

## **Αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών στο Σχολικό Εργαστήριο Φ. Ε. – μια μελέτη περίπτωσης.**

Κολτσάκης Ευάγγελος, Εκπ/κός Δ.Ε., Φυσικός MSc, τηλ. 6977015269, ekoltsakis@sch.gr  
Πιερράτος Θεόδωρος, Εκπ/κός Δ.Ε., Φυσικός MSc, pierratos@sch.gr  
Πολάτογλου Χαρίτων, Αν. Καθηγήτριας, Τμήμα Φυσικής, Σ.Θ.Ε., Α.Π.Θ., hariton@auth.gr

### **Εισαγωγή**

Αν και αποτελεί κοινή πεποίθηση ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) πρέπει να στηρίζεται στο πείραμα, στην πράξη κυριαρχεί η δια του λόγου διδασκαλία τόσο των νόμων της Φυσικής όσο και των πειραμάτων, παρά τις αντίθετες επιταγές της Διδακτικής των Φ.Ε..

Σήμερα έχει προχωρήσει σε σημαντικό βαθμό η ανάπτυξη σύγχρονων και αρκετά εξοπλισμένων σχολικών εργαστηρίων Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Φ.Ε.) στα περισσότερα Γενικά Λύκεια της Ελλάδας, ενώ υπάρχουν κατά κανόνα εργαστήρια Φ.Ε. και στα Γυμνάσια. Επιπρόσθετα, παρέχεται –αν και ποικιλόμορφη- σχετική υποστήριξη στους εκπαιδευτικούς από τα ανά Δ/ση Δ/θμιας Εκπ/σης Εργαστηριακά Κέντρα Φ.Ε. (Ε.Κ.Φ.Ε.). Διάφορα όμως προβλήματα, με αιτίες που εντοπίζονται στην ελλιπή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, στο ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα και στους τρόπους αξιοποίησης των εργαστηρίων, αποθαρρύνουν τους εκπαιδευτικούς των Φ.Ε. από την πραγματοποίηση επαρκών εργαστηριακών δραστηριοτήτων. Παράλληλα, και ιδιαίτερα κατά τα τελευταία χρόνια, τα εργαστήρια έχουν εξοπλιστεί και με ψηφιακό εξοπλισμό, με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, με λογισμικά και με πρόσβαση στον παγκόσμιο ιστό (www).

Πιστεύουμε ότι η παιδαγωγική αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών και γενικότερα των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) μπορεί να προσφέρει νέα μέσα και επιπρόσθετες ευκολίες και δυνατότητες, συμπληρωματικές γενικά στα παραδοσιακά μέσα που ο εκπαιδευτικός διαθέτει στο εργαστήριο. Ανάλογες προσπάθειες καταγράφεται ότι επιχειρούνται και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ έχουν ξεκινήσει προ πολλού, με διαφορετική βέβαια μορφή, στα Πανεπιστημιακά τμήματα Φυσικής, όπου η εργαστηριακή άσκηση αποτελεί παράδοση, αλλά χρειάζεται η εντονότερη αξιοποίηση των Τ.Π.Ε.. Ενδεχομένως, οι Τ.Π.Ε. μπορούν να επιλύσουν αρκετά από τα προβλήματα δυσλειτουργιών και δυσκολιών που αντιμετωπίζονται μέχρι σήμερα στο Σ.Ε.Φ.Ε. Ο ρόλος τους μπορεί να είναι καταλυτικός – μπορεί όμως να περιοριστεί σε μια επιφανειακή αλλαγή ορισμένων πρακτικών της σχολικής ζωής. Ωστόσο, η χρήση τους είναι ακόμη περιορισμένη έως αμελητέα και η οργάνωση της χρήσης τους δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί. Ταυτοχρόνως, οι δομές του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος δεν διευκολύνουν την ενσωμάτωση της προόδου που συντελείται στις εκπαιδευτικές χρήσεις των Τ.Π.Ε..

Στην εργασία μας αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα μιας προσπάθειας αξιοποίησης των Τ.Π.Ε. ως συμπλήρωμα (και όχι μόνο) στις διδακτικές δραστηριότητες σε ένα Σ.Ε.Φ.Ε. το οποίο χρησιμοποιείται από κοινού από ένα Γενικό Λύκειο και από ένα Γυμνάσιο. Η εργασία αποτελεί μια μελέτη περίπτωσης και, αν και δεν μπορεί να αποτελέσει βάση γενίκευσης, επιχειρεί μια διερεύνηση της ισχύουσας κατάστασης, σε μια χρονική περίοδο κατά την οποία επιχειρούνται σημαντικές σχετικές αλλαγές.

### **1. Το πλαίσιο δράσης**

#### **1.1. Το Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Φ.Ε.)**

Ανατρέχοντας κανείς στο δικτυακό τόπο του Υπ.Ε.Π.Θ., στις σελίδες τις σχετικές με τα Σ.Ε.Φ.Ε. διαβάζει ότι «...Στην αδήριτη ανάγκη της εργαστηριακής διδασκαλίας των φυσικών επιστημών έρχεται να απαντήσει το φιλόδοξο πρόγραμμα ανάπτυξης εργαστηρίων Φ.Ε. (Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας) στα περισσότερα Ενιαία Λύκεια της χώρας σε πρώτη φάση και σε όλα τα Ενιαία Λύκεια της χώρας σε δεύτερη φάση. ... Το εργαστήριο Φ.Ε. του Ενιαίου Λυκείου είναι σύγχρονο, ευέλικτο και ελκυστικό και μπορεί να λειτουργήσει τόσο σαν χώρος μαθήματος όσο και σαν χώρος εξάσκησης και δραστηριοτήτων. Οι μαθητές ... έχουν στη διάθεσή τους σύγχρονα όργανα τα οποία τους βοηθούν τόσο στην ανακάλυψη του περιβάλλοντος και των νόμων που το διέπουν όσο και στην μετέπειτα προσαρμογή τους στη σύγχρονη ζωή και στο σύγχρονο περιβάλλον εργασίας...» (Υπ.Ε.Π.Θ., 2007).

Τα παραπάνω περιγραφόμενα εργαστήρια έχουν πλέον δημιουργηθεί και συνεχίζουν να εξοπλίζονται, μάλιστα τελευταία με ιδιαίτερα έντονο ρυθμό. Σε μεγάλο ποσοστό ο εξοπλισμός αυτός είναι ψηφιακός, φαινομενικά σε αναντιστοιχία με τις οδηγίες του 82428/Γ7/14-8-2006 εγγράφου του Γραφείου Εργαστηρίων του Υπ.Ε.Π.Θ., σύμφωνα με το οποίο στο Γενικό Λύκειο προτείνονται και για τις τρεις τάξεις τριάντα μία (τουλάχιστον) συγκεκριμένες εργαστηριακές ασκήσεις. Οι προτεινόμενες ασκήσεις αναφέρονται σε κλασικά πειράματα, και σε λίγες μόνο από αυτές προτείνεται εναλλακτικά η χρήση ψηφιακού εξοπλισμού (σύστημα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης – multilog). Η χρήση του υπόλοιπου υπάρχοντος στα περισσότερα εργαστήρια εξοπλισμού (ηλεκτρονικός υπολογιστής, βιντεοπροβολέας, τηλεόραση κλπ) δεν προτείνεται γενικά στις παραπάνω υποχρεωτικές ασκήσεις και, για διάφορους λόγους, αφήνεται –προφανώς– στην κρίση των εκπαιδευτικών.

## **1.2. Η σημασία της ένταξης των Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση**

Η εισαγωγή των Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση αποτελεί αναγκαιότητα που δεν επιδέχεται σχεδόν καμία αμφιβολία (Κ.Ε.Ε., 2006) και η ορθή αξιοποίησή τους, αναμένεται να επιφέρει ουσιαστικές καινοτομίες, μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, τόσο στα μέσα διδασκαλίας όσο και στη μαθησιακή-διδασκική διαδικασία αυτή καθεαυτή. Απώτερος στόχος μέσα από τις νέες αυτές μαθησιακές διαδικασίες είναι να προωθηθεί η διερευνητική και η συνεργατική μάθηση και γενικότερα η απόκτηση νέων γνωστικών δεξιοτήτων από τους μαθητές. Ο στόχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την παροχή και από την αξιοποίηση κατάλληλης υλικοτεχνικής υποδομής καθώς και από την εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού.

Εκπαιδευτικά συστήματα προηγμένων χωρών προσπαθούν να ενσωματώσουν τις Τ.Π.Ε. γόνιμα στο σχολικό πρόγραμμα διδασκαλίας και τις αντιμετωπίζουν ως μοχλό ανάπτυξης και προόδου. Η παιδαγωγική τους αξιοποίηση θεωρείται μια πολλά υποσχόμενη εκπαιδευτική καινοτομία (UNESCO, 2005\* Κ.Ε.Ε., 2006) και έτσι, τα σχολεία και οι εκπαιδευτικοί αποκτούν νέους ρόλους, με κύριους προσανατολισμούς την προετοιμασία μαθητών για τη νέα κοινωνία της γνώσης, της δημιουργίας και της τεχνολογίας.

Από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, προκύπτει ότι η αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. για τη μετεξέλιξη των εκπαιδευτικών πρακτικών είναι εφικτή, αλλά απαιτεί σημαντικές αλλαγές, ιδίως στις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη διαδικασία της μάθησης καθώς και στις αντιλήψεις τους για το ρόλο των Τ.Π.Ε. στην εκπαιδευτική διαδικασία (Κονιδάρη, 2005). Η υλοποίηση αυτών των αλλαγών προϋποθέτει την ενεργό συμμετοχή των ίδιων των διδασκόντων, απαιτεί συστηματική επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, ιδίως στις εκπαιδευτικές χρήσεις των Τ.Π.Ε., διαρκή υποστήριξη του έργου τους και χρόνο για την εδραίωσή τους (Δημητρακοπούλου, 2003). Όμως η διάχυση της χρήσης των Τ.Π.Ε. αποδεικνύεται ιδιαίτερα δύσκολη (Δαπόντες, 2001). Οι εκπαιδευτικοί προσυπογράφουν την αξία της διδασκαλίας που υποστηρίζεται με Τ.Π.Ε. όταν συνειδητοποιούν ότι είναι δυνατό να υποστηριχθούν αποτελεσματικά χρήσιμες μαθησιακές εμπειρίες που οδηγούν σε θετικά αποτελέσματα. Αυτή η κατανόηση τους καθοδηγεί να προσαρμόσουν και να ενσωματώσουν τα νέα εργαλεία των Τ.Π.Ε. στις καθιερωμένες διδακτικές μεθόδους. Όμως, δεν δέχονται άνευ όρων οποιοδήποτε καινοτόμο μετασχηματισμό της διδασκαλίας, εξαιτίας της ασυμβατότητας που αντιλαμβάνονται μεταξύ της παραδοσιακής σχολικής δομής και της προτεινόμενης καινοτομίας αλλά και των εμποδίων που εμφανίζονται σε σχέση με τις ισχύουσες ρυθμίσεις του σχολικού περιβάλλοντος (Δημητριάδης, Μπάρμπας, Ψύλλος & Πομπόρτσας, 2004). Οι μαθητές χρησιμοποιούν πλέον Η/Υ σε μεγάλα ποσοστά, στο σπίτι αλλά και στο σχολείο, κατά κύριο λόγο όμως για ψυχαγωγία και λιγότερο για εργασίες για το σχολείο (Κ.Ε.Ε., 2006\* Νικολοπούλου, 2002). Παράλληλα, πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι ενώ αυξάνεται η χρήση των Τ.Π.Ε. σε πανελλαδικό καθώς και σε παγκόσμιο επίπεδο, οι μαθητές τις χρησιμοποιούν πολύ λιγότερο στο σχολικό περιβάλλον απ' ό,τι στο σπίτι, αν και αυτοί που γενικά τις χρησιμοποιούν φαίνεται να έχουν καλύτερες σχολικές επιδόσεις (OECD, 2006). Κοινή συνιστώσα όλων των ερευνών αποτελεί η παραδοχή ότι η επιτυχής ενσωμάτωση των Τ.Π.Ε. στη διδακτική πράξη, προϋποθέτει τη διερεύνηση και αναδιαμόρφωση των γενικότερων στάσεων, πεποιθήσεων και πρακτικών των εκπαιδευτικών σχετικά με τη μαθησιακή διαδικασία και το ρόλο τους σ' αυτήν.

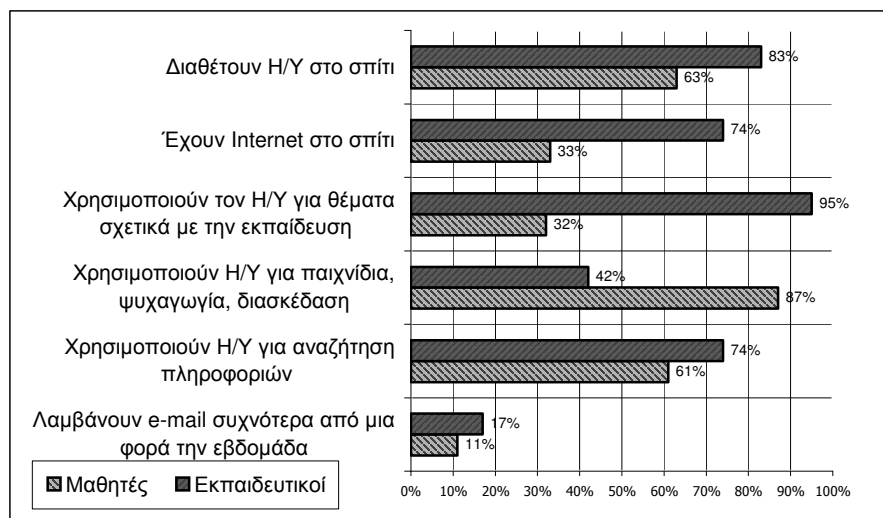
Σχετικά πρόσφατα έχει ξεκινήσει από το Υπ.Ε.Π.Θ. μια προσπάθεια για την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των Τ.Π.Ε. και την ένταξή τους στην καθημερινή εκπαιδευτική διαδικασία. Στα πλαίσια της προσπάθειας αυτής και, ανάμεσα σε άλλα, έχει αποσταλεί στις σχολικές μονάδες σημαντικός

αριθμός εκπαιδευτικών λογισμικών (ΚτΠ, 2007). Παράλληλα, πληθώρα αξιοποιήσιμων εφαρμογών διατίθεται ελεύθερα στο διαδίκτυο.

## 2. Η μελέτη περίπτωσης

Η παρούσα έρευνα/μελέτη περίπτωσης, έχει διερευνητικό και επεξηγηματικό χαρακτήρα. Αναφέρεται στο χρονικό διάστημα της τελευταίας διετίας, κατά την οποία οι δυο πρώτοι εκ των συγγραφέων εργάζονται στη συγκεκριμένη σχολική μονάδα, ως εκπαιδευτικοί του κλάδου ΠΕ04, έχοντας συγχρόνως την αρμοδιότητα των υπευθύνων Σ.Ε.Φ.Ε. για το Λύκειο και για το Γυμνάσιο αντίστοιχα. Στη σχολική μονάδα, η οποία εδρεύει σε αγροτική περιοχή, συστεγάζονται ένα Γυμνάσιο και ένα Γενικό Λύκειο, τα οποία χρησιμοποιούν από κοινού τον κτιριακό και τον υλικοτεχνικό εξοπλισμό του συγκροτήματος. Φοιτούν σε αυτήν περίπου 200 μαθητές και οι δυο σύλλογοι διδασκόντων αποτελούνται συνολικά από περίπου 30 εκπαιδευτικούς (5 εκ των οποίων του κλάδου ΠΕ04). Στο σχολείο υπάρχει εργαστήριο πληροφορικής, βιβλιοθήκη και εργαστήριο φυσικών επιστημών, που διαθέτουν Η/Υ συνδεδεμένους στο διαδίκτυο, πλέον δε με ευρυζωνική σύνδεση. Υπάρχουν επίσης αρκετά σύγχρονα εργαλεία όπως βιντεοπροβολείς, τηλεοράσεις, συσκευές αναπαραγωγής video, CD και DVD, καθώς και αρκετά εκπαιδευτικά λογισμικά. Τα γραφεία των Διευθυντών και οι χώροι γραμματείας διαθέτουν Η/Υ, ενώ δεν υπάρχει σχετικός εξοπλισμός στο γραφείο των εκπαιδευτικών.

Οι μαθητές αποτελούν τυπικό δείγμα μαθητών αγροτικής περιοχής, με αρκετά διαφοροποιημένους στόχους μεταξύ τους. Το ποσοστό των επιτυχιών στην εισαγωγή μαθητών της Σχολικής Μονάδας στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση είναι σχετικά υψηλό, την τελευταία δε χρονιά ήταν το καλύτερο σε επίπεδο νομού. Ο Σύλλογος Γονέων & Κηδεμόνων δείχνει αρκετό ενδιαφέρον και συνεργάζεται πρόθυμα, αλλά οι οικονομικές δυνατότητες της σχολικής επιτροπής παρουσιάζονται περιορισμένες. Γενικά πάντως, επικρατεί ένα θετικό σχολικό κλίμα, γεγονός που έχει θετικές επιπτώσεις στη γενικότερη λειτουργία του σχολείου.



Διάγραμμα 1: Ενδεικτικά της αξιοποίησης Η/Υ από τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς της σχολικής μονάδας (Κολτσάκης, 2006).

Σε πρόσφατη έρευνα (Κολτσάκης, 2006), διερευνήθηκε η τάση παιδαγωγικής αξιοποίησης των Τ.Π.Ε. από τους μαθητές και από τους εκπαιδευτικούς της σχολικής μονάδας. Καταγράφηκαν μεγάλες διαφορές ανάμεσα στους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς, σχετικά με την κατοχή οικιακού Η/Υ, τη σύνδεση στο διαδίκτυο και τον τρόπο χρήσης του (Διάγραμμα 1). Οι εκπαιδευτικοί κατέχουν σχεδόν όλοι Η/Υ, συνδεδεμένο στο διαδίκτυο, και τον χρησιμοποιούν κυρίως για θέματα σχετικά με την Εκπαίδευση και λιγότερο για παιχνίδια, ψυχαγωγία και διασκέδαση. Είναι όμως ενδιαφέρον το ότι μόνο οι μισοί χρησιμοποιούν τους υπολογιστές και το διαδίκτυο στο σχολείο και λιγότεροι από 4 στους 10 δηλώνουν ότι χρησιμοποιούν υπολογιστές και εκπαιδευτικά λογισμικά στο μάθημά τους.

Προέκυψε γενικά ότι οι Τ.Π.Ε. ελάχιστα αξιοποιούνται παιδαγωγικά στη σχολική μονάδα. Ουσιαστική παιδαγωγική αξιοποίηση γίνεται από μεμονωμένες περιπτώσεις/εξαιρέσεις εκπαιδευτικών στο μάθημά τους, το δε εργαστήριο πληροφορικής χρησιμοποιείται αποκλειστικά για το μάθημα της πληροφορικής. Η γενικότερη περιορισμένη αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. από τους εμπλεκόμενους στη Σχολική Μονάδα δεν διευκολύνει την εισαγωγή και εφαρμογή σχετικών καινοτομιών.

### 3. Δράσεις στο εργαστήριο

Το Γενικό Λύκειο του σχολικού συγκροτήματος διαθέτει ένα αρκετά εξοπλισμένο Σ.Ε.Φ.Ε., το οποίο χρησιμοποιείται (ελλείπει άλλου) και από το συστεγαζόμενο Γυμνάσιο. Κατά την ανάληψη των καθηκόντων των δυο πρώτων εκ των συγγραφέων ως υπευθύνων του εργαστηρίου, το εργαστήριο διέθετε τον τυπικό (πλούσιο) εξοπλισμό των παρόμοιων εργαστηρίων των Λυκείων. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας διετίας, παρελήφθη ακόμη περισσότερος εξοπλισμός, τόσο για «κλασικές» εργαστηριακές ασκήσεις, όσο και ψηφιακός εξοπλισμός. Μεταξύ άλλων, αποκτήθηκε βιντεοπροβολέας και το εργαστήριο απέκτησε πρόσβαση στο διαδίκτυο – πρόσφατα δε ευρυζωνική. Ο προϋπάρχων ηλεκτρονικός υπολογιστής αναβαθμίστηκε και προστέθηκε δεύτερος υπολογιστής καθώς και νέος εκτυπωτής, με σκοπό τη σταδιακή δημιουργία λειτουργικών θέσεων εργασίας για ομάδες μαθητών.

Με στόχο τη βέλτιστη δυνατή αξιοποίηση του εργαστηρίου, επιδιώχθηκε:

- Να χρησιμοποιείται ο χώρος του εργαστηρίου σε όσο το δυνατό περισσότερες διδακτικές ώρες, ακόμη και για την τυπική διδασκαλία μαθημάτων Φ.Ε..
- Να πραγματοποιηθούν περισσότερες από τις υποχρεωτικές εργαστηριακές ασκήσεις.
- Να αξιοποιηθεί ο επιπλέον εξοπλισμός, κυρίως ο ψηφιακός, είτε συμπληρωματικά είτε εναλλακτικά στις κλασικές δραστηριότητες, με έμφαση στις δυνατότητες που προσφέρουν οι Τ.Π.Ε..
- Να αξιοποιηθεί το εργαστήριο και σε άλλα μαθήματα, όπως η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, η Γεωγραφία, η Τεχνολογία κλπ.
- Να αξιοποιηθεί ο χώρος του εργαστηρίου για επιμορφωτικές δράσεις.
- Να συμπληρωθεί (με δαπάνες της σχολικής επιτροπής) ο υπάρχων εξοπλισμός, για την αποδοτικότερη λειτουργία του εργαστηρίου.

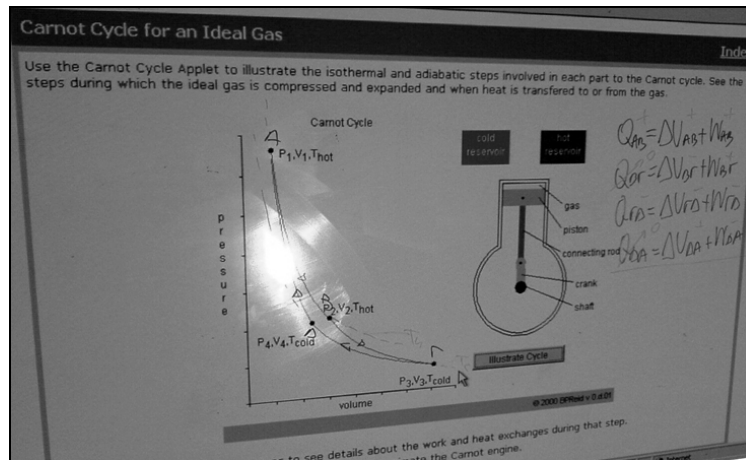


Εικόνες 1,2: Αξιοποίηση του συστήματος συγχρονικής απεικόνισης από τους μαθητές.

Στα πλαίσια του παραπάνω σχεδιασμού, το εργαστήριο χρησιμοποιείται για περισσότερες από είκοσι ώρες εβδομαδιαίως, εξυπηρετώντας (τουλάχιστον για μια ώρα ανά εβδομάδα) 7 τμήματα Γυμνασίου και 9 τμήματα Λυκείου. Οι ώρες έχουν μοιραστεί στους εκπαιδευτικούς ΠΕ04 της μονάδας, ανάλογα με τις ανάγκες τους και με τα αιτήματά τους.

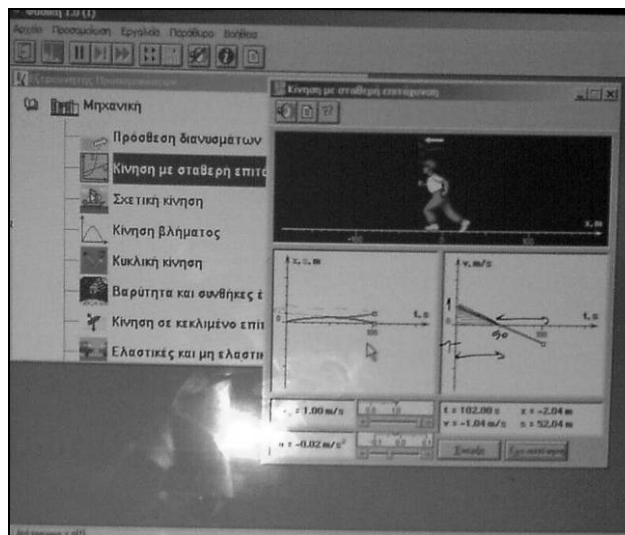
Πέραν των «κλασικών» εργαστηριακών δραστηριοτήτων, κατέστη τελικά εφικτό να δοκιμασθεί/αξιοποιηθεί μεγάλος αριθμός εκπαιδευτικών λογισμικών (εξειδικευμένων αλλά και γενικής χρήσης), καθώς και πηγών από το διαδίκτυο. Επιχειρήθηκαν δραστηριότητες εκεί όπου το κλασικό εργαστήριο δεν προσφέρονταν (πχ μικρόκοσμος, παγκόσμια έλξη, κυματική, συνθήκες έλλειψης βαρύτητας, απουσία τριβών, δυναμικές γραμμές πεδίων κλπ), με τη χρησιμοποίηση εκπαιδευτικών λογισμικών αλλά και λογισμικών γενικής χρήσης, του διαδικτύου κλπ. Επιχειρήθηκαν επίσης και συγκρίθηκαν μεταξύ τους δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν τόσο με τον κλασικό εξοπλισμό, όσο και με Τ.Π.Ε. (πχ ηλεκτρικό κύκλωμα, εκπομπή & απορρόφηση φωτός).

Αναζητήθηκε το σημείο ισορροπίας στη χρήση του κλασικού εργαστηρίου και στη χρήση των Τ.Π.Ε. και παράλληλα επιχειρήθηκαν καινοτομικές προσεγγίσεις και διδακτικές παρεμβάσεις. Επιδιώχθηκε η ενεργή συμμετοχή των μαθητών και υπήρξε ανταπόκριση από σημαντική μερίδα τους (Εικόνες 1-6).



Εικόνα 3: Συνδυάζοντας την προσομοίωση με τον πίνακα (I).

Χρησιμοποιήθηκαν πολλά από τα εγκεκριμένα λογισμικά του Υπ.Ε.Π.Θ., όπως Modellus, Interactive Physics, M.A.Θ.H.M.A., Φυσική I & II, ΣΕΠ, DB Lab κα, αλλά και λογισμικά όπως τα: Edison 3 & 4, Crocodile Clips, ChemLab, Google Earth. Αξιοποιήθηκε υλικό από τη δικτυακή πύλη του Υπ.Ε.Π.Θ e-yliko, αλλά και υλικό από δικτυακούς τόπους όπως οι phy.ntnu.edu.tw, physicsclassroom.com, upscale.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash, hyperphysics.phy-astr.gsu.edu, howstuffworks.com, energyquest.ca.gov, phet.colorado.edu κα. Επιδιώχθηκε η εργασία μέσω φύλλων εργασίας από τους μαθητές, και κυρίως, όσο ήταν εφικτό, η χρήση του εξοπλισμού από τους ίδιους τους μαθητές και όχι η διδασκαλία μέσω επίδειξης. Επιχειρήθηκαν διδακτικές παρεμβάσεις με σύγκριση και αλληλοσυμπλήρωση του κλασικού και του εικονικού εργαστηρίου καθώς και αξιολόγησή τους (Κολτσάκης & Πιερράτος, 2006α, β).



Εικόνα 4: Συνδυάζοντας την προσομοίωση με τον πίνακα (II).

Στο πλαίσιο ενδοσχολικής επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, πραγματοποιήθηκε στο χώρο του εργαστηρίου επιμορφωτική ημερίδα με θέμα την αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. στο Σ.Ε.Φ.Ε. Στην ημερίδα συμμετείχαν οι υπεύθυνοι των εργαστηρίων και εκπαιδευτικοί κλάδου ΠΕ04 των σχολείων του νομού, με την υποστήριξη του Ε.Κ.Φ.Ε. και με προσκεκλημένους ομιλητές. Διανεμήθηκε εκπαιδευτικό υλικό και λογισμικό ελεύθερης διανομής και έγινε επίδειξη εφαρμογών του. Ακολούθησε συζήτηση, ανταλλαγή εμπειριών και απόψεων, από την οποία προέκυψαν ενδιαφέροντα

και χρήσιμα συμπεράσματα. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν επίσης ερωτηματολόγια, με σκοπό την καταγραφή της ισχύουσας κατάστασης και της επικρατούσας τάσης.



Εικόνες 5,6: Μαθητές εργαζόμενοι με προσομοιώσεις.

#### 4. Αξιολόγηση δράσεων στο εργαστήριο

Η αξιολόγηση των παραπάνω δράσεων πραγματοποιήθηκε με φύλλα παρατήρησης, ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις και μέσω του μηχανισμού της ανατροφοδότησης χρησιμοποιήθηκε για τον επανασχεδιασμό των δράσεων. Συνοπτικά, επιβεβαιώνεται ότι η εμπλοκή των μαθητών σε εργαστηριακές δραστηριότητες κινητοποιεί τους μαθητές, σε πολλές δε περιπτώσεις κινητοποιεί ιδιαίτερα μαθητές με μικρή συμμετοχή στην τυπική διδασκαλία. Ακόμη περισσότερο όμως, η χρήση Τ.Π.Ε. φαίνεται να ενθουσιάζει την πλειοψηφία των μαθητών, ιδιαίτερα όσων έχουν άνεση στη χρήση των υπολογιστών.

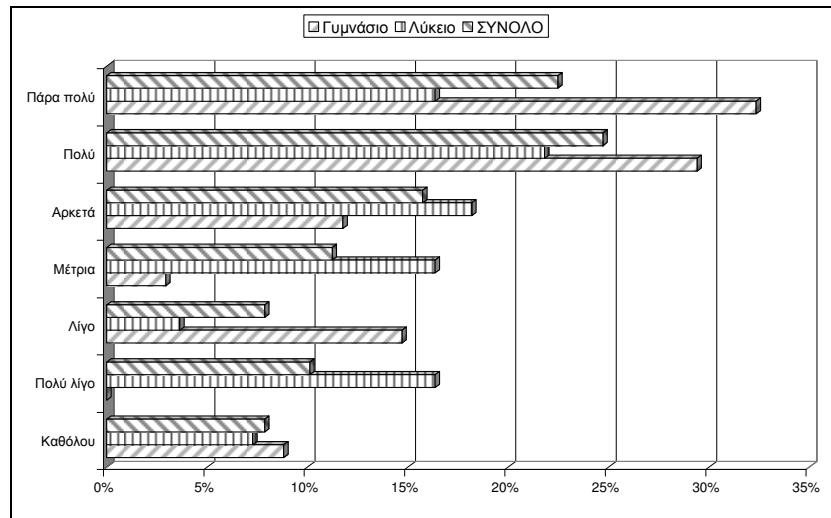
Καταλυτική αποδείχθηκε η χρήση μοντέλων και προσομοιώσεων σε περιπτώσεις όπου το κλασικό εργαστήριο είτε δεν προσφέρονταν είτε ήταν δύσκολη η χρήση του. Επιπρόσθετα, σε πολλές περιπτώσεις έγινε δυνατή η καλύτερη διαχείριση του διαθέσιμου χρόνου, καθώς ήταν εύκολη και γρήγορη η αλλαγή παραμέτρων εικονικών πειραμάτων, οι μεταβολές σε συνθήκες και περιβάλλοντα κλπ. Αυτό με τη σειρά του δημιούργησε ευνοϊκότερες συνθήκες για προβλέψεις, επιβεβαιώσεις, διαψεύσεις, γνωστικές συγκρούσεις και επαναλήψεις των πειραμάτων. Σε πολλές περιπτώσεις, επιδιώχθηκε και επιτεύχθηκε ομαλή μετάβαση (στην ίδια εργαστηριακή άσκηση) από το κλασικό εργαστήριο στο εικονικό εργαστήριο. Αυτές τις περιπτώσεις θεωρούμε ως βέλτιστες, καθώς οι μαθητές, έχοντας πραγματοποιήσει την εργαστηριακή άσκηση, περνούν πλέον σε εικονικές συνθήκες όπου, με λιγότερα απαιτούμενα υλικά και με πολλές περισσότερες διαχειρίσιμες παραμέτρους, μπορούν να επαναλάβουν ή και να τροποποιήσουν την εργαστηριακή άσκηση σε συνθήκες που το πραγματικό εργαστήριο δεν θα επέτρεπε.

Μέσα από εντατική αναζήτηση, ανευρέθηκε πληθώρα εφαρμογών στο διαδίκτυο, τόσο στην ελληνική γλώσσα, όσο και –στο μεγαλύτερο ποσοστό– στην αγγλική. Η αξιολόγησή τους πριν από κάθε πιθανή αξιοποίησή τους αποδείχθηκε ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία για τους εκπαιδευτικούς. Θα πρέπει να σημειωθεί η άνεση του συνόλου σχεδόν των μαθητών στη χρήση ξενόγλωσσων λογισμικών και εφαρμογών.

Οι δυσκολίες που παρουσιάστηκαν έχουν να κάνουν με τις αρχικές ρυθμίσεις και με τη χρήση των συσκευών, με τη συμπλήρωση του εξοπλισμού, με την έλλειψη επαρκούς αριθμού διδακτικών ωρών στο ωρολόγιο πρόγραμμα για διδασκαλία μαθημάτων Φ.Ε., με την ελλιπή επιμόρφωση των εμπλεκόμενων/συνεργαζομένων εκπαιδευτικών κλάδου ΠΕ04, με την έλλειψη τεχνικής υποστήριξης, με την όχι πάντα επαρκή –παρά την όποια καλή θέληση– υποστήριξη του κάθε υπευθύνου Ε.Κ.Φ.Ε. και σχολικού συμβούλου, με τη μη πρόβλεψη και επιταγή παρόμοιων δραστηριοτήτων από το Αναλυτικό Πρόγραμμα και τελικά με τη μη εξάπλωση (ακόμη) της παιδαγωγικής αξιοποίησης των Τ.Π.Ε..

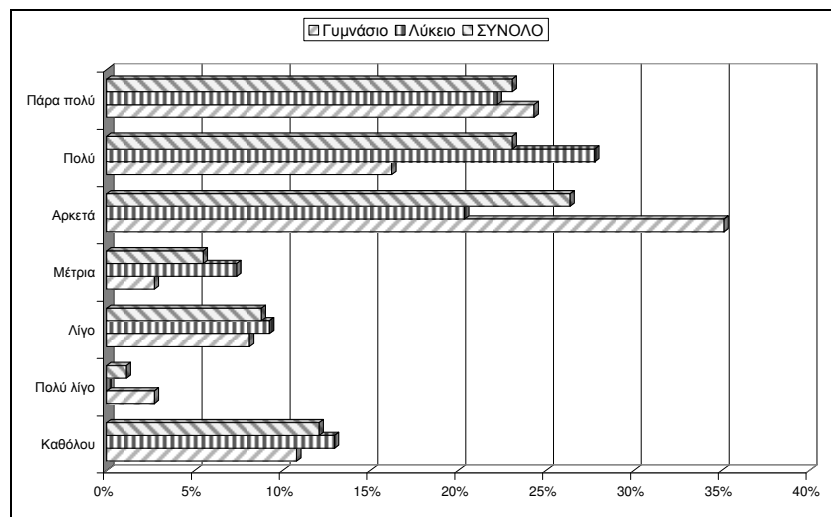
Μετά το πρώτο έτος της δράσης, όπου όλα τα τμήματα των δυο σχολείων ενεπλάκησαν σε δραστηριότητες στο εργαστήριο, επιχειρήθηκε έρευνα μέσω ερωτηματολογίων. Σκοπός ήταν να διερευνηθεί η άποψη των μαθητών για τον «καινοτομικό» τρόπο προσέγγισης των εργαστηριακών ασκήσεων. Από αυτήν προκύπτει ότι το μεγάλο ποσοστό των μαθητών (με εξαίρεση κάποιων κυρίως της θεωρητικής κατεύθυνσης) επιζητεί περισσότερο χρόνο για εργαστηριακές ασκήσεις και περισσότερη συμμετοχή του. Ενδεικτικά, στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των

απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση «Κατά τη διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών (όπως Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση), πόσο θα ήθελες να συμμετέχεις ο ίδιος ατομικά ή σε ομάδα σε εργαστηριακές δραστηριότητες στο χώρο του Σ.Ε.Φ.Ε.;».



Διάγραμμα 2: Οι μαθητές επιζητούν μεγαλύτερη εμπλοκή τους σε εργαστηριακές δραστηριότητες.

Οι μαθητές, έχοντας οι περισσότεροι εμπλακεί (αν και ο καθένας τους σε διαφορετικό βαθμό) σε σχετικές δραστηριότητες, αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα των Τ.Π.Ε. στο εργαστήριο. Ενδεικτικά, στο Διάγραμμα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση «Κατά τη διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών (όπως Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση), νομίζεις ότι μπορεί να σε βοηθήσει η χρήση εργαλείων νέων τεχνολογιών (Ν.Τ.) στο χώρο του Σ.Ε.Φ.Ε.;».

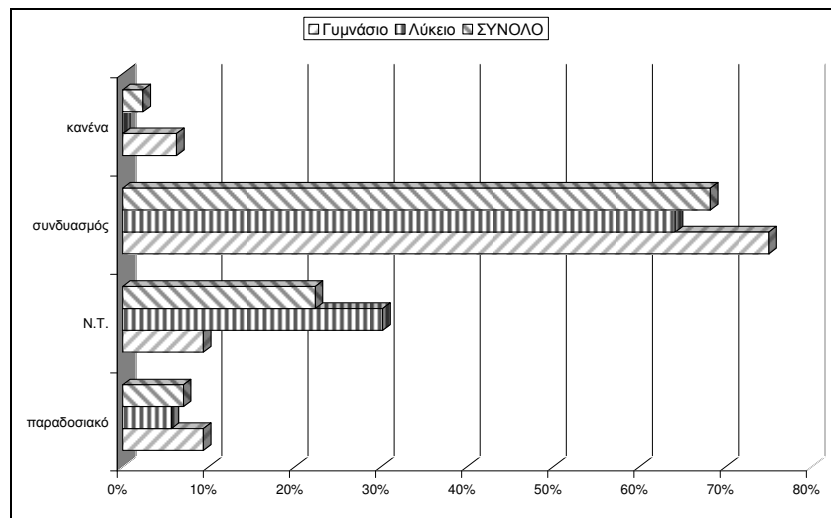


Διάγραμμα 3: Οι μαθητές πιστεύουν ότι μπορούν να βοηθηθούν από τις νέες τεχνολογίες στο Σ.Ε.Φ.Ε..

Στην ερώτηση αν επιθυμούν παραδοσιακό εργαστήριο ή εργαστήριο με νέες τεχνολογίες ή συνδυασμό των δυο, η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών απαντά πως επιθυμεί συνδυασμό του κλασικού εργαστηρίου με τις Τ.Π.Ε. (Διάγραμμα 4).

Παράλληλα, και από τις συνεντεύξεις και από τη γενικότερη συμμετοχική παρατήρηση, προκύπτει ότι μεγάλο ποσοστό των μαθητών επιθυμεί την πραγματοποίηση εργαστηριακών δραστηριοτήτων και, το σύνολο σχεδόν όσων έχουν εμπλακεί σε δραστηριότητες με Τ.Π.Ε., αναγνωρίζει την αξία και των δυο προσεγγίσεων, καθώς και την αξία του συνδυασμού τους. Μοντελοποιήσεις και προσομοιώσεις σε διδακτικές ενότητες που το κλασικό εργαστήριο δεν προσφέρονταν, βοήθησαν σε σημαντικό βαθμό. Ενδεικτικά, σε συνέντευξη, μαθητής δηλώνει:

«...μπόρεσα και κατάλαβα πράγματα που δεν μπορούσα καν να τα φανταστώ διαβάζοντας μόνο από το βιβλίο...».



Διάγραμμα 4: Οι μαθητές επιθυμούν το συνδυασμό του παραδοσιακού εργαστηρίου με τις νέες τεχνολογίες.

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα της ημερίδας που πραγματοποιήθηκε και της συζήτησης που ακολούθησε, προκύπτουν συμπεράσματα που γενικά είναι σε συμφωνία με τις εμπειρίες μας από διάφορες σχολικές μονάδες στις οποίες εργαστήκαμε. Συγκεκριμένα, υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στον εξοπλισμό των εργαστηρίων των σχολείων. Υπάρχουν σχολεία όπου τα εργαστήρια χρησιμοποιούνται ως αίθουσες διδασκαλίας – ελλείπει αιθουσών, γυμνάσια με μη εξοπλισμένα εργαστήρια, εργαστήρια χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο ή χωρίς ηλεκτρονικό υπολογιστή. Συγχρόνως, υπάρχουν εργαστήρια εξοπλισμένα, που μπορούν να αξιοποιούνται αποδοτικά. Μεγάλη διαφοροποίηση υπάρχει στο σύνολο των εκπαιδευτικών, καθώς υπάρχουν εκπαιδευτικοί υποστηρικτές μόνο του κλασικού εργαστηρίου και εκπαιδευτικοί υποστηρικτές της εισόδου των νέων τεχνολογιών. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ενώ οι περισσότεροι των εκπαιδευτικών έχουν επιμορφωθεί στη χρήση των υπολογιστών, είναι αρκετοί αυτοί που δεν είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση αυτή. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των εκπαιδευτικών ήταν ότι αναγνωρίζουν τις νέες δυνατότητες που μπορούν να επιφέρουν οι νέες τεχνολογίες στο εργαστήριο και ότι επιζητούν ουσιαστική επιμόρφωση, και μάλιστα καθένας στο μάθημα της ειδικότητάς του και, ακόμη πιο συγκεκριμένα, στα μαθήματα που ο καθένας διδάσκει την εκάστοτε χρονιά. Καταγράφηκε επίσης –λόγω των πολλών ειδικοτήτων στον κλάδο των Φ.Ε.- δυσχέρεια αρκετών εκπαιδευτικών στη χρήση λογισμικών άλλης ειδικότητας από τη δική τους.

## 5. Συμπεράσματα

Γενικά, αναδεικνύεται η δυναμική των Τ.Π.Ε. ως συμπληρωματικού (τουλάχιστον) εργαλείου και η ανάγκη –αλλά και οι πολλαπλές πλέον δυνατότητες- για ποικίλες μεθοδολογικές προσεγγίσεις στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών στο σχολικό εργαστήριο. Πιστεύουμε πως οι συνθήκες που υπήρχαν στη συγκεκριμένη υπό μελέτη περίπτωση ήταν εξαιρετικά ευνοϊκές για την πραγματοποίηση τέτοιων δραστηριοτήτων και δεν συναντώνται στην πλειοψηφία των υπόλοιπων σχολείων (ενδεικτικά αναφέρονται: ο μικρός αριθμός μαθητών ανά τάξη, η διαθεσιμότητα του εξοπλισμού, η υποστήριξη από τη διεύθυνση της σχολικής μονάδας, η διάθεση του σύγχρονου εργαστηρίου του Λυκείου και στους μαθητές του Γυμνασίου, η εξειδίκευση των υπευθύνων του εργαστηρίου κλπ). Παράλληλα όμως, πιστεύουμε ότι τέτοιες συνθήκες δεν είναι αδύνατο να δημιουργηθούν –με κεντρική οργάνωση- σε όλα τα σχολεία. Θεωρούμε πλέον απαραίτητη την ύπαρξη υπολογιστικού και προβολικού συστήματος με πρόσβαση στο διαδίκτυο σε κάθε εργαστήριο Γυμνασίου και την ύπαρξη ενός υπολογιστή (με πρόσβαση στο διαδίκτυο) σε κάθε τραπέζι εργασίας των εργαστηρίων του Λυκείου. Αξιοποιώντας τις ευνοϊκές συνθήκες της συγκεκριμένης σχολικής μονάδας, διαφαίνεται τελικά πως το κλασικό εργαστήριο μπορεί να συνυπάρξει και να αλληλοσυμπληρωθεί με τα εργαλεία των Τ.Π.Ε., με εξαιρετικά –σε πολλές περιπτώσεις- αποτελέσματα. Διαφαίνεται τελικά πως κατά τη σταδιακή



μετάβαση του μαθητή από το Γυμνάσιο στο (με τη σημερινή του μορφή) Λύκειο, τα εργαλεία των Τ.Π.Ε. θα πρέπει όλο και περισσότερο να ενσωματώνονται στις δραστηριότητές του στο χώρο του Σ.Ε.Φ.Ε.. Συγχρόνως διαπιστώνεται η ανάγκη για διαρκή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, για ουσιαστική υποστήριξη από τα Ε.Κ.Φ.Ε. και για την πρόβλεψη σχετικών δραστηριοτήτων από τα αναλυτικά προγράμματα.

### **Βιβλιογραφία**

- OECD, (2006). *Are Students Ready for a Technology-Rich World?: What PISA Studies Tell Us*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: [https://www.oecd.org/document/14/0,2340,en\\_2649\\_33723\\_36002382\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](https://www.oecd.org/document/14/0,2340,en_2649_33723_36002382_1_1_1_1,00.html) (18/1/2007).
- UNESCO, (2005). *ICT in schools – a handbook for teachers*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139028e.pdf> (18/1/2007).
- Δαπόντες, Νίκος (2001). Η κοινωνία της πληροφορίας: η εκπαιδευτική διάσταση. Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου της "Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση" - Ε.Τ.Π.Ε., 41-48.
- Δημητρακοπούλου, Α., (2003). *Διαστάσεις αξιοποίησης των Τ.Π.Ε. στην Ελληνική Εκπαίδευση: υπάρχουσα κατάσταση και ενέργειες βελτίωσης*. Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Συνεδρίου στη Σύρο – Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση, 30-41.
- Δημητριάδης, Σ., Μπάρμπας, Α., Ψύλλος, Δ., Πομπόρτσης, Α., (2004). Μετασχηματιστικές διεργασίες στο πλαίσιο Εκπαίδευσης του παραδοσιακού σχολείου κατά την εισαγωγή των Τεχνολογιών Πληροφορίας και επικοινωνιών. Πρακτικά 4<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της "Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση" – Ε.Τ.Π.Ε. (Αθήνα, 29 Σεπ. - 3 Οκτ. 2004).
- Κ.Ε.Ε., (2006). *Ερευνες*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: [http://www.kee.gr/html/research\\_main.php](http://www.kee.gr/html/research_main.php) (6/7/2006).
- Κολτσάκης, Ε., (2006). *Διερεύνηση των περιορισμών και των δυνατοτήτων μιας σχολικής μονάδας και των εκπαιδευτικών της σχετικά με την παιδαγωγική αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. – μια μελέτη περίπτωσης*. Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Παιδαγωγικής Εταιρείας Ελλάδας. Θεσσαλονίκη, 2006.
- Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ., (2006α). *Ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα με σκοπό το σχεδιασμό κατάλληλων διδακτικών παρεμβάσεων*. 3<sup>ο</sup> Συνέδριο Ε.ΔΙ.Φ.Ε., Βόλος, 2006.
- Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ., (2006β). *Σχεδιασμός διδακτικών παρεμβάσεων με βάση τις αντιλήψεις των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα*. 11<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Ε.Φ., Λάρισα 2006.
- Κονιδάρι, Ε., (2005). *Νέες Τεχνολογίες στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: Στάσεις και πεποιθήσεις των ελλήνων εκπαιδευτικών απέναντι στους Η/Υ*. Σύγχρονη Εκπαίδευση, 141, 143-156.
- ΚτΠ, (2007). Κοινωνία της Πληροφορίας. *Στοιχεία Προϊόντων Εκπαιδευτικού Λογισμικού*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: [http://www.yperth.gr/ktp/ktp\\_edu\\_soft.htm](http://www.yperth.gr/ktp/ktp_edu_soft.htm), (18/1/2007).
- Νικολοπούλου, Κ., (2002). *Χρήση Υπολογιστή στο Σπίτι από Έφηβους Μαθητές και Μαθήτριες*. 'Οι Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση', Τόμος Β', Επιμ. Α. Δημητρακοπούλου, Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Συνεδρίου ΕΤ.Π.Ε., Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος, Καστανιώτης, 315-320.
- Υπ.Ε.Π.Θ., (2007). *Τα Εργαστήρια στο Ενιαίο Λύκειο*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: [http://www.yperth.gr/el\\_ec\\_page1575.htm](http://www.yperth.gr/el_ec_page1575.htm), (18/1/2007).