



Συνεδρία 1: Πειράματα και Προσομοιώσεις στην Διδασκαλία της Φυσικής

Η Ψηφιακή Θερμοκάμερα ως Εργαστηριακό / Πειραματικό Εργαλείο της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες – Έρευνα, Πειραματισμοί, Αξιολόγηση, Συμπεράσματα, Προτάσεις

Ευαγγελία Μπούρμπουλα, Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης
Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Αθηνών, <http://micro-kosmos.uoa.gr>
linabour@gmail.com, kalkanis@primedu.uoa.gr

Περίληψη

Με ερευνητικά ερωτήματα: α) τη δυνατότητα των μετρήσεων μιας –φθηνής, προσιτής από ένα εκπαιδευτικό εργαστήριο– ψηφιακής θερμοκάμερας να είναι επαρκώς ακριβείς και στο πεδίο τιμών που απαιτείται για να χρησιμοποιηθούν σε πειραματισμούς που διενεργούνται σε εκπαιδευτικά (πανεπιστημιακά ή σχολικά) εργαστήρια φυσικών επιστημών και β) την εφικτότητα χειρισμού της από τους εκπαιδευόμενους (φοιτητές ή μαθητές), αλλά και γ) την εφικτότητα ένταξής της (μεθοδολογικά και πρακτικά) στην εκπαιδευτική διαδικασία των φυσικών επιστημών, σχεδιάσαμε, οργανώσαμε και –στη συνέχεια– αξιολογήσαμε εκπαιδευτικές διαδικασίες που διενεργήθηκαν από εκπαιδευτικούς / φοιτητές / μαθητές με τη χρήση –από τους ίδιους– της θερμοκάμερας σε επιλεγμένα πειράματα. Τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα θετικά ώστε να δικαιολογούν και προτάσεις γενίκευσης της εκπαιδευτικής αξιοποίησης της ψηφιακής θερμοκάμερας σε πάρα πολλά πειράματα, όλα όσα απαιτούν μετρήσεις θερμοκρασίας, αλλά –κυρίως– και άλλα που δεν ήταν δυνατόν να πραγματοποιούνται χωρίς της χρήση της.

Abstract

With inquiring questions of: a) the capability of measurements of - a cheap and accessible - digital infrared camera from an educational laboratory, that could be sufficiently precise and in the field of rates that are required in order to be used in experiments that are held in educational (university or school) laboratory of natural sciences and b) the feasibility of handling it from the learners (university or school students), as also g) the feasibility of her integration (methodological and practical) in the educational process of natural sciences, we planned, organized and following we evaluated the educational processes that were held from educators/university and school students with the personal use of the infrared camera in selected experiments. The results are particularly positive so as, in addition, to justify proposals of generalization of the educational use of digital infrared camera in a lot of experiments, which require measurements of temperature, but - mainly - to others that are not possible to be realized without her use.

Σκεπτικό – Ερευνητικά Ερωτήματα

Τις τελευταίες δεκαετίες, οι νέες τεχνολογίες έχουν ένα διογκούμενο ρόλο και μια πολυ-παραγοντική και ευρεία επιρροή στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες. Αυτές οι τεχνολογίες άλλαξαν τους στόχους στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών ενώ η ταχεία εξέλιξή τους απαιτεί την προετοιμασία των μαθητών μέσω της ανάληψης πολύπλοκων projects τα οποία θα συνδέουν τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας με σημαντικά θέματα των φυσικών επιστημών και την ανάπτυξη του επιστημονικού, του γλωσσικού και τεχνολογικού ενγραμματισμού (M. Linn, 2006). Ειδικότερα όσον αφορά τα φαινόμενα μεταφοράς ενέργειας/θερμότητας, οι κύριοι στόχοι που θα πρέπει να ακολουθούνται είναι η κατανόηση και η εκμάθηση από τους εκπαιδευόμενους της μεταφοράς ενέργειας/θερμότητας σε διάφορα φαινόμενα. Για την πραγματοποίηση αυτού του στόχου, η πρόσφατη πρακτική αφορούσε τη διδασκαλία των φαινομένων σε θεωρητικά μαθήματα, τα οποία συμπληρώνονταν με πειράματα στο κλασσικό εργαστήριο. (R. Cabello et al, 2006) Η κάμερα υπερέρυθρης ακτινοβολίας, ως μέσου οπτικοποίησης διαφόρων φυσικών φαινομένων στο εργαστήριο, από τους ίδιους τους εκπαιδευόμενους, θα μπορούσε να είναι ένα



χρήσιμο εργαλείο προκειμένου να ανακαλύψουν και να κατανοήσουν θεμελιώδεις αρχές ή έννοιες που αφορούν φαινόμενα μεταφοράς ενέργειας/θερμότητας. Προκειμένου να προκληθεί το ενδιαφέρον και ο ενθουσιασμός για την επιστήμη, θα πρέπει οι εκπαιδευτικοί να προετοιμάζονται κατάλληλα ώστε να είναι ικανοί να διδάξουν τις φυσικές επιστήμες. Συμπληρωματικά, δεν μπορούμε να περιμένουμε το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες να ξεκινήσει στις ύστερες τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αντί αυτού, χρειαζόμαστε δασκάλους στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση που θα απολαμβάνουν τις φυσικές επιστήμες και να αισθάνονται άνετα διδάσκοντάς τις. Για αυτό το λόγο και θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες έτσι ώστε να οι μελλοντικοί δάσκαλοι να έχουν επαρκείς γνώσεις στις φυσικές επιστήμες, προκειμένου να αισθάνονται ασφαλείς στη διδασκαλία τους, να γνωρίζουν τις κατάλληλες μεθόδους διδασκαλίας σε μαθητές της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και τέλος να αξιοποιούν κατάλληλα τα σύγχρονα μέσα στις τάξεις τους. (D. Zollman, 1994)

Τα –γενικότερα– ερευνητικά ερωτήματα τα οποία ανακύπτουν από αυτήν την πραγματικότητα και οδήγησαν σε αυτή την ερευνητική διαδικασία ήταν:

- η εισαγωγή νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση στις Φ.Ε και ειδικότερα στα πειράματα εργαστηρίου, είναι δυνατό να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση φυσικών φαινομένων;
- είναι δυνατό και σε ποιο βαθμό οι οπτικοποιήσεις φυσικών φαινομένων σε πειράματα του εργαστηρίου να συνδράμουν στην άμεση παρατήρηση και διαισθητική αντίληψη της ροής ενέργειας/θερμότητας;

- ποια είναι η πρακτική αξία τέτοιου είδους εφαρμογών σε ένα πειραματικό εργαστήριο στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας;

- σε ποιο βαθμό και με ποιο τρόπο θα μπορούσε να ενταχθεί η χρήση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία τόσο στην τριτοβάθμια/δευτεροβάθμια αλλά και στην ύστερη πρωτοβάθμια εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες;

Οι –γενικότεροι– ερευνητικοί στόχοι ήταν αντίστοιχα:

- η μελέτη της αναγκαιότητας και χρησιμότητας της θερμοκάμερας ως εργαλείο κατανόησης των φυσικών φαινομένων που αφορούν τη ροή ενέργειας/θερμότητας.

- η δυνατότητα ένταξης της χρήσης της ως εκπαιδευτικού εργαλείου στα βήματα της επιστημονικής εκπαιδευτικής μεθοδολογίας (έναυσμα, υπόθεση, πειραματισμός, συμπεράσματα / πρότυπα).

Η Ιδέα

Στο πλαίσιο των παραπάνω γενικών ερευνητικών ερωτημάτων και στόχων, αποφασίσαμε τη σχεδίαση / διενέργεια μιας ερευνητικής διαδικασίας για τη δοκιμή της θερμοκάμερας ως μέσου οπτικοποίησης φυσικών φαινομένων σε πειράματα του εργαστηρίου φυσικών επιστημών, την ένταξή της στην επιστημονική / εκπαιδευτική μεθοδολογία με διερεύνηση (Καλκάνης, 2007) κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας και την αξιολόγηση της ως εκπαιδευτικού εργαλείου. Η συγκεκριμένη διαδικασία είχε ως αντικείμενο θεματικές των φυσικών επιστημών που αφορούσαν τη ροή ενέργειας/θερμότητας, και ειδικότερα τα αντίστοιχα πειράματα που πραγματοποιούνται στο εργαστήριο φυσικών επιστημών.

Η μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε κατά την ερευνητική διαδικασία (ή ερευνητική μεθοδολογία) περιγράφεται στη συνέχεια.

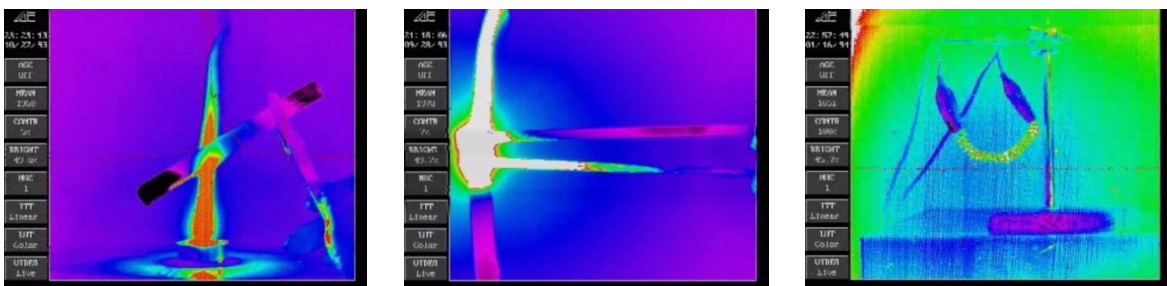
Η Εφαρμογή

Η έρευνα ήταν ενδεικτική με κύριο στόχο την αξιολόγηση του εργαλείου από τους φοιτητές τόσο ως μέσο κατανόησης των φυσικών φαινομένων από τους μελλοντικούς και υφιστάμενους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας. Στόχος επίσης της έρευνας ήταν η σύνταξη από μέρους του συμμετεχόντων φύλλου εργασίας σύμφωνα με το επιστημονικό μοντέλο, το οποίο θα περιελάμβανε τη χρήση της θερμοκάμερας, με επιλογή της θεματικής από τους ίδιους. Πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του



Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών κατά το ακαδημαϊκό έτος 2011-2012. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 39 φοιτητές (4 τριτοετείς προπτυχιακοί και 19 μεταπτυχιακοί του συγκεκριμένου τμήματος, 14 φοιτητές του Τμήματος Φυσικής ΕΚΠΑ και 2 επιμορφούμενοι δάσκαλοι του Μαράσλειου Διδασκαλείου). Η επιλογή/αξιολόγηση του δείγματος των φοιτητών θεωρείται επιτυχής για τη γενίκευση των αποτελεσμάτων της έρευνας σε μαθητές και φοιτητές γιατί όλοι είχαν ολοκληρώσει τον θεωρητικό και πρακτικό (πειραματικά εργαστήρια) κύκλο των αντίστοιχων σπουδών και είχαν τόσο τη δυνατότητα να παραγάγουν φύλλα εργασιών για την ύστερη πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση με βάση το επιστημονικό μοντέλο όσο και να αξιολογήσουν το εκπαιδευτικό εργαλείο. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια:

- **1^ο Στάδιο** - Βιντεοσκόπηση Πειραμάτων. Με βάση τις θεματικές που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα σπουδών του Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών (Καλκάνης, 2010), Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος, έγινε η εξής επιλογή πειραμάτων προς βιντεοσκόπηση τους με θερμοκάμερες (συνολικά 46 λήψεις με θερμοκάμερες Amber Radiance 1 και Flir SC325, που πραγματοποιήθηκαν στον Τομέα Αντοχής Υλικών, της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου): Θερμικά Αποτελέσματα του Ηλεκτρικού Ρεύματος, Ηλεκτρομαγνητικό Κουδούνι, Ηλεκτρομαγνητικοί Κινητήρες, Θέρμανση/Ψύξη των Σωμάτων, Θερμική Ισορροπία, Διάδοση Θερμότητας με Αγωγή, Θερμική Αγωγιμότητα των Μετάλλων και Νερού, Μεταφορά Θερμότητας με Ρεύματα στα Υγρά και τα Αέρια, Θερμικά Ρεύματα στα Υγρά και τα Αέρια, Διάδοση /Απορρόφηση/Ανάκλαση Θερμότητας με Ακτινοβολία, Θερμική Γραμμική/Κυβική Διαστολή και Συστολή των Στερεών, Θερμική Διαστολή και Συστολή των Υγρών και Αερίων, Ψύξη κατά την Εξάτμιση, Δυνάμεις Τριβής μεταξύ Στερεών Σωμάτων.

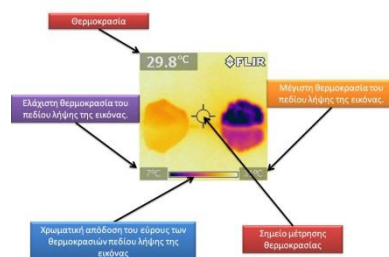


Εικόνα 1: Στιγμιότυπα από τη λήψη βίντεο των επιλεγμένων πειραμάτων του εργαστηρίου

- **2^ο Στάδιο** - Εξοπλισμός του Εργαστηρίου με Θερμοκάμερα. Το Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος εξοπλίστηκε με θερμοκάμερα Flir i5. Η θερμοκάμερα αυτή έχει τη δυνατότητα λήψης φωτογραφιών υψηλής ευκρίνειας. Διαθέτει ενσωματωμένη οθόνη, μέσω της οποίας ο χειριστής έχει τη δυνατότητα εκτός από τη λήψη φωτογραφιών, να βλέπει άμεσα το περιβάλλον λήψης και την εξέλιξη των φαινομένων. Η συγκεκριμένη θερμοκάμερα δεν έχει τη δυνατότητα λήψης βίντεο.



Εικόνα 2: Θερμοκάμερα Flir i5



Εικόνα 3: Οθόνη Θερμοκάμερας Flir i5

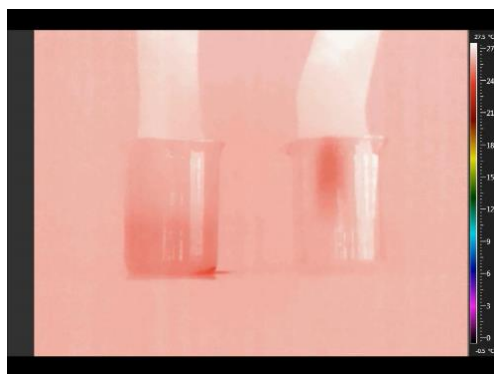
- **3^ο Στάδιο** - Διεξαγωγή της έρευνας. Η διεξαγωγή της έρευνας πραγματοποιήθηκε με βάση το επιστημονικό μοντέλο (Καλκάνης, 2007), ζητήθηκε από τους φοιτητές η δημιουργία φύλλου εργασίας και η αξιολόγηση του εργαλείου. Αρχικά έγινε εισήγηση με στόχο την παροχή πληροφοριών για τη φύση της υπερέυθρης ακτινοβολίας, τη θερμοκάμερα ως συσκευή τις δυνατότητές και τις εφαρμογές της, τις θεματικές και τα πειράματα που βιντεοσκοπήθηκαν και το επιστημονικό μοντέλο. Τα πειράματα που επιλέχθηκαν ως αντιπροσωπευτικά προς προβολή ήταν: Μετάδοση θερμότητας με αγωγή, Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία, Μετάδοση θερμότητας με ρεύματα, Θερμική Αγωγιμότητα νερού, Διαστολή αερίων και υγρών, Γραμμική και Κυβική Διαστολή, Εξάτμιση, Θερμικά αποτελέσματα Ηλεκτρικού ρεύματος, λειτουργίας Κινητήρα και Κουδουνιού, Θερμικά Αποτελέσματα Τριβής. Η εφαρμογή των βημάτων της επιστημονικής διαδικασίας με διερεύνηση στην ίδια την ερευνητική διαδικασία, έγινε ως εξής:

- Έναυσμα ενδιαφέροντος. Δόθηκε η θερμοκάμερα στους φοιτητές και τους ζητήθηκε να παρατηρήσουν και να συγκρίνουν τα θερμικά αποτυπώματα του χώρου του εργαστηρίου σε σχέση με αυτό που έβλεπαν. Ακολούθησε η λήψη φωτογραφιών του χώρου. Προκειμένου να κατανοήσουν τόσο τις δυνατότητες του εργαλείου όσο και την έννοια του θερμικού αποτυπώματος, έγινε λήψη θερμοκρασίας και φωτογραφιών της επιφάνειας ενός γραφείου από μελαμίνη, ενός χεριού και του θερμικού αποτυπώματος του χεριού πάνω στην επιφάνεια του γραφείου μετά την απομάκρυνσή του.

- Διατύπωση Υποθέσεων. Με εισήγηση/παρουσίαση, έγινε προσπάθεια οι φοιτητές (προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί) και οι δάσκαλοι να κατανοήσουν τις ιδιότητες και τη χρήση της θερμοκάμερας. Η παρουσίαση αφορούσε την αποσαφήνιση των όρων ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, υπερέυθρη ακτινοβολία, θερμογραφία, θερμοκάμερα, επιστημονικό μοντέλο ως εκπαιδευτική διαδικασία στις Φυσικές Επιστήμες. Επίσης παρουσιάστηκαν και οι λήψεις των επιλεγμένων πειραμάτων του Εργαστηρίου.

- **Πειραματισμός.** Έγιναν δύο διαφορετικά πειράματα, με συμμετοχή των ίδιων των φοιτητών. Το 1^ο πείραμα αφορούσε στην εξάτμιση δύο υγρών νερού και βενζίνης και τις διαφορές θερμοκρασίας κατά τη μετατροπή τους από υγρό σε αέριο σε σχέση με το χρόνο. Για το πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκαν 2 δοχεία ζέσεως, 2 λωρίδες φωτοτυπικού χαρτιού, 50 ml βενζίνη και 50 ml νερό. Πριν από την όλη διαδικασία έγιναν θερμομετρήσεις μέσω της θερμοκάμερας όλων των υλικών (δοχεία ζέσεως, υγρά, χαρτί), έτσι ώστε να επιβεβαιωθεί ότι όλα είχαν περίπου την ίδια θερμοκρασία δωματίου($\pm 0,5$ °C).

Αμέσως μετά βυθίσαμε το φωτοτυπικό χαρτί σε κάθε δοχείο για 5 δευτερόλεπτα και τα αποσύραμε και παρατηρήσαμε τις διαφορές θερμοκρασίας των δύο χαρτιών, σε χρόνο 20 δευτερολέπτων. Την όλη διαδικασία την παρακολουθούσαν οι φοιτητές/δάσκαλοι μέσα από την οθόνη της θερμοκάμερας.



Εικόνα 4: Πριν τον εμποτισμό

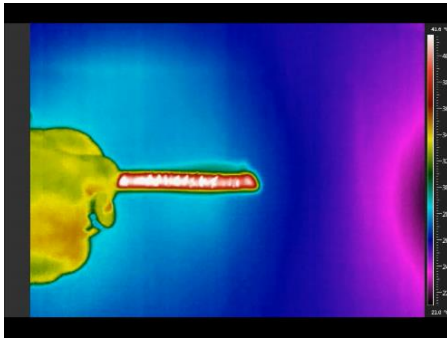


Εικόνα 5: Μετά τον εμποτισμό

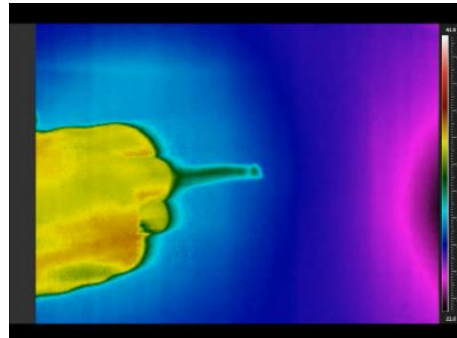
1^ο Πείραμα -Εξάτμιση νερού και βενζίνης



Το 2^ο Πείραμα αφορούσε στις θερμικές επιπτώσεις της τριβής και την εξάρτησή της από το υλικό. Για το πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκαν μια επιφάνεια από μελαμίνη, γόμα, σαπούνι υγρού πιάτων. Αφού έγινε η θερμομέτρηση μέσω της θερμοκάμερας για να διαπιστώσουμε ότι όλα τα υλικά βρίσκονται περίπου στην ίδια θερμοκρασία δωματίου ($\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$), τρίψαμε τη γόμα 10 φορές σε ευθεία γραμμή κατευθείαν στην επιφάνεια. Επαναλάβαμε το ίδιο (αφού τα υλικά είχαν επανέλθει στη θερμοκρασία δωματίου), αλλά αυτή τη φορά με τη επάλειψη της επιφάνειας με μικρή ποσότητα υγρού σαπουνιού. Την όλη διαδικασία την παρακολουθούσαν οι φοιτητές/δάσκαλοι μέσα από την οθόνη της θερμοκάμερας.



Εικόνα 6: Τριβή απευθείας στην επιφάνεια



Εικόνα 7: Τριβή αφού έχει απλωθεί σαπούνι

2^ο Πείραμα Τριβή -Εξάρτηση από υλικό

Με την ολοκλήρωση και των δύο πειραμάτων έγινε προφορική διατύπωση των παρατηρήσεων και σχολιασμός τους. Ακολούθησε συζήτηση με σχόλια και παρατηρήσεις για την ίδια τη χρήση της θερμοκάμερας στα πειράματα.

- Διατύπωση Θεωρίας. Αφού συζητήσαμε τα αποτελέσματα των πειραμάτων και καταλήξαμε στα ανάλογα συμπεράσματα, ζητήθηκε από τους φοιτητές να δημιουργήσουν ένα φύλλο εργασίας για την ύστερη πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση κατά περίπτωση, στο οποίο θα έπρεπε να χρησιμοποιηθεί η θερμοκάμερα σε οποιοδήποτε στάδιο του επιστημονικού μοντέλου έκριναν. Η επιλογή της θεματικής και του πειράματος ήταν ελεύθερη και προς τούτο τους δόθηκε πλήρης κατάλογος των πειραμάτων του εργαστηρίου αλλά και ηλεκτρονική πρόσβαση στα βιβλία των Φυσικών επιστημών. (ΟΕΔΒ, 2010)

- Γενίκευση. Δόθηκε στους ερωτηθέντες Φύλλο Αξιολόγησης, όπου ζητήθηκε να απαντήσουν σε 9 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

Η Αξιολόγηση

Όπως ήδη αναφέρθηκε η έρευνα είχε δύο βασικούς άξονες, ο πρώτος αφορούσε τη χρήση και ένταξη της θερμοκάμερας ως εκπαιδευτικού εργαλείου και ο δεύτερος την αξιολόγησή της. Ενδεικτικά με βάση τις απαντήσεις που δόθηκαν από τους ερωτηθέντες, υπήρξαν τα παρακάτω αποτελέσματα: Οι ερωτηθέντες ενέταξαν τη χρήση της θερμοκάμερας ή βίντεο/φωτογραφίες από θερμοκάμερα σε ποσοστό 100% στον στάδιο του πειραματισμού, 50% στο έναυσμα και 30% στη γενίκευση. Οι ενότητες και τα πειράματα τα οποία επέλεξαν να εντάξουν τη χρήση του εργαλείου ήταν:

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ /ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ
Θερμικά και Φωτεινά Αποτελέσματα του Ηλεκτρικού Ρεύματος
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ – ΟΠΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ
Ευθύγραμμη Διάδοση του Φωτός

ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Διάδοση Θερμότητας με Αγωγή
 Θερμική Αγωγιμότητα των Μετάλλων
 Θερμική Αγωγιμότητα του Νερού
 Θερμική Αγωγιμότητα του Αέρα
 Διάδοση – Απορρόφηση – Ανάκλαση Θερμότητας με
 Θερμικά Ρεύματα στα Υγρά
 Θέρμανση / Ψύξη των Σωμάτων – Θερμική Ισορροπία
 Θερμικά Ρεύματα στα Αέρια – Μεταφορά Θερμότητας με

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

Θερμομόνωση Υλικών
 Θερμική Γραμμική Διαστολή και Συστολή των Στερεών
 Θερμική Διαστολή και Συστολή των Υγρών
 Θερμική Διαστολή και Συστολή των Αερίων

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

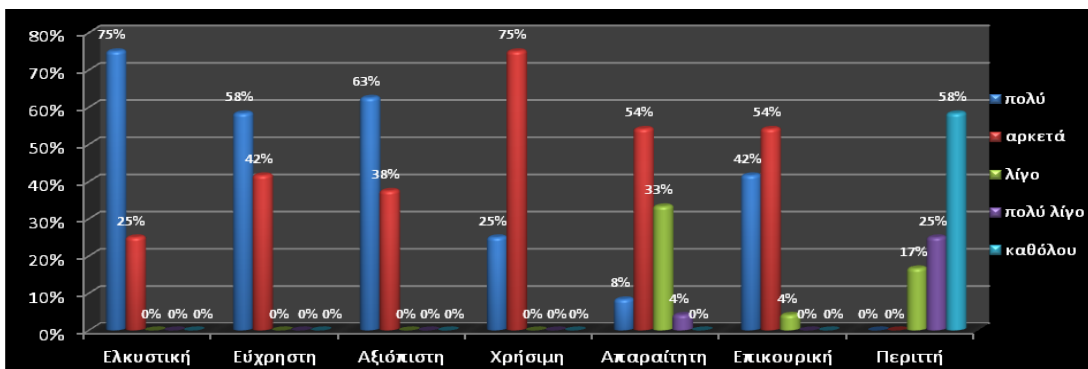
Τήξη Στερεών σε Υγρά
 Εξαέρωση Υγρών με Βρασμό
 Εξαέρωση Υγρών με Εξάτμιση
 Εξαέρωση Υγρών με Βρασμό

ΕΚΤΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

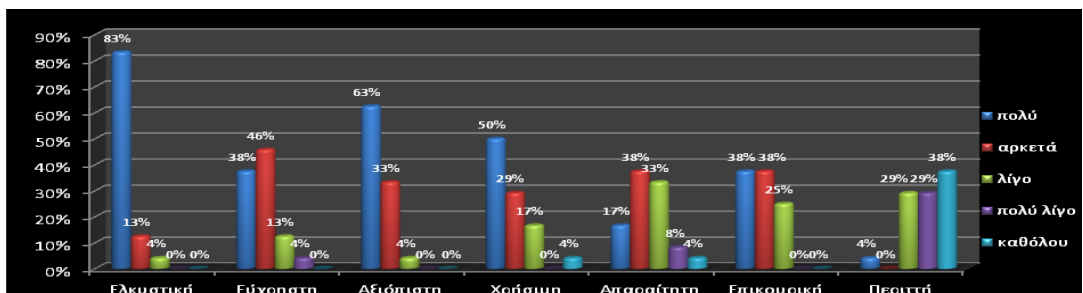
Θερμικά αποτελέσματα ηλιακού φωτός
 Συσχετισμός θερμικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων της ύλης
 Ελεύθερη Πτώση
 Μηχανικές Ταλαντώσεις

Όσον αφορά την αξιολόγησή της ως εκπαιδευτικού εργαλείου, ενδεικτικά υπήρξαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Η Θερμοκάμερα ως εργαλείο κατανόησης Φυσικών Φαινομένων σε Πειράματα του Εργαστηρίου



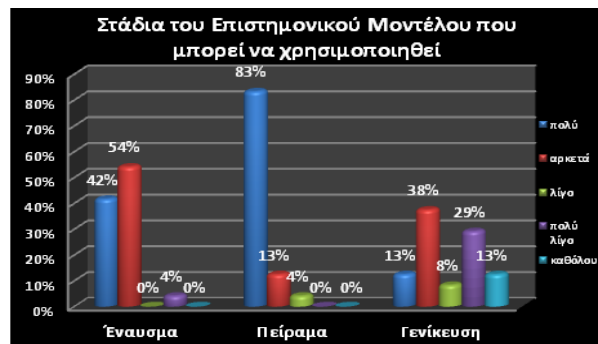
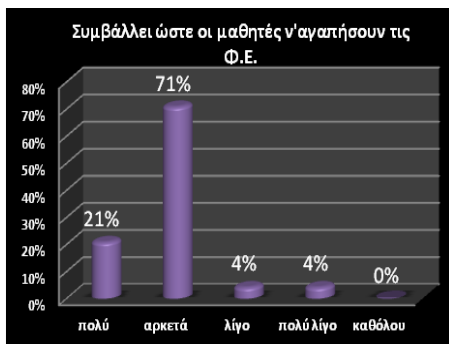
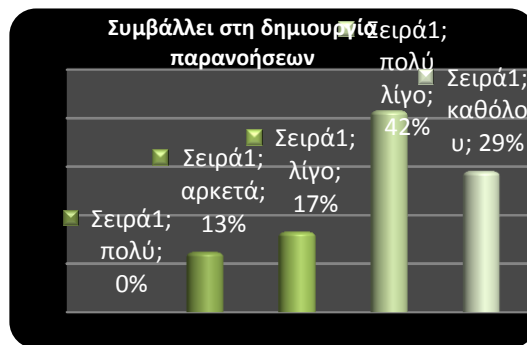
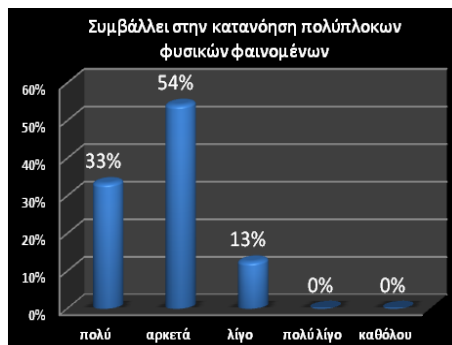
Η Θερμοκάμερα ως εργαλείο κατανόησης φαινομένων ροής θερμότητας στην Α/θμια & Β/θμια Εκπ/ση





Με βάση τα παραπάνω διαγράμματα η θερμοκάμερα ως εργαλείο κατανόησης Φυσικών Φαινομένων σε Πειράματα του Εργαστηρίου, θεωρείται πολύ ελκυστική (75%), εύχρηστη (58%), αξιόπιστη (63%) και χρήσιμη (50%). Αρκετά απαραίτητη (38%). Επικουρική πολύ (38%) και αρκετά (38%). Ενώ το 58% θεώρησε ότι δεν είναι καθόλου περιττή.

Ως εργαλείο κατανόησης φαινομένων ροής θερμότητας στην Α/θμια & Β/θμια Εκπ/ση, θεωρείται πολύ ελκυστική (83%), αξιόπιστη (63%) και χρήσιμη (50%). Αρκετά εύχρηστη (46%) και απαραίτητη (38%). Ενώ το 38% θεώρησε ότι δεν είναι καθόλου περιττή.



Με βάση τα παραπάνω διαγράμματα το 54% των ερωτηθέντων θεώρησε ότι η θερμοκάμερα συμβάλλει αρκετά στην κατανόηση πολύπλοκων φυσικών φαινομένων, το 42% ότι συμβάλλει πολύ λίγο στη δημιουργία παρανοήσεων, ενώ το 71% θεώρησε ότι βοηθάει αρκετά ώστε οι μαθητές να αγαπήσουν τις φυσικές επιστήμες. Τέλος το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (83%) θεώρησε ότι η θερμοκάμερα, με βάση το επιστημονικό μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερο στο στάδιο του πειραματισμού.

Συμπεράσματα -Προτάσεις

Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι η θερμοκάμερα είναι σε κάθε περίπτωση ένα χρήσιμο εργαλείο για την κατανόηση φυσικών φαινομένων, κυρίως μέσω πειραμάτων. Μεγάλο ποσοστό των ερωτηθέντων θεώρησε απαραίτητη τη ένταξή στις πειραματικές ασκήσεις και έκρινε ότι η χρήση της είναι απλή και εύκολη. Οι ερωτηθέντες απάντησαν σε μεγάλο ποσοστό ότι η θερμοκάμερα ή και εικόνες/βίντεο αυτής, θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών σε μαθητές της Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης. Δεν θεώρησαν όμως την ένταξή της απαραίτητη. Μπόρεσαν και ενσωμάτωσαν με μεγάλη ευκολία το εργαλείο στην εκπόνηση των φύλλων εργασίας με βάση το επιστημονικό μοντέλο, σε θεματικές που είχαν να κάνουν περισσότερο όπου η ροή θερμότητας ήταν προφανής (μετάδοση θερμότητας με αγωγή, ρεύματα, θερμικά αποτελέσματα ηλεκτρικού ρεύματος) και λιγότερο σε φαινόμενα όπου η ροή θερμότητας δεν γίνεται άμεσα αντιληπτή (τριβή). Όσον αφορά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με βάση το επιστημονικό μοντέλο, οι ερωτηθέντες θεώρησαν ότι η θερμοκάμερα θα ήταν πιο χρήσιμη στο στάδιο του πειραματισμού. Γενικότερα, η εισαγωγή της Θερμοκάμερας στο



Εκπαιδευτικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, παρέχει ένα δυνατό εργαλείο στον εκπαιδευόμενο και τον εκπαιδευτή, για την άμεση και ακριβή μέτρηση θερμοκρασιών, την κατανόηση των αρχών της ροής θερμότητα/ενέργειας, και εν γένει τη μελέτη των φυσικών φαινομένων. Η γενικότερη συμπεριφορά φοιτητών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, δείχνει ξεκάθαρα το ενδιαφέρον τους για το εργαλείο. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες στην έρευνα χειρίστηκαν χωρίς καμία δυσκολία τη θερμοκάμερα στον περιβάλλοντα χώρο και κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, αντιλαμβανόμενοι άμεσα το νόημα αυτών που έβλεπαν στην οθόνη. Συμπερασματικά η χρήση της θερμοκάμερας βοηθά στην άμεση ποσοτική/ποιοτική αξιολόγηση και κατανόηση των φυσικών φαινομένων μιας και αποτελεί ένα προσιτό και φθηνό εργαλείο στο εκπαιδευτικό εργαστήριο και διευκολύνει σε πρακτικό επίπεδο τις διαδικασίες των πειραμάτων με την άμεση οπτικοποίησή τους, αλλά και τις μετρήσεις θερμοκρασιών. Η υπερέρυθρη θερμογραφία στα χέρια του εκπαιδευόμενου θα μπορούσε να είναι ένα πρακτικό ερευνητικό εργαλείο στην οπτικοποίηση φαινομένων, το οποίο παρέχει γρήγορη αξιολόγηση με την παρουσίαση πολύ ευδιάκριτων εικόνων.

Βιβλιογραφία

Καλκάνης, Γ.Θ. (2007), Πρωτοβάθμια εκπαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ, Ι. οι Θεωρίες, ΙΙ. τα Φαινόμενα, Αθήνα

Καλκάνης, Γ. Θ., (2010) ΕκΠαιδευτικό ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Φυσικών Επιστημών, ΕκΠαιδευτικές ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ και οι Εφαρμογές τους, Ι. το Εργαστήριο, ΙΙ. οι Τεχνολογίες, Αθήνα

Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, (2006) ΦΥΣΙΚΑ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ - Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Ε' και ΣΤ' Δημοτικού, βιβλίο για το μαθητή, τετράδιο εργασιών, βιβλίο για το δάσκαλο, Αθήνα

Zollman Dean, (1994) Preparing future science teachers: the physics component of a new programme, Phys. Educ. Vol. 29. P.271

Cabello R., Navarro-Esbrià J., Llopis R., (2006) Infrared Thermography as a Useful Tool to Improve Learning in Heat Transfer Related Subjects, Int. J. Engng Ed. Vol. 22, No. 2, pp. 373±380, 2006, TEMPUS Publications

Marcia Linn, (2003) Technology and science education: Starting points, research programs, and trends, International Journal of Science Education, Vol. 25, No 6., pp. 727-758

<http://micro-kosmos.uoa.gr>