



Σύγκριση πειραματικής και παραδοσιακής διδασκαλίας των φαινομένων ανάκλασης και διάθλασης του φωτός σε μαθητές Β΄ Γυμνασίου

Παππάς Χ., Καμαράτος Μ., Κώτσης Κ.

Καθηγητής Γενικού Λυκείου Άνω Καλεντίνης Άρτας. crappas@cc.uoi.gr
Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Φυσικής Παν. Ιωαννίνων.mkamarat@cc.uoi.gr
Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε., Παν. Ιωαννίνων. kkotsis@cc.uoi.gr

Η μελέτη αυτή στοχεύει στη σύγκριση της διδασκαλίας της Φυσικής όταν γίνεται με τη βοήθεια του πειράματος σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία στον πίνακα. Εξετάζει την επίδραση του πειράματος στην απόδοση των μαθητών αμέσως μετά τη διδασκαλία και σε βάθος χρόνου. Εφαρμόστηκε σε μαθητές Β΄ Γυμνασίου με θέμα διδασκαλίας «Ανάκλαση και Διάθλαση του Φωτός». Το δείγμα της έρευνας ήταν 372 μαθητές από αστικές και ημιαστικές περιοχές της Ηπείρου. Από αυτούς οι 202 διδάχτηκαν πειραματικά εκτελώντας οι ίδιοι πειράματα, ενώ οι υπόλοιποι 170 διδάχτηκαν παραδοσιακά. Η επίδραση του τρόπου διδασκαλίας εξετάστηκε με τη χρήση ερωτηματολογίου. Τα ερωτηματολόγια απαντήθηκαν από τους μαθητές στο επόμενο μάθημα από τη διδασκαλία του αντικειμένου καθώς και μετά από δυο μήνες. Επίσης δόθηκαν τα ίδια ερωτηματολόγια και μετά από έξι μήνες σε δύο τμήματα μαθητών. Η έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές, που διδάχθηκαν το αντικείμενο μέσω πειραματικών δραστηριοτήτων, αποτύπωσαν καλύτερα τις σωστές έννοιες. Αξιοσημείωτο είναι ότι με την πειραματική διδασκαλία η γνώση αφομοιώνεται καλύτερα από τους μαθητές και κυρίως εξακολουθεί να υφίσταται για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Εισαγωγή

Η Φυσική είναι η πρώτη επιστήμη που χρησιμοποίησε το πείραμα για τον έλεγχο των υποθέσεων και των θεωριών της. Η σημασία της εργαστηριακής εκπαίδευσης στο μάθημα της Φυσικής σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης είναι σημαντική (Κόκκοτας Π. & Βλάχος Ι. 1999, Κουμαράς 2002). Για το λόγο αυτό γίνονται συνεχείς προσπάθειες για τη γενίκευση και τη βελτίωση της εργαστηριακής άσκησης τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η πρόοδος της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στη μείωση του κόστους και τη βελτίωση των πειραματικών συσκευών. Έτσι, οι μετρήσεις έχουν μικρότερα σφάλματα και τα όργανα μέτρησης είναι πιο εύχρηστα. Αυτό κάνει επιτακτική τη συνεχή αναδόμηση των εργαστηριακών ασκήσεων (Σολωμονίδου 2001 και 2006).

Από την άλλη μεριά, κάποιοι ερευνητές αμφισβητούν την άποψη, ότι η εργαστηριακή πρακτική είναι η καρδιά της διαδικασίας μάθησης των Φυσικών Επιστημών. Οι Κουλαϊδής και Ogborn στέκονται κριτικά απέναντι στην επιμονή ορισμένων για διδασκαλία βασισμένη στην υπερεκμετάλλευση του πειράματος [Κουλαϊδής & Ogborn 1994].

Η παιδαγωγική αξία του πειράματος στην διδασκαλία της φυσικής είναι από χρόνια γνωστή [Woolnough & Allsop 1985]. Στην Ελλάδα το θέμα έχει απασχολήσει αρκετούς ερευνητές, οι οποίοι προτείνουν πλέον της δεκαπενταετίας, την εκτέλεση πειραμάτων στην εκπαιδευτική διαδικασία [Καριώτογλου & Κολλιόπουλος 1993, Κουμαράς κ.ά. 1992]. Στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην χώρας μας λίγες σύγχρονες έρευνες έχουν γίνει για την επίδραση στην μάθηση με την εκτέλεση πειραμάτων [Κοντοδήμος 2006].

Σήμερα στη χώρα μας κυρίως η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών βρίσκει έδαφος για να αναπτυχθεί μέσα στους κόλπους των Παιδαγωγικών Τμημάτων, με κύριο προσανατολισμό την έρευνα αναφορικά με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο.

Σύμφωνα με έρευνα της Χαλκιά οι Έλληνες εκπαιδευτικοί πολύ σπάνια κάνουν χρήση πειραμάτων [Χαλκιά 1999α και 1999β]. Πολλοί εκπαιδευτικοί εκδηλώνουν ένα φόβο απέναντι στα όργανα και στις συσκευές της Φυσικής [Κώτσης 2005]. Πολλοί από αυτούς έχουν μια μη οργανωμένη, μη επεξεργασμένη αντίληψη για το ρόλο του πειράματος στην εκπαιδευτική πρακτική του μαθήματος. Αρκετοί θεωρούν το πείραμα ως μια περιττή πολυτέλεια που απαιτεί σημαντικό κόπο και χρόνο από τους ίδιους, χωρίς να συνεισφέρει στην ουσιαστική κατανόηση των εννοιών της Φυσικής.

Πρόσφατα έχει μελετηθεί η επίδραση της διδασκαλίας μέσω του πειράματος, σε σύγκριση με τη παραδοσιακή διδασκαλία, στη μετάδοση και διατήρηση της γνώσης σε βάθος χρόνου σε μαθητές Λυκείου [Κοντοδήμος 2006]. Από τη μελέτη αυτή προέκυψε ότι η μετάδοση και πολύ περισσότερο η διατήρηση της γνώσης είναι καλύτερη όταν η διδασκαλία υποβοηθείται με το πείραμα. Όμως, η εργασία αυτή έγινε σε ένα μικρό δείγμα μαθητών και η πειραματική διδασκαλία έγινε πάνω σε θέματα μόνο της μηχανικής και συγκεκριμένα σε προβλήματα κίνησης. Για να μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα η έρευνα αυτή πρέπει να συνεχιστεί και σε άλλους τομείς της Φυσικής, όπως και σε διαφορετικά επίπεδα μάθησης.

Η έρευνα

Στην εργασία αυτή μελετάται η επίδραση του πειράματος στην απόκτηση και τη διατήρηση της γνώσης σε θέματα που σχετίζονται με την ανάκλαση και τη διάθλαση του φωτός σε μαθητές Γυμνασίου.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το 2007 (Μάρτιο ως Σεπτέμβριο) σε ένα δείγμα 372 μαθητών από αστικές και αγροτικές περιοχές των Νομών Ιωαννίνων και Άρτας, με τη χρήση ερωτηματολογίου. Το δείγμα χωρίστηκε σε δύο τμήματα στο ένα από τα οποία έγινε παραδοσιακή διδασκαλία (διάλεξη) των φαινομένων ανάκλασης και διάθλασης του φωτός, ενώ στο άλλο η διδασκαλία έγινε με τη βοήθεια του πειράματος. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν από τους ίδιους τους μαθητές οι οποίοι χωρίστηκαν σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων (δύο συνεχόμενα θρανία). Δεν χρησιμοποιήθηκε η πειραματική διάταξη που προτείνονταν από τον εργαστηριακό οδηγό αλλά διαφορετική η οποία έδινε την δυνατότητα για εύκολη παρατήρηση τόσο της ανακλώμενης όσο και της διαθλώμενης ακτίνας, καθώς και την εύκολη καταγραφή των αντίστοιχων γωνιών. Η πειραματική διάταξη που χρησιμοποιήθηκε (περιγράφεται στο φύλλο εργασίας στο παράρτημα) αποτελείται από ένα απλό Laser του εμπορίου και ένα ημικυκλικό διαφανές πλακίδιο πάχους περίπου 1.6 cm. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από τους μαθητές αμέσως μετά τη διδασκαλία, μετά από δύο μήνες ενώ σε δύο τμήματα μαθητών το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε και μετά από έξι μήνες. Στο παράρτημα στο τέλος της εργασίας περιλαμβάνονται το φύλλο εργασίας καθώς και το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές. Σημειώνεται ότι σήμερα (2009) το σχολικό βιβλίο και ύλη της β' γυμνασίου έχει αλλάξει και δεν διδάσκεται ποια η οπτική σε αυτή την τάξη. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το πρόγραμμα SPSS 14.0 για Windows στο οποίο καταχωρήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών από όλα τα ερωτηματολόγια και στη συνέχεια έγινε η επεξεργασία των δεδομένων και ο υπολογισμός των συχνοτήτων και των ποσοστών των έγκυρων απαντήσεων.

Αποτελέσματα

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές αποτελείται από δεκαπέντε ερωτήσεις. Οι πρώτες πέντε εξέταζαν την στάση του γνωστικού αντικείμενου της φυσικής και του πειράματος στους μαθητές, ενώ οι υπόλοιπες δέκα την ενότητα της ανάκλασης και της διάθλασης του



φωτός. Τα πλήρη αποτελέσματα παρουσιάζονται σε άλλη εργασία [Παππάς 2008], ενώ εδώ γίνεται αναφορά μόνο σε λίγες αντιπροσωπευτικές ερωτήσεις με την αντίστοιχη ανάλυση των απαντήσεων και το σχολιασμό.

Ερώτηση 4:

Βρίσκεις ενδιαφέρουσα την επιστήμη της Φυσικής; Θα ήθελες για παράδειγμα να σπουδάσεις Φυσική και να ασχοληθείς επαγγελματικά με τη Φυσική;

A. Θέλω να γίνω Φυσικός

B. Η επιστήμη της Φυσικής είναι μια από τις επιλογές μου

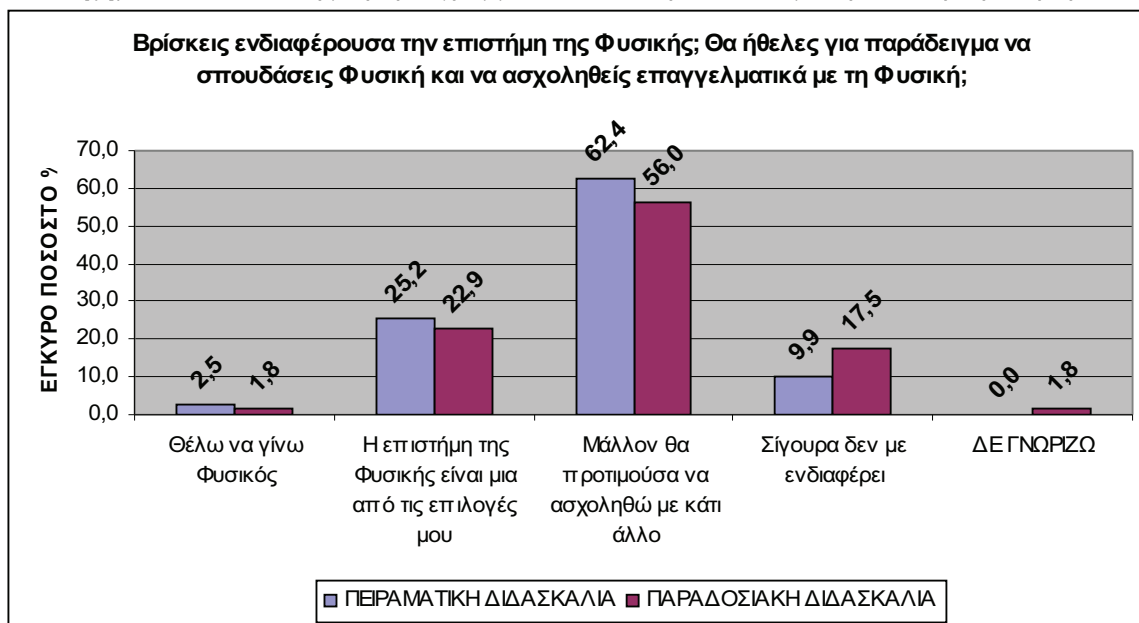
Γ. Μάλλον θα προτιμούσα να ασχοληθώ με κάτι άλλο

Δ. Σίγουρα δεν με ενδιαφέρει.

Στόχος της ερώτησης αυτής είναι να διερευνήσει τον επαγγελματικό προσανατολισμό των μαθητών ως προς τη φυσική.

Από τη στατιστική μελέτη των απαντήσεων προέκυψε το σχήμα 1.

Σχήμα 1: Απεικόνιση με ραβδόγραμμα των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 4



Από τις απαντήσεις φαίνεται ότι μόλις το 2% των μαθητών θα ήθελε να ασχοληθεί με τη Φυσική, ενώ μόνο ένας στους τέσσερις θα μπορούσε να την έχει ως κάποια από τις επιλογές του. Από την άλλη μεριά (Παππάς 2008) απαντούν κατά υψηλό βαθμό ότι βρίσκουν ενδιαφέρον το μάθημα της Φυσικής.

Παρά το ότι ο επαγγελματικός προσανατολισμός των μαθητών στην ηλικία των 14 χρόνων δεν είναι πρώτης προτεραιότητας οι μαθητές δείχνουν ότι το μάθημα της Φυσικής τους είναι ενδιαφέρον αλλά μόνο ένα ελάχιστο ποσοστό θα ήθελε να ασχοληθεί αποκλειστικά με την επιστήμη της Φυσικής.

7^η Ερώτηση:

Όταν μια φωτεινή ακτίνα που διαδίδεται στον αέρα προσπίπτει στην ήρεμη επιφάνεια μιας λίμνης τότε (σωστή απάντηση Γ)

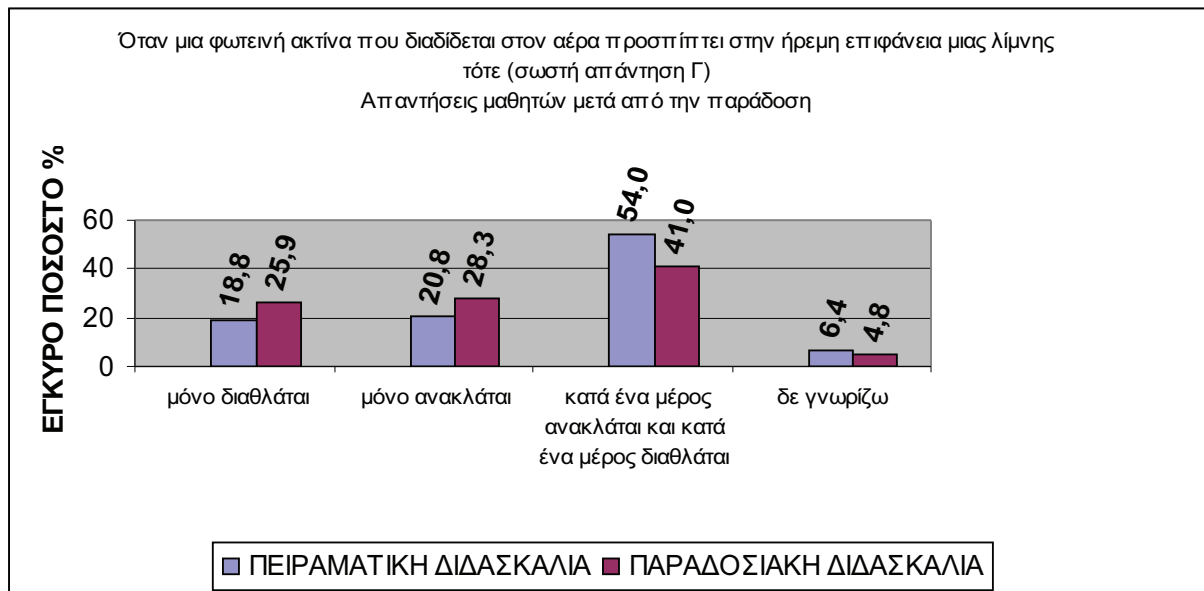
A. μόνο διαθλάται

B. μόνο ανακλάται

Γ. κατά ένα μέρος ανακλάται και κατά ένα μέρος διαθλάται

Στόχος της ερώτησης αυτής ήταν να ελέγξει αν οι μαθητές έχουν κατανοήσει τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες πραγματοποιούνται τα φαινόμενα της ανάκλασης και διάθλασης. Από τη στατιστική μελέτη των απαντήσεων που δόθηκαν κατά το επόμενο μάθημα από την παράδοση στη συγκεκριμένη ερώτηση προέκυψε το σχήμα 2, ενώ μετά από δυο μήνες προέκυψε το σχήμα 3.

Σχήμα 2: Απεικόνιση των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 7 μετά από την παράδοση.



Σχήμα 3: Απεικόνιση των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 7 μετά από δυο μήνες..



Είναι γνωστό ότι οι μαθητές αυτής της ηλικίας έχουν την εναλλακτική ιδέα ότι όταν το φως διαδίδεται στον αέρα και προσπίπτει σε νερό (γενικά σε κάποιο διαφανές υλικό) τότε απλώς διέρχεται στο νερό, δηλαδή απλώς διαθλάται [Shapiro 1989]. Η εναλλακτική αυτή ιδέα παραμένει κατά ένα σημαντικό ποσοστό και μετά τη διδασκαλία. Όμως, οι μαθητές που διδάχθηκαν πειραματικά απαντούν ότι η φωτεινή ακτίνα μόνο διαθλάται (εναλλακτική ιδέα) σε ποσοστό περίπου 19% τόσο αμέσως μετά τη διδασκαλία όσο και έπειτα από δυο μήνες.

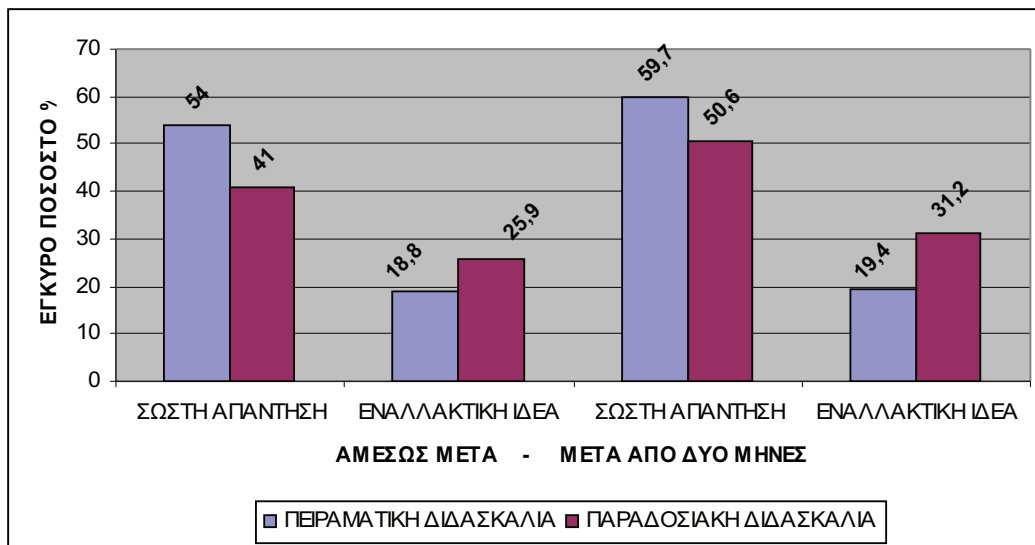


Αντίθετα οι μαθητές που διδάχθηκαν παραδοσιακά απαντούν ότι η φωτεινή ακτίνα μόνο διαθλάται αμέσως μετά το μάθημα σε ποσοστό 25,9% και έπειτα από δύο μήνες σε ποσοστό 31,2%. Δηλαδή το 5,3% των μαθητών που διδάχθηκαν παραδοσιακά επέστρεψε μετά από δύο μήνες στην αρχική εναλλακτική ιδέα.

Οι μαθητές που διδάχθηκαν πειραματικά απαντούν σωστά στην παραπάνω ερώτηση κατά μεγαλύτερο ποσοστό 54% σε σχέση με την παραδοσιακή 41%. Το ίδιο παρατηρούμε και μετά από δυο μήνες.

Τα παραπάνω αποτελέσματα οπτικοποιούνται στο σχήμα 4 που ακολουθεί.

Σχήμα 4: Τα ποσοστά των μαθητών που απάντησαν σωστά καθώς και αυτών που επέλεξαν την απάντηση που περιείχε την εναλλακτική ιδέα.



Συνολικά αποτελέσματα και σχόλια

Συνολικά το ποσοστό του συνόλου των μαθητών που απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις 6 έως και 15 του ερωτηματολογίου, που αφορούσε το γνωστικό αντικείμενο της ανάκλασης και διάθλασης και με τις δυο μεθόδους διδασκαλίας τόσο αμέσως μετά από τη διδασκαλία όσο και μετά από δυο μήνες καθώς και η μεταβολή αυτών των ποσοστών, απεικονίζονται στον πίνακα 1. Στους πίνακες 2 και 3 απεικονίζονται τα ποσοστά των μαθητών των δύο τμημάτων που έγινε η πειραματική και η παραδοσιακή διδασκαλία και που απάντησαν σωστά τόσο αμέσως μετά τη διδασκαλία, όσο και έπειτα από δύο και έξι μήνες.

Από τα αποτελέσματα των πινάκων 1, 2 και 3 παρατηρούμε μια αυξητική τάση της γνώσης των μαθητών μετά από δύο ή έξι μήνες σε σχέση με τις γνώσεις τους αμέσως μετά τη διδασκαλία. Αυτό είναι παράξενο. Μπορεί όμως να αποδοθεί στο ότι οι μαθητές διδάχθηκαν τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάθλασης του φωτός για πρώτη φορά και η ύλη του μαθήματος συνέχιζε να ασχολείται με τα φαινόμενα αυτά για αρκετό καιρό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Ποσοστό % επί του συνόλου των μαθητών που απάντησαν σωστά.

ΕΡΩΤΗΣΗ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ			ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ		
	ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ	ΜΕΤΑ ΑΠΟ 2 ΜΗΝΕΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ	ΜΕΤΑ ΑΠΟ 2 ΜΗΝΕΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ
6	52,4	55,4	+3,0	50,6	50,0	-0,6
7	54,0	59,7	+5,7	41,0	50,6	+9,6
8	56,9	58,1	+1,2	57,2	51,8	-5,4
9	93,6	97,3	+3,7	91,6	89,4	-2,2
10	74,3	82,3	+8,0	67,5	76,5	+9,0
11	46,5	54,3	+7,8	42,2	51,5	+9,3
12	53,0	46,8	-6,2	50,6	45,3	-5,3
13	39,6	28,5	-11,1	25,3	32,4	+7,1
14	34,2	22,6	-11,6	21,1	28,8	+7,7
15	23,3	29,6	+6,3	14,5	19,4	+4,9

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Ποσοστό % των μαθητών του τμήματος με την πειραματική διδασκαλία, οι οποίοι απάντησαν σωστά.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ					
ΕΡΩΤΗΣΗ	ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ	ΜΕΤΑ ΑΠΟ 2 ΜΗΝΕΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΜΕΤΑ ΑΠΟ 6 ΜΗΝΕΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ
6	65,2	73,9	+8,7	80,0	+14,8
7	60,9	60,9	0	60,0	-0,9
8	43,5	73,9	+30,4	65,0	+21,5
9	95,7	91,3	-4,4	100,0	+4,3
10	73,9	82,6	+8,7	85,0	+11,1
11	69,6	73,9	+4,3	55,0	-14,6
12	73,9	73,9	0	65,0	-8,9
13	26,1	43,5	+17,4	30,0	+3,9
14	17,4	8,7	-8,7	20,0	+2,6
15	26,1	39,1	+13	15,0	-11,1

Όμως, κατά τη διάρκεια μεταξύ του ελέγχου μετά από δύο μήνες και μετά από έξι μήνες δεν υπήρξε ανατροφοδότηση της γνώσης δεδομένου ότι μεσολάβησαν οι θερινές διακοπές. Συγκρίνοντας τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων μετά από έξι μήνες σε σχέση με τα ποσοστά μετά από δύο μήνες παρατηρούμε μια μείωση των ποσοστών των σωστών απαντήσεων, όπως θα περιμέναμε. Με τη σύγκριση των ποσοστών επιτυχίας των μαθητών αμέσως μετά τη διδασκαλία με τις δύο μεθόδους παρατηρούμε ότι η διδασκαλία με τη βοήθεια του πειράματος (πίνακας 2) υπερτερεί σημαντικά σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία (πίνακας 3) στην πλειονότητα των ερωτήσεων. Αυτό αποδίδεται στο ότι το πείραμα διεγείρει την προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών κατά την ώρα του μαθήματος. Στο αποτέλεσμα αυτό καταλήγουν και τα γενικά αποτελέσματα από το σύνολο του δείγματος (πίνακας 1).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3:** Ποσοστό % των μαθητών του τμήματος με την παραδοσιακή διδασκαλία οι οποίοι απάντησαν σωστά.

ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ					
ΕΡΩΤΗΣΗ	ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ	ΜΕΤΑ ΑΠΟ 2 ΜΗΝΕΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΜΕΤΑ ΑΠΟ 6 ΜΗΝΕΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ
6	63,6	58,3	-5,3	47,6	-16
7	27,3	50	+22,7	42,9	+15,6
8	54,5	58,3	+3,8	19,0	-35,5
9	90,9	95,8	+4,9	85,7	-5,2
10	59,1	70,8	+11,7	71,4	+12,3
11	45,5	45,8	+0,3	28,6	-16,9
12	36,4	45,8	+9,4	47,6	+11,2
13	27,3	37,5	+10,2	47,6	+20,3
14	22,7	4,2	-18,5	28,6	+5,9
15	18,2	20,8	+2,6	9,5	-8,7

Από τον έλεγχο της διατήρησης της γνώσης δύο μήνες μετά την ημερομηνία της διδασκαλίας η σύγκριση των ποσοστών των σωστών απαντήσεων της παραδοσιακής διδασκαλίας με τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων της διδασκαλίας με τη βοήθεια του πειράματος δείχνει ότι η διδασκαλία με τη βοήθεια του πειράματος υπερτερεί ακόμη περισσότερο της παραδοσιακής. Τα ποσοστά αυτά ενισχύονται ακόμη περισσότερο υπέρ της διδασκαλίας με τη βοήθεια του πειράματος, από τον έλεγχο διατήρησης της γνώσης έξι μήνες μετά την ημερομηνία της διδασκαλίας στο μικρό δείγμα των μαθητών του 4^{ου} Γυμνασίου Ιωαννίνων στο οποίο υπήρξε η δυνατότητα του επανελέγχου.

Ένα σημαντικό συμπέρασμα προκύπτει από την ανατροπή των αποτελεσμάτων υπάρχει στις ερωτήσεις 13 και 14. Οι δύο αυτές ερωτήσεις αφορούν το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης. Το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης δεν μπορούσε να παρατηρηθεί εύκολα με την πειραματική διάταξη που χρησιμοποιήθηκε. Στο γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί η αντιστροφή των αποτελεσμάτων των σωστών απαντήσεων στις δύο αυτές ερωτήσεις υπέρ της παραδοσιακής διδασκαλίας.

Η παρατήρηση αυτή δείχνει ότι το πείραμα για να αποδώσει ως μέσο διδασκαλίας πρέπει να σχεδιασθεί καλά, να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες διατάξεις και να είναι εύκολα παρατηρήσιμο από τους μαθητές. Αυτή ίσως είναι η μεγαλύτερη αιτία που οδηγεί πολλούς διδάσκοντες να αποφεύγουν την εκτέλεση πειραμάτων στην τάξη. Από την άλλη μεριά, τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με τα αποτελέσματα προηγούμενης έρευνας [Κοντοδήμος 2006], στο ότι τόσο η απόκτηση όσο και η διατήρηση της γνώσης είναι καλύτερη με τη βοήθεια του πειράματος. Αυτό αποδίδεται, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, στο ότι το σωστά σχεδιασμένο πείραμα διεγείρει και εντείνει την προσοχή των μαθητών στο μάθημα.

Συμπεράσματα

Από τη μελέτη της επεξεργασίας των δεδομένων και των συγκρίσεων που έχουν γίνει, αλλά και από την παρουσία μας στην τάξη, καθώς και με την επικοινωνία μας με τους καθηγητές που συμμετείχαν στην όλη διαδικασία καταλήξαμε σε μια σειρά από συμπεράσματα τα οποία και ακολουθούν:

1. Οι πειραματικές δραστηριότητες προκάλεσαν το ενδιαφέρον των μαθητών σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από τις παραδοσιακές στον πίνακα.

2. Οι μαθητές παρουσιάζουν ιδιαίτερα θετική στάση έναντι του πειράματος. Σχεδόν όλοι πιστεύουν ότι το πείραμα βοηθά στην κατανόηση των εννοιών και των φαινομένων.
3. Η πειραματική διαδικασία επιδρά θετικά στον συναισθηματικό κόσμο των μαθητών.
4. Οι μαθητές της ηλικίας αυτής θεωρούν ενδιαφέρον το μάθημα της Φυσικής κατά 82.5% κατά μέσο όρο. Μάλιστα ένας στους τέσσερις δεν αποκλείει και την μελλοντική επαγγελματική του ενασχόληση με αυτή. Ενδιαφέρον θα είχε να εξεταστεί κατά πόσο μεταβάλλεται αυτή η στάση τους κατά τη φοίτησή τους στις επόμενες τάξεις.
5. Στις εννέα από τις δέκα ερωτήσεις γνωστικού περιεχομένου οι μαθητές που διδάχτηκαν πειραματικά απαντούν κατά το επόμενο μάθημα μετά την παράδοση σωστά κατά υψηλότερα ποσοστά. Μετά από δυο και πολύ περισσότερο μετά από έξι μήνες η πειραματική διδασκαλία έχει υψηλότερα ποσοστά στη διατήρηση της γνώσης. Αυτό αποδεικνύει ότι η πειραματική διδασκαλία υπερτερεί της παραδοσιακής στο βαθμό κατανόησης και αφομοίωσης της νέας γνώσης τόσο άμεσα αλλά κυρίως σε βάθος χρόνου.
6. Η πειραματική διδασκαλία επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα ειδικά όταν οι μαθητές παρουσιάζουν εναλλακτική ιδέα. Το πείραμα κυρίως όταν πραγματοποιείται από τους ίδιους τους μαθητές επιφέρει εντονότερη γνωστική σύγκρουση, και τους βοηθά να φτάσουν μόνοι τους στη νέα γνώση, με αποτέλεσμα αυτή να αφομοιώνεται και να εδραιώνεται σε αυτούς.

Βιβλιογραφία

- Καριώτογλου, Π., & Κολλιόπουλος, Δ., (1993), «Το πείραμα στην εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και μάθησης της φυσικής», στο Δ. Κολλιόπουλος (επιμ.), «Η Πειραματική Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα - Πρόταση για ένα Επιμορφωτικό Πρόγραμμα», Αθήνα.
- Κόκκοτας, Π. & Βλάχος, Ι. (1999). Ο ρόλος του πειράματος στην επιστήμη και στη διδασκαλία – μάθηση. Εκπαιδευτικές Προσεγγίσεις, 5,13-26.
- Κοντοδήμος Δ. (2006), «Μελέτη της επίδρασης του πειράματος στη διδασκαλία και στην απόκτηση γνώσεων Φυσικής στους μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Σύγκριση με την κλασική διδασκαλία» Διπλωματική Εργασία στο ΠΜΣ Νέες Τεχνολογίες και Έρευνα στη Διδακτική της Φυσικής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα
- Κουλαιδής Β. και Ogborn J. (1994) «Αρχές κατασκευής αναλυτικών προγραμμάτων για τη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών: Μια πρόταση για "ολοκλήρωση".» Στο αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου, Κουλαιδής Β(Επιμ) Εκδ. Gutenberg.
- Κουμαράς, Π., Καριώτογλου, Π., Αντωνιάδου, Ν., & Ψύλλος, Δ., (1992), «Η εποικοδομητική στρατηγική στην πειραματική προσέγγιση της διδασκαλίας της φυσικής», Επιθεώρηση της Φυσικής, τευχ. 20, σελ. 12-20.
- Κουμαράς Π., (2002), «Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής», Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη .
- Κώτσης Κ., (2005), «Διδασκαλία της Φυσικής και πείραμα», Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα.



Παππάς Χ. (2008), «Πειραματική Διδασκαλία των Φαινομένων Ανάκλασης και Διάθλασης του Φωτός σε Μαθητές Β΄ Γυμνασίου και Σύγκριση Αυτής με την Παραδοσιακή Διδασκαλία», Διπλωματική Εργασία στο ΠΜΣ Νέες Τεχνολογίες και Έρευνα στη Διδακτική της Φυσικής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Σολωμονίδου Χ. (2001) «Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Υπολογιστές και μάθηση στην κοινωνία της γνώσης», Εκδ. Κώδικας, Θεσσαλονίκη.

Σολωμονίδου Χ. (2006). «Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης», εκδ. Μεταίχμιο, Αθήνα.

Χαλκιά Κρ., (1999α). «Το πείραμα στην καθημερινή σχολική πρακτική: Διερεύνηση των αντιλήψεων των στάσεων και των απόψεων των ελλήνων εκπαιδευτικών για τη διδακτική αξιοποίηση των πειραμάτων στο μάθημα της φυσικής». Σύγχρονη Εκπαίδευση, τεύχος 107, σελίδες 81-90.

Χαλκιά Κρ. (1999β) «Στάσεις των Ελλήνων Εκπαιδευτικών της Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης ως προς την διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής», Σύγχρονη Εκπαίδευση, τεύχος 106, σ. 47-56

Shapiro, B.L. (1989), *What children bring to light: giving high status to learners' view and actions in Science*, Science Education 73(6):711-733.

Woolnough, B.E. & Allsop, T. (1985), *Practical Work in Science*, Cambridge University Press, Cambridge.