποιεί ένα περιβάλλον σύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, μέσα από μία εικονική τάξη, απαιτώντας για τον κάθε συμμετέχοντα της τάξης, έναν Η/Υ με δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο, ένα μικρόφωνο και προαιρετικά μια web camera.



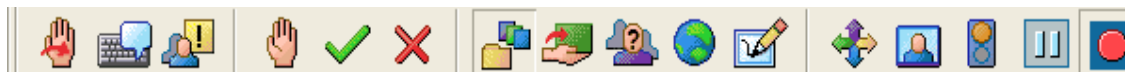
Εικόνα 1: Βασική εικονική τάξη καθηγητή

Το “Centra 7” αποτελεί λογισμικό βασισμένο στο λειτουργικό σύστημα των WINDOWS και επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να οδηγήσει και να διαχειριστεί μια ομάδα διανεμημένων σε διαφορετικούς τόπους μαθητές ή και στον ίδιο χώρο, χρησιμοποιώντας οπτικοακουστική σύσκευή, αποκτώντας έτσι την αλληλεπίδραση και την ευελιξία που θα χαρακτήριζαν μια παραδοσιακή τάξη.

Η διαδικασία απαιτεί κάποιο μέλος πρέπει να πάρει κωδικό ώστε να χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα. Η αρχική πρόσβαση για τον καθηγητή στην εικονική τάξη απαιτεί την δημιουργία ενός λογαριασμού με username και password. Με τον τρόπο που χρησιμοποιείται το Centra στο ΕΑΠ (stavrino@eap.gr), ονομαστικό λογαριασμό παίρνει μόνο ο καθηγητής, εισηγητής της αίθουσας όπου θα γίνει ένα μάθημα, μία παρουσίαση, μία συνάντηση στην εικονική αίθουσα. Το άτομο αυτό θα πρέπει να επικοινωνήσει (μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) με τον διαχειριστή του Centra στο ΕΑΠ και αυτός θα του δημιουργήσει ένα λογαριασμό με τα στοιχεία του, καθώς επίσης και μία εικονική αίθουσα. Στη συνέχεια, ο διαχειριστής συντάσσει ένα κείμενο με οδηγίες για το πώς θα συνδέονται οι πιθανοί μαθητές της αίθουσας. Το κείμενο αυτό το στέλνει στον καθηγητή, ο οποίος είναι υπεύθυνος να το διαμοιράσει στους μαθητές της αίθουσάς του. Ένα ιδιαίτερο σημαντικό στοιχείο του περιβάλλοντος αποτελεί η δυνατότητα που προσφέρεται στον καθηγητή, να βιντεοσκοπήσει το σύνολο ή τμήμα της διάλεξης, συμπεριλαμβανομένων των παρουσιασθέντων εφαρμογών, αλλά και των οπτικοακουστικών παρεμβάσεων των μαθητών.

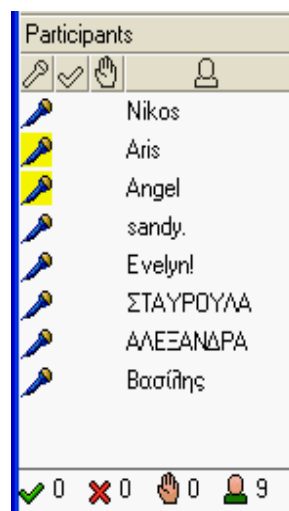
Η συνολική επικοινωνία του καθηγητή παρουσιάζεται στην εικόνα 1 και στη συνέχεια παρουσιάζονται τμηματικά οι λειτουργίες της.

Η βασική γραμμή εργαλείων του καθηγητή όπου με την βοήθεια της θα μπορέσει να πραγματοποιήσει το μάθημά του παρουσιάζεται στην εικόνα 2.



Εικόνα 2: Βασικά εργαλεία διδάσκοντα

Μέσω του περιβάλλοντος της εικόνας 3 ο καθηγητής διαχειρίζεται τη συμμετοχή των μαθητών που παρακολουθούν τη συγκεκριμένη στιγμή τη διάλεξη. Έτσι μπορεί να γνωρίζει πόσοι και ποιοι ακριβώς μαθητές παρακολουθούν τη διάλεξη, καθώς ποιοι μπορεί να είναι "αργοπορημένοι", ενώ ίσως κάποιοι απουσιάζουν από το μάθημα. Επιπρόσθετα παρατηρεί ποιοι μαθητές έχουν ζητήσει να πάρουν τον λόγο από τον καθηγητή, ποιοι έχουν απαντήσει Ναι ή σε κάποια ερώτηση, ποιοι έχουν την δυνατότητα ομιλίας, ενώ ο ίδιος μπορεί να δώσει το λόγο σε όποιον κρίνει απαραίτητο ή να αναιρέσει την δυνατότητα αυτή. Η δυνατότητα της ηχητικής επικοινωνίας που παρέχεται με το "Audio Wizard" μεταξύ των μαθητών, απαιτεί φυσικά την ύπαρξη μικροφώνου στον Η/Υ κάθε μαθητή, ενώ αν το εύρος ζώνης του μικροφώνου στον του κάθε συμμετέχοντα το επιτρέπει, είναι δυνατόν οι μαθητές να παρακολουθούν ζωντανά τον ομιλούν μέσω video, "Video conferencing" (απαιτείται Web-camera).



Όχι
του
Η/Υ

Εικόνα 3: Έλεγχος συμμετοχής μαθητών

Ο βασικότερος ίσως χώρος τόσο του διδάσκοντα όσο και των εκπαιδευομένων υλοποιείται στην περιοχή παρουσιάσεων γνωστικού περιεχομένου. Στην περιοχή αυτή ο εκπαιδευτικός μπορεί να διαμοιράζεται με τους μαθητές οποιαδήποτε εκπαιδευτική εφαρμογή μέσω της δυνατότητας από κοινού χρήσης εφαρμογής (application sharing). Έτσι μπορεί να παρουσιάζει ένα φύλλο Excel ή Word, να περιηγείται στο διαδίκτυο μέσω Web Browser, να χρησιμοποιεί PowerPoint, επίσης είναι δυνατή η χρήση Pen-Tablet.

Τόσο η κοινή χρήση εφαρμογών, όσο και ο ηλεκτρονικός πίνακας αποτελούν σημαντικά στοιχεία αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας πέρα από την οπτικοακουστική επαφή των συμμετεχόντων, αφού ο διδάσκων μπορεί να επιτρέψει σε όλους ή σε κάποιο συγκεκριμένο εκπαιδευόμενο, να χρησιμοποιήσει τον ηλεκτρονικό πίνακα, ή την τρέχουσα διαμοιραζόμενη εφαρμογή, ζητώντας του να συμπληρώσει κάποιο πεδίο ή να εφαρμόσει κάτι σχετικό με το γνωστικό αντικείμενο. Η περιοχή παρουσιάσεων του "Centra 7" υποστηρίζει όλες τις σύγχρονες μορφές παρουσιάσεων. Σε όλες τις παρουσιάσεις των περιβαλλόντων αυτών ο καθηγητής ή ο μαθητής, έχουν τη δυνατότητα να επέμβουν στο περιεχόμενο της παρουσίασης, υπογραμμίζοντας το, ή σχεδιάζοντας οτιδήποτε άλλο απαιτείται για τη ροή του μαθήματος. Τόσο ο καθηγητής όσο και οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα εργαλεία (εικόνα 4) που εμφανίζονται για να γράψουν, να σχεδιάσουν ή να εστιάσουν την προσοχή με τα ειδικά σύμβολα πάνω στις διαφάνειες και στον ηλεκτρονικό πίνακα.

Επίσης υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης για μελλοντική χρήση με βάση καθώς και η δυνατότητα εισαγωγής εικόνας.



Εικόνα 4 : Εργαλεία ηλεκτρονικού πίνακα

Για να έχει πρόσβαση ο μαθητής στην εικονική τάξη γίνεται απαιτείται από αυτόν να πραγματοποιήσει μια σειρά από βήματα. Αφού ο μαθητής έχει συνδεθεί στο διαδίκτυο, πληκτρολογεί την διεύθυνση που του έχει δώσει ο καθηγητής όπου πρέπει να πληκτρολογήσει το e-mail του. Στη συνέχεια συμπληρώνει τα προσωπικά του στοιχεία και το όνομα με το οποίο θα φαίνεται στην αίθουσα ο μαθητής. Τέλος συμπληρώνει τον κωδικό του. Ο μαθητής χρειάζεται να κάνει μόνο μια φορά τη διαδικασία, γιατί κατεβάζει αυτόματα το λογισμικό Centra από τον client, περίπου 9 MBytes. Μπορεί να κατεβάσει διαφάνειες ή άλλο υλικό για την παρουσίαση. Μετά ο μαθητής περιμένει οδηγίες από τον καθηγητή.

Στο περιβάλλον του Centra, είναι δυνατόν να υπάρξει επικοινωνία τόσο μεταξύ των μαθητών και όσο μεταξύ μαθητών-καθηγητή. Ο μαθητής μπορεί να παρατηρεί πόσοι και ποιοι μαθητές παρευρίσκονται στην εικονική τάξη, πόσοι έχουν ζητήσει το λόγο αλλά και αν ακόμη ο καθηγητής βρίσκεται εντός ή εκτός της εικονικής τάξης. Επίσης οι μαθητές ενημερώνονται για τα υπό μελέτη θέματα και τις απαιτούμενες εφαρμογές που θα περιλαμβάνει το εκάστοτε μάθημα.

Τέλος τόσο ο κάθε μαθητής, όσο και ο καθηγητής μπορεί να ελέγχει την ομιλία του. Όταν αρχίσει να μιλάει κινούνται μικρά πράσινα, κίτρινα έως κόκκινα τετραγωνάκια, ως ένδειξη της λήψης του ήχου.

Στην εικόνα 5 παρουσιάζεται η βασική γραμμή εργαλείων επικοινωνίας -του μαθητή με τους άλλους μαθητές καθώς και με τον καθηγητή -με την βοήθεια της οποίας θα μπορέσει να έχει συμμετοχή στο μάθημα.



Εικόνα 5: Βασικά εργαλεία μαθητή

Ο μαθητής έχει την δυνατότητα να σηκώνει το χέρι για να ζητήσει το λόγο, να πατάει το ναι για να απαντήσει θετικά, να πατάει το όχι για να απαντήσει αρνητικά, να κάνει κλικ στο γέλιο για να εκφράσει τη διασκέδαση, να κάνει κλικ στην επιδοκιμασία για να δείξει την επιδοκιμασία, τέλος έχει την δυνατότητα να στέλνει σύντομα γραπτά μηνύματα (chat), τα οποία επιλέγει αν θα εμφανιστούν σε όλους τους συμμετέχοντες της εικονικής τάξης, ή μόνο στον καθηγητή.

Η έρευνα

Για τις ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ένα δείγμα οκτώ μαθητών του 1^{ου} και 2^{ου} Λυκείου Φιλιππιάδας. Όλοι διέθεταν βασικές γνώσεις χειρισμού του υπολογιστή και εκδήλωσαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στο να δοκιμάσουν νέες διδακτικές προσεγγίσεις. Οι 6 από τους 8 είχαν πρόσβαση στο διαδίκτυο και ηλεκτρονική διεύθυνση στο σπίτι. Για τις ανάγκες του συγκεκριμένου μαθήματος ο κάθε μαθητής είχε στην διάθεσή του, έναν υπολογιστή Pentium 4 στα 2,8 MHz με μνήμη 512 RAM, ακουστικά μικρόφωνο και δορυφορικό internet μέσω του δορυφόρου Hellas Sat ταχύτητας 2Mbit/s προδιαγραφές που καλύπτουν αυτά που προτείνουν οι Τσολακίδης & Φωκίδης (1999) και Maki (1999)

Αφού οι μαθητές έμαθαν να χειρίζονται σε σημαντικό βαθμό το πρόγραμμα Centra, τον Απρίλιο του 2005 πραγματοποιήθηκε το μάθημα στον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα, εξ αποστάσεως και με σύγχρονο τρόπο, χρησιμοποιώντας την εικονική αίθουσα του προγράμματος Centra. Οι μαθητές απάντησαν σε δύο ερωτηματολόγια δικτυακά με την βοήθεια του προγράμματος αξιολόγησης Τελέδια (Ι. Ρίζος, κ.α. 2002). Το ερωτηματολόγιο πριν το μάθημα περιλάμβανε

10 ερωτήσεις οι οποίες είχαν ως σκοπό την ανίχνευση των γνωστών αντιλήψεων των μαθητών πάνω στον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα (Thornton & Sokoloff, 1998). Το ερωτηματολόγιο μετά την διδακτική παρέμβαση περιλάμβανε εννιά επιπλέον ερωτήσεις και είχαν ως στόχο την διερεύνηση των απόψεων των μαθητών για ορισμένες παιδαγωγικές πτυχές του μαθήματος που παρακολούθησαν καθώς και για τα χαρακτηριστικά του τεχνολογικού περιβάλλοντος που πιθανόν τους επηρέασαν.

Οι μαθητές απάντησαν αρχικά στο ερωτηματολόγιο στην συνέχεια χρησιμοποίησαν το περιβάλλον του προγράμματος Centra, περιμένοντας οδηγίες από τον εκπαιδευτικό. Αφού έγινε ο απαραίτητος έλεγχος στον ήχο από όλους τους μαθητές ξεκίνησε το μάθημα. Είναι γεγονός ότι προέκυψαν περιπτώσεις για χρήση τεχνικού-βοηθού για την επίλυση τεχνικών προβλημάτων κατά την διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Κατά την διάρκεια του μαθήματος υπήρχε σημαντική αλληλεπίδραση με όλους τους μαθητές με ερωταποκρίσεις. Στις διαφάνειες του μαθήματος κυριαρχούσε η εικόνα με πολλά παραδείγματα πάνω στο 3^ο ΝΝ. Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο είναι ότι κατά την διάρκεια του μαθήματος παρουσιάστηκαν δυο βίντεο για την κατανόηση του νόμου. Οι μαθητές είχαν την δυνατότητα να δουν τα βίντεο αρκετές φορές το καθένα, ώστε να τα μελετήσουν και να βγάλουν τα δικά τους συμπεράσματά. Συγκεκριμένα το ένα από τα δύο βίντεο είχε ως σκοπό την κατανόηση από την πλευρά των μαθητών ότι οι ηλεκτρικές δυνάμεις δρουν από απόσταση. Το δεύτερο βίντεο ήταν βασικό γιατί μέσα από αυτό οι μαθητές συνειδητοποίησαν ότι στην φύση συμβαίνει αλληλεπίδραση και όχι επίδραση. Οι διαφάνειες στο PowerPoint ήταν δομημένες κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι μαθητές να βλέπουν αμέσως την απάντηση σε κάθε ερώτηση που τους γινόταν. Επίσης στο τέλος του μαθήματος έγινε εκτενής χρήση του ασπροπίνακα του περιβάλλοντος Centra. Έτσι οι μαθητές είχαν την δυνατότητα- πάνω σε εικόνες που τους είχαν μοιραστεί- να σχεδιάσουν τις δυνάμεις της Δράσης και της Αντίδρασης ανάμεσα σε αντικείμενα που αλληλεπιδρούσαν. Στο σημείο αυτό τονίζουμε ότι είναι αδύνατο να περιγράψουμε πλήρως την διαδικασία του μαθήματος μέσω του προγράμματος Centra και αυτό γιατί στις διαφάνειες υπήρχαν πολλές εικόνες καθώς και δύο βίντεο.

Αποτελέσματα

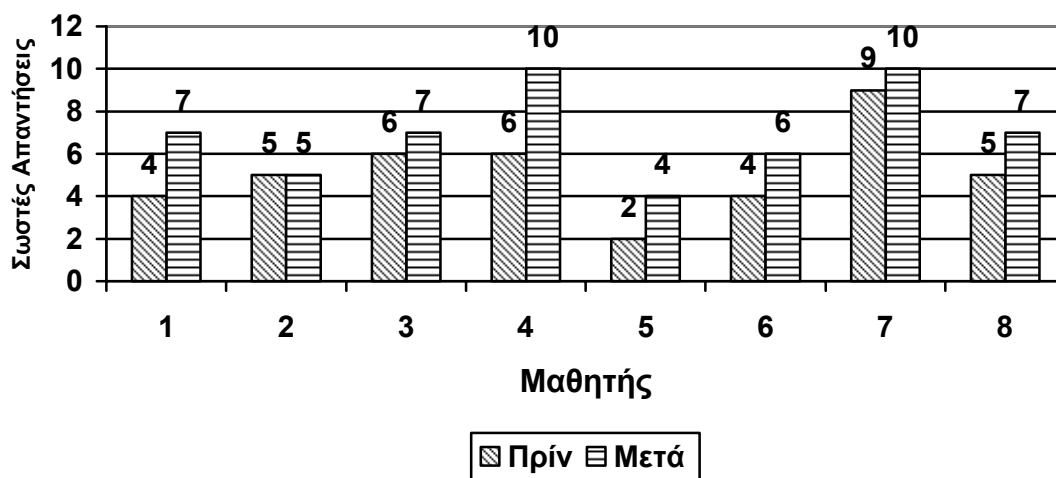
Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα όπως προέκυψαν μετά την Διδασκαλία στην εικονική ηλεκτρονική αίθουσα. Από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων προέκυψαν δυο σημαντικές μεταβλητές: η πρώτη είναι η «*Μέση Συνολική Επίδοση*» για κάθε μαθητή και η δεύτερη είναι το «*Ποσοστό Σωστά Απαντημένης Ερώτησης*». Η πρώτη μεταβλητή αντιπροσωπεύει την κατανόηση του τρίτου νόμου του Νεύτωνα από τους μαθητές μετά από την πειραματική διαδικασία. Η δεύτερη μεταβλητή αντιπροσωπεύει την πραγματοποίηση των στόχων που τέθηκαν πριν από την πειραματική διαδικασία.

Η μέση συνολική επίδοση των μαθητών πριν την διδασκαλία στην εικονική αίθουσα ήταν 51,25%, ενώ μετά την διδασκαλία έγινε 70%. Δηλαδή παρατηρήθηκε μια βελτίωση 18,75% της συνολικής επίδοσης Μετά την Διδασκαλία σε e-class. Βέβαια η βελτίωση αυτή δεν έχει να κάνει με την βελτίωση κάποιων μαθητών σε ορισμένες ερωτήσεις ενώ κάποιοι άλλοι είχαν χειρότερη επίδοση. Όπως δείχνει η εικόνα 1 η συνολική επίδοση βελτιώθηκε (όχι βέβαια το ίδιο σημαντικά για όλους) για τους 7 από τους 8 μαθητές όπως δείχνει και το σχήμα 1.

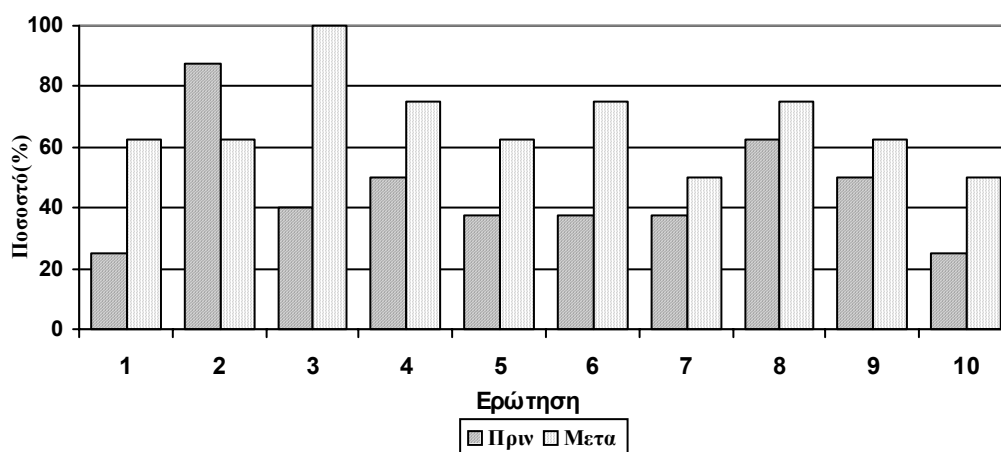
Στο σχήμα 2 απεικονίζεται το ποσοστό της κάθε ερώτησης που απαντήθηκε σωστά από τους μαθητές Πριν και Μετά την διδασκαλία στην εικονική αίθουσα του Centra. Τα αποτελέσματα ως προς την εννοιολογική αλλαγή στον 3ο ΝΝ μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

Παρουσιάστηκε από τους μαθητές σημαντική βελτίωση στο γεγονός ότι μπορούν να βρίσκουν το σημείο εφαρμογής της δράσης και της αντίδρασης καθώς και από ποιο σώμα σε

ποιο ασκούνται οι εν λόγω δυνάμεις (ερώτηση 1). Επίσης υπήρξε βελτίωση για την αντίληψη ότι η ένδειξη ενός δυναμόμετρου δεν ταυτίζεται πάντα με το βάρος του σώματος (ερώτηση



Σχήμα 1: Συνολική επίδοση για κάθε μαθητή πριν και μετά από την διδασκαλία



Σχήμα 2. Το ποσοστό των ορθών απαντήσεων για κάθε ερώτηση

6). Βελτίωση υπήρξε (ερώτηση 7), στην αντίληψη των μαθητών για το αν συμβαίνει αλληλεπίδραση εκτός πεδίου βαρύτητας με αντίθετες δυνάμεις, όπως επίσης και στην αντίληψη των μαθητών για το αν τα άψυχα υλικά μπορούν να ασκήσουν δύναμη. Σημαντική βελτίωση παρουσιάστηκε από τους μαθητές στο γεγονός ότι η δράση και η αντίδραση ως εσωτερικές δυνάμεις δεν μπορούν να επηρεάσουν ένα σύστημα σωμάτων (ερώτηση 4). Επίσης από τους μαθητές παρουσιάστηκε σημαντική βελτίωση στο γεγονός ότι μπορεί να συμβεί αλληλεπίδραση ανάμεσα στα στερεά και τα υγρά (ερώτηση 5). Για την ερώτηση 10 ενώ υπήρξε μια μικρή βελτίωση (αύξηση των μαθητών από 2 σε 4), παρόλα αυτά υπάρχει ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών (5 από τους 8) που πιστεύουν ότι δεν μπορούν να επεκτείνουν την αλληλεπίδραση από απόσταση και στον ηλεκτρισμό, επειδή θεωρούν την βαρυτική δύναμη ως την μοναδική δύναμη που δρα από απόσταση, όπως αναφέρεται συνήθως στα εισαγωγικά μαθήματα Μηχανικής στην Α΄ Λυκείου. Μετά την διδασκαλία δεν παρουσιάστηκε από τους μαθητές αξιόλογη μεταβολή στο γεγονός η δράση και η αντίδραση δεν ενεργούν στο ίδιο σώμα καθώς επίσης και στην πλήρη κατανόηση του πρώτου και τρίτου

Νόμου του Νεύτωνα. Έτσι στην ερώτηση 2 παρατηρείται μια μείωση των μαθητών από 7 σε 5, οι οποίοι διατηρούν την άποψη ότι στον πρώτο Νόμο του Νεύτωνα μπορούν να σχεδιάσουν και δυνάμεις που δρουν σε διαφορετικά σώματα. Πιθανόν αυτή η άποψη να ενισχύθηκε από την εξ αποστάσεως διδασκαλία, αφού κατά την διάρκεια του μαθήματος οι μαθητές ξεκαθάρισαν μεν ότι η δράση και η αντίδραση έχουν ίσα μέτρα (3^{05} NN), συνέχισαν όμως να έχουν την άποψη ότι μπορούν να τοποθετούν την δράση και την αντίδραση στον 1° NN. Δηλαδή οι μαθητές συνεχίζουν να μην έχουν κατανοήσει πλήρως τους δύο νόμους παρά το γεγονός όπως δείχνει το βιντεοσκοπημένο μάθημα να έγινε σημαντική αναφορά σε αυτά τα θέματα. Τέλος υπήρξε μικρή βελτίωση (ερώτηση 9) μετά την εξ αποστάσεως διδασκαλία σε πραγματικό χρόνο για θέμα που αφορούσε την εύρεση τη δράσης και της αντίδρασης, παρά το γεγονός ότι έγινε σημαντική αναφορά κατά την διάρκεια του μαθήματος και επίσης στο τέλος οι μαθητές εξασκήθηκαν στο σχεδιασμό της Δράσης-Αντίδρασης με την βοήθεια του ηλεκτρονικού πίνακα του προγράμματος Centra.

Τα αποτελέσματα με βάση παιδαγωγικούς, τεχνολογικούς και διδακτικούς παράγοντες μπορούν να συνοψισθούν ως εξής: Από τους 8 μαθητές οι 4 δήλωσαν ότι απολαύσανε περισσότερο το μάθημα εξ αποστάσεως μέσω του προγράμματος Centra συγκριτικά με την Παραδοσιακή Διδασκαλία, ενώ 3 μαθητές δήλωσαν ότι οι δύο διδακτικές προσεγγίσεις ήταν εξίσου ευχάριστες (ερώτηση 11).

Σχετικά με τα χαρακτηριστικά που αφορούν την ποιότητα του μεταδιδόμενου ήχου και της μεταδιδόμενης εικόνας καθώς και με τις δυνατότητες του προγράμματος Centra από τις απαντήσεις των μαθητών συμπεραίνεται ότι όλοι έμειναν ικανοποιημένοι.

Από τις απαντήσεις των μαθητών σε ανάλογη ερώτηση διαπιστώνεται ότι η απουσία διαπροσωπικής-φυσικής επικοινωνίας με τον διδάσκοντα φαίνεται να μην έχει επηρεάσει σημαντικά τους μαθητές στην εξέλιξη της πειραματικής διαδικασίας, αφού οι 5 από τους 8 από αυτούς δήλωσαν ότι δεν τους προβλημάτισε.

Σχετικά με την οργάνωση της διδασκαλίας, τους στόχους αλλά και την κάλυψη των θεμάτων για την κατανόηση του 3^{00} NN, όλοι οι μαθητές επίσης δήλωσαν ικανοποιημένοι.

Τέλος από την ανάλυση των αναλόγων ερωτήσεων προέκυψε ότι η χρήση των τεχνολογικών μέσων δεν φαίνεται να τους δημιούργησε προβλήματα, όμως οι 4 από τους 8 μαθητές θεώρησαν ότι αφιέρωσαν σημαντικό χρόνο στην προετοιμασία τους (εκμάθηση προγράμματος Centra).

Συμπεράσματα

Αν και το δείγμα της έρευνας για αντικειμενικούς λόγους είναι μικρό (π.χ. δεν είναι δυνατόν να διδάσκονται ταυτόχρονα μεγάλος αριθμός μαθητών, δεν ήταν εύκολο να βρεθούν μαθητές με δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο ή αν είχαν μικρή ταχύτητα σύνδεσης κ.λ.π.), σίγουρα δεν μπορούν να εξαχθούν γενικευμένα συμπεράσματα Κάνοντας όμως μια γενική αποτίμηση των ευρημάτων της έρευνας ελέγχοντας ταυτόχρονα τις ερευνητικές μας υποθέσεις διαπιστώνουμε ότι:

Το Centra ως ένα πρόγραμμα σύγχρονης τηλεκπαίδευσης μπορεί να αξιοποιηθεί για την διδασκαλία της Φυσικής στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αφού όπως δείχνουν τα αποτελέσματα οι μαθητές έχουν αποκτήσει περαιτέρω γνώσεις βελτιώνοντας αρκετά την άποψή τους πάνω στον 3° NN.

Οι μαθητές εμφανίζονται ικανοποιημένοι από την παρακολούθηση της διδασκαλίας στην εικονική αίθουσα του Centra. Οι δυνατότητες που προσφέρουν τα προγράμματα σύγχρονης τηλεκπαίδευσης για αλληλεπίδραση σε συνδυασμό με τις κατάλληλες διδακτικές τεχνικές, συμβάλλουν στην ικανοποίηση των μαθησιακών τους αναγκών (Keith 1999, Pallof and Pratt 1999).

Τα αποτελέσματα της έρευνας υπογραμμίζουν την σημαντικότητα του παιδαγωγικού πλαισίου και των διδακτικών- μαθησιακών δραστηριοτήτων για την ικανοποίηση των εκπαιδευτικών αναγκών των μαθητών στο περιβάλλον της εικονικής αίθουσας του Centra. Η οργανωμένη παρουσίαση των διδακτικών περιεχομένων, η σαφήνεια διατύπωσης των διδακτικών στόχων και η προσαρμογή της διδασκαλίας στο επίπεδο των μαθητών φαίνεται να ικανοποίησε τους μαθητές. Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, η υιοθέτηση συμβατικών μοντέλων διδασκαλίας στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση μέσω των νέων τεχνολογιών δεν επιφέρει επιτυχή αποτελέσματα, ενώ αντίθετα, οι διδακτικές δραστηριότητες που απαιτούν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών αναγνωρίζονται ως παράγοντες που συμβάλλουν στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας (Ράπτης και Ράπτη 2001, Hedesting and keptelinin 2001, Hearnshaw 1999, Goodyear 1999, Laurillard 1993, Παρασκευάς, Α., Σταμάτης, Δ., Μολοχίδης, Α., Ψύλλος, Δ.(2001).

Η έρευνα επίσης έδειξε ότι η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας στο περιβάλλον σύγχρονης τηλεεκπαίδευσης του Centra εξαρτάται και από τα χαρακτηριστικά του τεχνολογικού περιβάλλοντος. Η πιστότητα της εικόνας και η πιστότητα του ήχου σχετίζεται σημαντικά με την ικανοποίηση των μαθητών καθώς συμβάλλει στην διατήρηση της προσοχής τους και στην αμεσότητα της επικοινωνίας τους με τον διδάσκοντα. Η πιστότητα της εικόνας και του ήχου διευκολύνει την απρόσκοπτη παρουσίαση των διδακτικών περιεχομένων και την άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ του διδάσκοντα και των απομακρυσμένων μαθητών στην ηλεκτρονική αίθουσα του Centra (Hearnshaw 2000, Milrad 1999).

Η επαλήθευση των ερευνητικών υποθέσεων που έχουν διατυπωθεί, αποδεικνύουν ότι το περιβάλλον σύγχρονης τηλεεκπαίδευσης Centra μπορεί να συμβάλλει στην διδασκαλία της Φυσικής εξ αποστάσεως, σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και αξίζει να διερευνηθεί περαιτέρω.

Παραπομπές

- Maki, J. (1999). ISDN - Τηλεδιάσκεψη στην εκπαίδευση. Πανεπιστήμιο Αιγαίου - Σχολή Ελληνικών και Μεσογειακών Σπουδών - Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Πρακτικά συνεδρίου: Νέες παράμετροι στην εκπαίδευση: Εκπαίδευση από απόσταση και διά βίου εκπαίδευση. Ρόδος 21 & 22 Νοεμβρίου.
- Μαθαίου, Δ. Μουζάκης, Χ. και Ρουσσάκης, Γ. (2001), Η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών επικοινωνίας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση: εφαρμογές της εκπαιδευτικής τηλεδιάσκεψης στις μεταπτυχιακές σπουδές και την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, Στο. Πρακτικά του 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου στην ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση, Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
- Μπαλαούρας, Π., (2002) Σύγχρονη Τηλεκπαίδευση: Αξιολόγηση της πορείας εισαγωγής της στην τριτοβάθμια εκπαίδευση
- Παρασκευάς, Α., Σταμάτης, Δ., Μολοχίδης, Α., Ψύλλος, Δ.(2001). Η χρήση της Διαδικτυακής Εικονικής Τάξης για την Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών: Μια Μελέτη Περίπτωσης στην περιοχή της Φυσικής των Ρευστών. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο για την ‘Ανοικτή και εξ’ Αποστάσεως Εκπαίδευση’.
- Ράπτης, Α. και Ράπτη, Α. (2001), Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας, Αθήνα
- Σεβαστίδου Α., Κωνσταντίνουκ. Π., Αναστασιάδης Π.(2002): Η χρήση της τηλεδιάσκεψης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο στα πλαίσια του “οδύσσειας”, ενός πιλοτικού προγράμματος ανοικτής και εξ’ αποστάσεως εκπαίδευσης. 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο για την Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Ρέθυμνο 9-12 Μαΐου Κρήτη
- “ΤΕΛΕΔΙΑ: Ένα δυναμικό σύστημα αξιολόγησης μέσω υπολογιστή”, Ι. Ρίζος, Ε. Κολέζα και Ι. Παππάς, 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή ‘Οι τεχνολογίες της Πληροφορίας και της επικοινωνίας στην Εκπαίδευση’, 26-29 Σεπτ. 2002, Ρόδος, Ελλάδα.

- Τσολακίδης, Κ., & Φωκίδης, Μ. (1999). Η τηλεδιάσκεψη ως εργαλείο διδασκαλίας μαθημάτων του δημοτικού σχολείου. Πανεπιστήμιο Αιγαίου - Σχολή Ελληνικών και Μεσογειακών Σπουδών - Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Πρακτικά συνεδρίου: Νέες παράμετροι στην εκπαίδευση: Εκπαίδευση από απόσταση και διά βίου εκπαίδευση. Ρόδος 21 & 22 Νοεμβρίου.
- ADEC, (1999). Guiding Principles for Distance Learning and Teaching. American Distance Education Consortium.
- Bouras, Ch., Gkamas, A. and Tsiatsos, T. (2000), Internet protocols for synchronous distance learning, 3rd International Workshop on Network-Based Information Systems, NBIS' 2000, Greenwich, UK
- Brown, D. (1989), Students' concept of force: the importance of understanding Newton's third law, *Physics Education*, 24, 353-358
- Harasim, L., Hiltz, R., Teles, L. and Turoff, M. (1995), *Learning networks: a field guide to teaching and learning online*, Cambridge, MA: MIT Press
- Hazari S. I (1998) Evaluation and selection of web course management tools
- Hearnshaw, D. (2000), Towards an objective approach to the evaluation of videoconferencing, *Innovations on Education and Training International*, 3(37), 210-217.
- Hedesting, U. and Kaptelinin, V. (2001), Re-contextualization of teaching and learning in videoconference - based environments: an empirical study
- Keith, H. (1999), *Higher education through Open and Distance Learning*, London: Routledge
- Milrad, M. (1999), Designing an interactive learning environments to support children's understanding in complex domains, *Proceedings of ED-MEDIA 99*, 1707-1709, U.S.A.: Seattle, Washington
- Palloff, R. and Pratt, K. (1999), *Building learning communities in cyberspace: effective strategies for the on-line classroom*, San Francisco: Jossey Bass
- Thornton, R. K. & Sokoloff, D. R. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: The force and motion concept evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture, *American Journal of Physics*, 66 (4), 338-351