



Εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία της θέσης του φανταστικού ειδώλου σε μαθητές Ε΄ δημοτικού

Καλπία Β., Μίχας Π.

Υποψήφια Διδάκτορας του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, vkalpia@sch.gr
Καθηγητής του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, pmichas@eled.duth.gr

Η έρευνα εντόπισε τις αρχικές ιδέες μαθητών για τη θέση του φανταστικού ειδώλου από επίπεδο κάτοπτρο και επίσης από φαινόμενο διάθλασης του φωτός στο νερό. Μελέτησε την εξέλιξη αυτών των ιδεών κατά τη διάρκεια διδασκαλιών εποικοδομητικού τύπου και μετά το πέρας αυτών. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι αρχικά οι μισοί μαθητές πιστεύουν ότι η θέση του ειδώλου είναι πάνω στο κάτοπτρο, χωρίς να χρησιμοποιούν διάγραμμα, ενώ είδωλο και αντικείμενο σε φαινόμενα διάθλασης βρίσκονται στην ίδια θέση. Κατά τη διδασκαλία υιοθετούν σταδιακά το επιστημονικό μοντέλο, ενώ στις ασκήσεις όλοι χρησιμοποιούν το εργαλείο των ακτινών και τοποθετούν το είδωλο πίσω από το κάτοπτρο αλλά μόνο οι μισοί ορίζουν με ακρίβεια τη θέση του ειδώλου. Το ίδιο συμβαίνει και στο μετατέστ όπου φαίνεται ότι οι μαθητές συνεχίζουν να χρησιμοποιούν το επιστημονικό μοντέλο και μόνο και τρεις μαθητές δηλώνουν ότι η θέση του ειδώλου θα βρίσκεται πάνω στο κάτοπτρο και είδωλο και αντικείμενο έχουν την ίδια θέση στη διάθλαση.

Εισαγωγή

Σύμφωνα με τους Poppe & Gilbert (1983) οι μαθητές αναπτύσσουν συνεπή, εσωτερικής λογικής γνωστικά πλαίσια που βασίζονται στις προσωπικές τους εμπειρίες που με επιτυχία εξηγούν τα φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Ανεξάρτητα από την επιστημονική προέλευση του κάθε ερευνητή είναι κοινός τόπος η σταθερή αναφορά σε αυτό που ήδη υπάρχει στη σκέψη και η πεποίθηση ότι μπορούμε να το μετασχηματίσουμε. Οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις δεν αποτελούν ούτε σημεία εκκίνησης για τη δόμησης της γνώσης ούτε το αποτέλεσμα της αλλά τα ίδια τα μέσα αυτής της δραστηριότητας (Κόκκοτας 1998).

Στη μάθηση των Φ.Ε. απαιτείται αναδόμηση των αρχικών ιδεών, ώστε οι μαθητές να αντιμετωπίζουν τις έννοιες από άλλη οπτική γωνία, παρά να προσθέτουν νέες πληροφορίες στις αρχικές γνώσεις. Έτσι πρέπει να αντιληφθούν οι μαθητές την ανεπάρκεια των αρχικών τους ιδεών και να τους δοθούν σύνδεσμοι και εναλλακτικά μοντέλα που θα τους βοηθήσουν να οικοδομήσουν νέες και χρήσιμες ιδέες (Osborne & Wittrock 1983). Ο Εργασία 1 (2003) ισχυρίζεται ότι οι απόψεις των μαθητών συνήθως δεν επηρεάζονται ή επηρεάζονται κατά ένα παράξενο τρόπο από τη διδασκαλία των Φ.Ε. Όταν οι απόψεις των μαθητών διαφοροποιούνται μετά τη διδασκαλία, οι αλλαγές είναι συχνά πολύ διαφορετικές από αυτές που στοχεύονταν.

Οι έρευνες που έχουν γίνει για τη θέση του ειδώλου από επίπεδα κάτοπτρα αντικατοπτρίζουν τη δυσκολία του θέματος. Συγκεκριμένα δείχνουν τους μαθητές να πιστεύουν ότι το είδωλο σχηματίζεται πάνω στο κάτοπτρο (Watts 1985, Rice & Feher 1987) ή να μη γνωρίζουν που ακριβώς βρίσκεται (Fetherstonhaug κ.α. 1987). Ακόμη και οι Golberg & Mc Dermott (1986) διαπίστωσαν ότι οι φοιτητές παρόλο που μετά τις διδασκαλίες γνωρίζουν ότι το είδωλο



βρίσκεται πίσω από το κάτοπτρο και μάλιστα σε ίση απόσταση με την απόσταση αντικειμένου κατόπτρου, πολλοί προβλέπουν ότι εάν ο παρατηρητής μετακινηθεί προς τα αριστερά το είδωλο θα μετακινηθεί προς τα δεξιά.

Επίσης οι Galili κ.α. (1993) σε έρευνα που έκαναν σε φοιτητές έφτασαν στο συμπέρασμα ότι οι φοιτητές που πριν τη διδασκαλία περιέγραφαν το σχηματισμό του ειδώλου με όρους αντικειμένου και ειδώλου μετά τη διδασκαλία υπάρχει μια σύνδεση μέσω των ακτινών αντικειμένου και ειδώλου. Μολονότι οι φοιτητές δεν έφτασαν στο επιστημονικό μοντέλο, οι συγγραφείς σημειώνουν ότι στους φοιτητές έχει συντελεστεί ισχυρή αναδόμηση ιδεών. Παρόμοια και οι Andersson & Bach (2005) διαπίστωσαν ότι οι διδασκόμενοι παρουσίασαν ελάχιστη βελτίωση σε θέματα διάθλασης και σχηματισμού ειδώλων. Για τη διδασκαλία των ειδώλων θεωρούν ότι πρέπει να κατανοήσουν τα παιδιά ότι το φως που απομακρύνεται από ένα σημείο και κινείται παθαίνοντας διάθλαση ή ανάκλαση θα ξανασυγκεντρωθεί σε ένα σημείο το οποίο θα αποτελεί τη θέση του ειδώλου.

Στην παρούσα έρευνα επιχειρήθηκε να διερευνηθούν οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών για τη θέση του φανταστικού ειδώλου ως προς τα επίπεδα κάτοπτρα και από φαινόμενα διάθλασης και πως αυτές οι αντιλήψεις εξελίχθηκαν κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας διδασκαλιών εποικοδομητικού τύπου.

Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από μαθητές Ε΄ τάξης ενός 8/θέσιου δημοτικού σχολείου στα νότια προάστια της Αθήνας (Κίτσι –Κορωπίου). Έτσι στην έρευνα πήραν μέρος 19 παιδιά. Από αυτούς τα 11 ήταν κορίτσια και τα 8 αγόρια. Ο μέσος όρος ηλικίας των διδασκόμενων όταν πραγματοποιήθηκε η έρευνα ήταν 10,8 έτη. Ένας από τους μαθητές ήταν αλλοδαπός. Οι μαθητές δεν είχαν διδαχθεί το νόμο της ανάκλασης ούτε το νόμο της διάθλασης, αλλά είχαν διδαχθεί για την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός και τη δημιουργία σκιών.

Μεθοδολογία

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν η αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης, η οποία έγινε σύμφωνα με το μοντέλο του εποικοδομητισμού κατά Κουμαρά (Εργασία 1 2003). Αρχικά αναζητήθηκαν οι αρχικές ιδέες των μαθητών, ακολούθησαν διδασκαλίες βασισμένες στις αρχές του εποικοδομητισμού και μετά το πέρας των διδασκαλιών αλλά και τη διάρκεια τους ελέγχθηκαν τα σημεία στα οποία άλλαξαν οι αρχικές τους ιδέες, τα σημεία που παρουσίασαν δυσκολίες στους μαθητές και αντιστάθηκαν στη μεταβολή και τα σημεία που αποτελούσαν εφελθήρια για την τροποποίηση των ιδεών των μαθητών. Με αυτόν τον τρόπο έγινε προσπάθεια να ελεγχθεί, εάν η συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές Ε΄ τάξης να υιοθετήσουν απόψεις πιο κοντά στο επιστημονικό μοντέλο και τι εμπόδια δημιουργούνται στους μαθητές. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από την διδάσκουσα που είναι ένας από τους συγγραφείς της παρούσης εργασίας. Η έρευνα αποτελεί ένα μέρος από διδακτορική διατριβή και έγινε προσπάθεια να μελετηθεί η μεταβολή αφενός των ιδεών κάθε μαθητή χωριστά και αφετέρου η γενική πορεία της τάξης ως σύνολο.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων είναι τα προτέστ, τα μετατέστ, τα φύλλα εργασίας, οι ασκήσεις των μαθητών. Προτού ξεκινήσουν οι πειραματικές διδασκαλίες δόθηκε στους μαθητές ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο είχε χρησιμοποιηθεί σε μια έρευνα που είχε γίνει στο νομό Έβρου το 2000 (ΠΡΕΝΕΔ) Εργασία 2 κ.α, 2000. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε μεταξύ των άλλων 2 κλειστές ερωτήσεις για τη θέση του ειδώλου από επίπεδο κάτοπτρο και 1 κλειστή ερώτηση για τη θέση του ειδώλου από διάθλαση. Οι μαθητές

συμπλήρωσαν ατομικά το ερωτηματολόγιο. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας οι μαθητές συμπλήρωναν ατομικά φύλλα εργασίας. Τα φύλλα εργασίας ήταν από το βιβλίο «μαθήματα Εισαγωγικής Φυσικής» των Mac Dermott L. and Shaffer P. και το Physics Education Group, μετ Μίχας Π., 2001 και περιέχουν διάφορους προβληματισμούς και ερωτήματα. Όταν ολοκληρωνόταν μια διδακτική ενότητα, η οποία διαρκούσε περισσότερο από μια διδακτική ώρα, οι μαθητές έλυναν μέσα στην τάξη ένα φυλλάδιο με ασκήσεις. Οι μαθητές εργάζονταν ατομικά για την επίλυση των ασκήσεων και η διάρκεια της εργασίας τους ήταν 30 λεπτά. Οι ασκήσεις ήταν επίσης από το βιβλίο των Mac Dermott L. and Shaffer P., και το Physics Education Group, μετ Μίχας Π., 2001 κατ' οίκον εργασίες. Το ίδιο ερωτηματολόγιο δόθηκε και μετά το πέρας των διδακτικών παρεμβάσεων ως μετατέστ.

Αποτελέσματα

Προτέστ

Στη μια κλειστή ερώτηση οι διδασκόμενοι ρωτούνται σε ποιο σημείο τέμνονται οι προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτινών πίσω από το κάτοπτρο. Δέκα παιδιά επιλέγουν την απάντηση «Δε γνωρίζω». Πέντε μαθητές πιστεύουν ότι οι ακτίνες θα τέμνονται σε ένα σημείο που απέχει το μισό από την απόσταση αντικειμένου κατόπτρου, ένα κορίτσι θεωρεί ότι οι ακτίνες θα τέμνονται σε διπλάσια απόσταση, ενώ μόνο δυο παιδιά επιλέγουν τη σωστή απάντηση.

Η δεύτερη κλειστή ερώτηση καλεί τους μαθητές να βρουν που θα σχηματιστεί το είδωλο ενός αντικειμένου που βρίσκεται μπροστά σε ένα επίπεδο κάτοπτρο. Εννιά διδασκόμενοι ισχυρίζονται ότι το είδωλο του αντικειμένου θα σχηματιστεί πάνω στην επιφάνεια του κατόπτρου, οκτώ παιδιά αναφέρουν ότι το είδωλο του αντικειμένου θα εμφανιστεί πίσω από το κάτοπτρο σε απόσταση ίση με την απόσταση αντικειμένου κατόπτρου (σωστή απάντηση), ενώ δυο μαθητές απαντούν ότι το είδωλο θα σχηματιστεί πίσω από το κάτοπτρο σε απόσταση μικρότερη αντικειμένου - κατόπτρου.

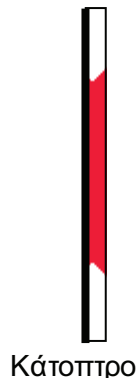
Η τρίτη κλειστή ερώτηση ρωτά τους μαθητές για τη θέση που κάποιος παρατηρεί ένα αντικείμενο μες το νερό. Δέκα διδασκόμενοι πιστεύουν ότι το αντικείμενο θα φαίνεται ακριβώς στη θέση που βρίσκεται, τρία παιδιά θεωρούν ότι το αντικείμενο θα φαίνεται πιο βαθιά από την πραγματική του θέση και τέσσερις μαθητές έχουν την άποψη ότι το αντικείμενο θα φαίνεται πιο ρηχά από την πραγματική του θέση (σωστή απάντηση).

Φύλλα εργασίας

Στη φάση εφαρμογής της νέας έννοιας ζητήθηκε από τους διδασκόμενους να φέρουν από ένα σημείο μια προσπίπτουσα ακτίνα και την ανακλώμενη της σχ. 1. Κάποιοι στην αρχή δίστασαν, γιατί το σημείο, όπως ισχυρίστηκαν, δεν βρίσκονταν μπροστά στο κάτοπτρο. Επειδή όμως είδαν από τους συμμαθητές τους ότι τελικά μπορούσαν να φέρουν μια προσπίπτουσα ακτίνα ξεπέρασαν τον αρχικό τους δισταγμό και με επιτυχία σχεδίασαν τη προσπίπτουσα και την ανακλώμενη της. Σε αυτό το στάδιο τα παιδιά χρησιμοποιώντας τα μοιρογνωμόνια τους σχεδίασαν την προσπίπτουσα και την ανακλώμενη ακτίνα με τέτοιο τρόπο, ώστε να σχηματίζουν ίσες γωνίες με τη πλευρά του κατόπτρου. Πολλοί μάλιστα δείχνουν στα φύλλα εργασίας τους τις ίσες γωνίες και αναφέρουν και το μέγεθος της γωνίας. Όταν μια γενικεύσιμη ιδέα κατακτείται, οι μαθητές αναζητούν να την εφαρμόσουν σε ένα εύρος πλαισίων (Tytler 1998). Σχεδιάζουν με επιτυχία και μια δεύτερη προσπίπτουσα ακτίνα με την ανακλώμενη της, προεκτείνουν και τις δύο ανακλώμενες ακτίνες πίσω από το κάτοπτρο και εκεί που τέμνονται βρίσκουν με επιτυχία τη θέση του ειδώλου.



● Βελόνα



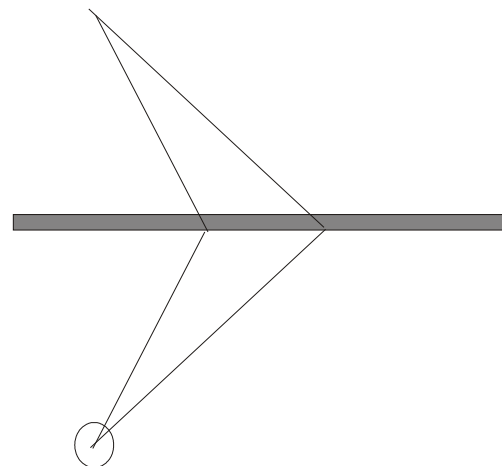
Σχήμα 1: Άσκηση στους μαθητές

Για τη θέση του φανταστικού ειδώλου από διάθλαση οι μαθητές κλήθηκαν να σχεδιάσουν 2 διαγράμματα και να ερμηνεύσουν 2 έτοιμα διαγράμματα. Στο πρώτο διάγραμμα στη φάση του προσανατολισμού ζητούνταν να δείξουν τη θέση του ειδώλου που προκύπτει από φαινόμενο διάθλασης του φωτός σε νερό σε ένα σχήμα με επίπεδες επιφάνειες. Μόνο 4 μαθητές δείχνουν σωστά τη θέση του ειδώλου. Οι υπόλοιποι απλά σχεδιάζουν σωστά την πορεία του φωτός χωρίς να σχεδιάζουν τις προεκτάσεις των διαθλώμενων ακτινών. Στο δεύτερο διάγραμμα στη φάση εισαγωγής του επιστημονικού προτύπου ζητούνταν να δείξουν τη θέση του ειδώλου που προκύπτει από φαινόμενο διάθλασης του φωτός σε νερό σε ένα σχήμα με καμπύλες επιφάνειες. Σε αυτή την περίπτωση εννιά μαθητές δείχνουν σωστά τη θέση του ειδώλου, ενώ οι υπόλοιποι σχεδιάζουν σωστά την πορεία

του φωτός, χωρίς να σχεδιάζουν τις προεκτάσεις των διαθλώμενων ακτινών. Στα έτοιμα διαγράμματα (2) που είναι σχεδιασμένη η πορεία του φωτός (όχι οι προεκτάσεις) και αφορούν διάθλαση του φωτός σε νερό όλοι οι μαθητές ορίζουν με επιτυχία τη θέση του ειδώλου.

Ασκήσεις

Τα παιδιά καλούνται να εντοπίσουν το είδωλο δυο σημείων. Μόνο 6 διδασκόμενοι βρίσκουν σωστά τις θέσεις των ειδώλων. Οι υπόλοιποι προσπαθούν αλλά το αποτέλεσμα δεν είναι το αναμενόμενο. Τα σημαντικότερα λάθη που κάνουν είναι τα εξής: 4 μαθητές σχεδιάζουν σωστά δυο προσπίπτουσες για κάθε σημείο και τις ανακλώμενες τους αλλά ενώνουν πίσω από το κάτοπτρο την προέκταση της προσπίπτουσας του ενός σημείου και την προέκταση της ανακλώμενης ακτίνας του άλλου σημείου, 4 παιδιά σχεδιάζουν μόνο προσπίπτουσες ακτίνες από τα δυο σημεία και τις ενώνουν πίσω από το κάτοπτρο, 2 διδασκόμενοι ενώνουν τις ανακλώμενες διαφορετικών σημείων βρίσκοντας μια θέση ειδώλου και 1 κορίτσι σχεδιάζει τις ανακλώμενες ακτίνες από την άλλη μεριά του κατόπτρου και προσπαθεί να τις ενώσει σχ.2



Σχήμα 2 Περίπτωση μαθήτριας που σχεδιάζει ανακλώμενες πίσω από το κάτοπτρο

Μετατέστ

Η μια κλειστή ερώτηση αφορά το σημείο τομής των προεκτάσεων των ανακλώμενων ακτινών. Πέντε παιδιά πιστεύουν ότι οι προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτινών θα συναντηθούν σε ένα σημείο πίσω από το κάτοπτρο που απέχει από την επιφάνεια του κατόπτρου το μισό από όσο απέχει η λάμπα από την επιφάνεια του κατόπτρου, δυο μαθητές θεωρούν ότι αυτό θα συμβεί σε διπλάσια απόσταση από την απόσταση αντικειμένου κατόπτρου, τέσσερις διδασκόμενοι ισχυρίζονται ότι δε γνωρίζουν και πέντε παιδιά αναφέρουν το σωστό.

Η επόμενη κλειστή ερώτηση αναζητά τη θέση του ειδώλου. Δέκα διδασκόμενοι πιστεύουν ότι η θέση του ειδώλου βρίσκεται πίσω από το κάτοπτρο και μάλιστα σε ίση απόσταση με την απόσταση αντικειμένου κατόπτρου, τρεις μαθητές ισχυρίζονται ότι το είδωλο σχηματίζεται πίσω από το κάτοπτρο σε απόσταση μικρότερη από την απόσταση αντικειμένου κατόπτρου και τρία παιδιά θεωρούν ότι το είδωλο θα σχηματίζεται πάνω στην επιφάνεια του κατόπτρου.

Η επόμενη ερώτηση (κλειστή) καλεί τους μαθητές για τη θέση που κάποιος παρατηρεί ένα αντικείμενο μες το νερό. Οκτώ διδασκόμενοι απάντησαν ότι το αντικείμενο θα φαίνεται πιο ρηχά από την πραγματική του θέση (σωστή απάντηση), τρία παιδιά ανέφεραν ότι το αντικείμενο θα φαίνεται ακριβώς στη θέση που βρίσκεται και τέσσερις μαθητές πιστεύουν ότι το αντικείμενο θα φαίνεται πιο βαθιά από την πραγματική του θέση.

	Ανάκλαση - Θέση ειδώλου		
	Φύλλα εργασίας	Ασκήσεις	Μετατέστ
Γιολάντα			
Φλώρα			
Γιάννα			
Ιωάννα			
Βαγγέλης			
Νατάσα			
Νάνσυ			
Λένα			
Αφροδίτη			
Π.Μ.			
Αντωνία			
Μαρία			
Παναγιώτα			
Θοδωρής			
Αιμίλιος			
Χριστίνα			
Γιώργος			
Παναγιώτης			
Ελένη			
Μετακίνηση στο επιστημονικό μοντέλο	Μετακίνηση σε ενδιάμεσο μοντέλο	Διατήρηση αρχικής ιδέας	Χειρότερη απάντηση από την αρχική ιδέα

Πίνακας 1

	Διάθλαση - Θέση ειδώλου		
	Επίπεδες επιφάνειες	καμπύλες επιφάνειες	μετατέστ
Παναγιώτης			
Νατάσα			
Φλώρα			
Θοδωρής			
Λένα			
Βαγγέλης			
Γιάννα			
Μαρία			
Χριστίνα			
Ελένη			
ΠΜ			
Ιωάννα			
Παναγιώτα			
Αντωνία			
Γιώργος			
Γιολάντα			
Νάνσυ			
Μετακίνηση στο επιστημονικό μοντέλο	Μετακίνηση σε ενδιάμεσο μοντέλο	Διατήρηση αρχικής ιδέας	Χειρότερη απάντηση από την αρχική ιδέα

Πίνακας 2

Συζήτηση

Προτέστ

Όσον αφορά το σημείο τομής των ανακλώμενων ακτινών φαίνεται πως οι περισσότεροι μαθητές προτιμούν να επιλέξουν την απάντηση «Δε γνωρίζω» παρά να δώσουν μια απάντηση για την οποία δεν είναι σίγουροι. Οι υπόλοιποι απαντούν χωρίς να σχεδιάσουν τις προεκτάσεις των σχεδιασμένων ανακλώμενων ακτινών. Έτσι, εκτός από δυο διδασκόμενους, η πλειοψηφία των μαθητών απαντούν λάθος.



Μολονότι και η επόμενη ερώτηση σχετίζεται άμεσα με την προηγούμενη, οι διδασκόμενοι δεν απαντούν με συνέπεια. Οι μισοί περίπου αναφέρουν ότι το είδωλο θα σχηματιστεί πάνω στο κάτοπτρο και οι μισοί επιλέγουν τη σωστή απάντηση. Πάλι δεν σχεδιάζουν τις ακτίνες για να στηρίξουν την απάντησή τους και φαίνεται πως δεν έχουν συνδέσει τις προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτινών με τη θέση του ειδώλου. Έτσι μπορούμε να υποθέσουμε ότι για ένα σημαντικό αριθμό μαθητών η θέση του ειδώλου αποτελεί πρόβλημα.

Για το φανταστικό είδωλο από διάθλαση οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν ότι το είδωλο θα φαίνεται ακριβώς στη θέση που βρίσκεται. Αυτό δείχνει την αδυναμία των παιδιών να δεχτούν την περίπτωση ότι ένα αντικείμενο μπορεί να βρίσκεται σε διαφορετική θέση από αυτή που κάποιος παρατηρητής πιστεύει ότι είναι. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει με κάποιο τρόπο να μετακινηθεί το αντικείμενο, πράγμα αδύνατο. Φανερώνει την κυριαρχία των αισθήσεων στις απόψεις τους. Οι υπόλοιποι που έκαναν λόγο για διαφορετική θέση βασίστηκαν σε προσωπικές τους εμπειρίες σύμφωνα με παρατηρήσεις των ίδιων. Κάποιοι μάλιστα δήλωσαν ότι σε αυτό το φαινόμενο θα πρέπει να στηρίζεται το γεγονός ότι στη θάλασσα δεν μπορούν να πιάσουν εύκολα τα αντικείμενα μες το βυθό.

Φύλλα εργασίας

Όλοι οι μαθητές σχεδιάζουν με επιτυχία προσπίπτουσες και ανακλώμενες ακτίνες και βρίσκουν τη θέση του ειδώλου. Αμέσως μετά τη διδασκαλία μπορούν να εφαρμόσουν τη νέα έννοια. Φαίνεται πως μετακινούνται στο επιστημονικό μοντέλο. Αυτό έχει θετική επίδραση και στην ψυχολογία τους, αισθάνονται χαρούμενα και ευχαριστημένα με τον εαυτό τους, καθώς αναφέρουν ότι μπορούν να εφαρμόζουν το νόμο της ανάκλασης όταν τους ζητείται. Επίσης μέσα στο μάθημα φαίνεται η σημασία της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, όταν κάποιοι μαθητές δίστασαν να σχεδιάσουν ακτίνες και από τους συμμαθητές τους παρακινήθηκαν για να δοκιμάσουν και τελικά να απαντήσουν και αυτοί σωστά. Αξίζει να αναφερθεί ότι όλοι σχεδίασαν την πρώτη ακτίνα από το σημείο στο κέντρο του κατόπτρου. Μια μαθήτρια μόνο σχεδίασε τη προσπίπτουσα ακτίνα και την ανακλώμενη της σε πιο ακριανό σημείο του κατόπτρου αλλά βλέποντας τους συμμαθητές της, την έσβησε και σχεδίασε και εκείνη μια ακτίνα που να φθάνει στο κέντρο του κατόπτρου. Ίσως αυτό τους διευκολύνει στο σχεδιασμό της ανακλώμενης ακτίνας.

Τα διαγράμματα των μαθητών στο φαινόμενο της διάθλασης του φωτός δείχνουν ότι υπάρχει μια πρόοδος, καθώς το μάθημα προχωρά. Αρχικά λίγοι μαθητές προσδιορίζουν με ακρίβεια τη θέση του ειδώλου, ενώ στο επόμενο πείραμα διπλασιάζεται ο αριθμός των μαθητών. Στο τέλος που δίνονται έτοιμα διαγράμματα όλοι οι μαθητές εντοπίζουν τη θέση του ειδώλου μετακινούμενοι στο επιστημονικό μοντέλο. Αυτό που φαίνεται πως τους δυσκολεύει είναι ο σχεδιασμός των προεκτάσεων, γιατί στα πρώτα πειράματα δεν τις σχεδιάζουν καθόλου. Εφαρμόζουν όμως με επιτυχία τη νέα γνώση στα έτοιμα διαγράμματα.

Ασκήσεις

Παρατηρείται ότι συνολικά 13 παιδιά γνωρίζουν και εφαρμόζουν σωστά το νόμο της ανάκλασης. Ακόμα και το κορίτσι που σχεδίασε την ανακλώμενη ακτίνα από την άλλη μεριά του κατόπτρου έχει εφαρμόσει σωστά το νόμο των ίσων γωνιών. Εντούτοις μόνο οι μισοί περίπου μπορούν να ορίσουν τη θέση του ειδώλου. Έτσι μπορεί να ειπωθεί ότι οι μισοί περίπου μετακινούνται στο επιστημονικό μοντέλο ως προς τη θέση του ειδώλου και οι υπόλοιποι μετακινούνται σε ένα ενδιάμεσο μοντέλο, δηλαδή σε κάποιο μοντέλο που περιέχει στοιχεία από το επιστημονικό μοντέλο (θέση ειδώλου πίσω από το κάτοπτρο, σημείο τομής προεκτάσεων ανακλώμενων ακτινών), αλλά

δεν είναι ολοκληρωμένο. Όλοι όμως οι μαθητές προσπαθούν να εφαρμόσουν τη νέα γνώση χρησιμοποιώντας το μοντέλο των ακτινών έστω και χωρίς να φθάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα φανερόντας την επίδραση της διδασκαλίας.

Αρκετά από τα λάθη τους όμως μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι καθώς πρώτα σχεδίαζαν τις προσπίπτουσες και τις ανακλώμενες ακτίνες και μετά προσπαθούσαν να σχεδιάσουν τις προεκτάσεις τους για να βρουν το σημείο του ειδώλου, δυσκολεύονταν να αναγνωρίσουν ποια είναι η προσπίπτουσα και ποια η ανακλώμενη ακτίνα για το κάθε σημείο. Για αυτό κάποιοι βρίσκουν το σημείο τομής από ακτίνες που προέρχονται από διαφορετικά σημεία είτε είναι προσπίπτουσες είτε είναι ανακλώμενες. Οι μαθητές που σχεδίασαν μόνο προσπίπτουσες ακτίνες για κάθε σημείο μάλλον δεν έχουν συνδέσει την έννοια του ειδώλου με την έννοια της ανάκλασης.

Μετατέστ

Στην ερώτηση για τις προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτινών μόνο 5 μαθητές βρίσκουν τη σωστή απάντηση, ενώ στην ερώτηση για τη θέση του ειδώλου δέκα παιδιά απαντούν σωστά. Φαίνεται λοιπόν ότι η διατύπωση της ερώτησης παίζει σημαντικό ρόλο στην απάντηση των μαθητών. Τα παιδιά που υποστήριζαν ότι οι προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτινών θα συναντηθούν σε ένα σημείο που απέχει από την επιφάνεια του κατόπτρου δυο φορές από την απόσταση αντικειμένου κατόπτρου στην επόμενη ερώτηση που ρωτά για τη θέση του ειδώλου της λάμπας απάντησαν σωστά. Ίσως δυσκολεύονται να συνδέσουν τις δύο ερωτήσεις. Οι μαθητές που ανέφεραν πως δεν γνωρίζουν είχαν δώσει την ίδια απάντηση και στο προτέστ που σημαίνει ότι δεν έχουν αποσαφηνίσει ακόμα το σημείο τομής των ανακλώμενων ακτινών. Το γεγονός ότι δεν επιλέγουν καμιά άλλη απάντηση φανερώνει τη δυσκολία τους να μπορέσουν να καταλήξουν σε κάποιες από τις υπόλοιπες επιλογές. Τρεις μόνο διδασκόμενοι δήλωσαν ότι η θέση του ειδώλου βρίσκεται πάνω στην επιφάνεια του κατόπτρου, φαίνεται πως διατηρούν την αρχική τους άποψη που είναι και η κυρίαρχη σε πολλούς μαθητές.

Στην ερώτηση για τη θέση του ειδώλου από διάθλαση οκτώ μαθητές επιλέγουν τη σωστή απάντηση, άλλοι τέσσερις μαθητές δηλώνουν ότι είδωλο και αντικείμενο θα βρίσκονται σε διαφορετική θέση και μόνο τρεις μαθητές εξακολουθούν να πιστεύουν ότι θα βρίσκονται στην ίδια θέση. Οι διδασκόμενοι που θεωρούν ότι το είδωλο θα φαίνεται πιο βαθιά από την πραγματική θέση του αντικειμένου στο προτέστ ισχυρίζονταν ότι το είδωλο και το αντικείμενο θα βρίσκονταν στην ίδια θέση. Αυτό δείχνει ότι έχουν μετακινηθεί από την αρχική τους άποψη σε μια νέα άποψη που είναι πιο κοντά στην επιστημονική.

Συμπέρασμα

Γενικά παρατηρείται πως τελικά δώδεκα διδασκόμενοι δηλώνουν ότι οι προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτινών και η θέση του ειδώλου βρίσκονται πίσω από το κάτοπτρο, που φανερώνει ότι έχουν μετακινηθεί από τις αρχικές τους απόψεις. Από αυτούς όμως μόνο έξι παιδιά μετακινούνται στο επιστημονικό μοντέλο, ενώ οι υπόλοιποι υιοθετούν κάποιο ενδιάμεσο μοντέλο που περιλαμβάνει στοιχεία του επιστημονικού μοντέλου (πίσω από το κάτοπτρο) αλλά εξαρτάται κιόλας από τη διατύπωση της ερώτησης. Αξίζει να ειπωθεί πως σχεδόν όλοι οι μαθητές χρησιμοποιούν το διάγραμμα – εργαλείο για να φθάσουν στην απάντηση τους και αυτό αποτελεί επίσης πρόοδο.

Αρχικά λοιπόν οι μαθητές δεν γνωρίζουν που τέμνονται οι προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτινών και οι μισοί περίπου απαντούν ότι το είδωλο βρίσκεται πάνω στο κάτοπτρο και οι μισοί ότι βρίσκεται πίσω από το κάτοπτρο (πίνακας 1). Οι απαντήσεις δεν βασίζονται σε διάγραμμα. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος φαίνεται πως υιοθετούν το επιστημονικό μοντέλο, ενώ στις ασκήσεις μόνο



οι μισοί μπορούν να ορίσουν σωστά τη θέση του ειδώλου, ενώ οι υπόλοιποι προσπαθούν να εφαρμόσουν τη νέα γνώση χρησιμοποιώντας το μοντέλο των ακτινών χωρίς να απαντούν με ακρίβεια. Όλοι όμως οι μαθητές δείχνουν ότι η θέση του ειδώλου θα βρίσκεται πίσω από το κάτοπτρο. Στο μετατέστ οι περισσότεροι μετακινούνται στο σημείο ότι η θέση του ειδώλου θα βρίσκεται πίσω από το κάτοπτρο, ενώ μόνο έξι μαθητές βρίσκουν με ακρίβεια τη θέση του ειδώλου, μολονότι χρησιμοποιούν το διάγραμμα-εργαλείο.

Γενικά μπορεί να ειπωθεί ότι οι περισσότεροι λοιπόν μαθητές (12) δείχνουν ότι είδωλο και αντικείμενο δεν βρίσκονται στην ίδια θέση κάτι που φανερώνει ότι έχουν μετακινηθεί από την αρχική τους άποψη. Βέβαια μόνο οι οκτώ μαθητές έχουν μετακινηθεί στο επιστημονικό μοντέλο, ενώ οι υπόλοιποι υιοθετούν κάποιο ενδιάμεσο μοντέλο. Αρχικά λοιπόν θεωρούσαν ότι η θέση του ειδώλου και του αντικειμένου θα βρίσκονται στο ίδιο σημείο και λιγότεροι ότι θα βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία, κατά τη διάρκεια του μαθήματος φαίνεται πως βαθμιαία υιοθετούν το επιστημονικό μοντέλο και στο μετατέστ οι περισσότεροι μετακινούνται στην άποψη ότι είδωλο και αντικείμενο βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις (πίνακας 2).

Παρατηρείται ότι οι διδασκόμενοι δίνουν καλύτερες απαντήσεις στις κλειστές ερωτήσεις. Επίσης από τις απαντήσεις τους φαίνεται πως κάποιοι μαθητές δυσκολεύονται στη θέση του ειδώλου από ανάκλαση, ενώ κάποιοι άλλοι στη θέση του ειδώλου από διάθλαση. Έτσι δε θα μπορούσε ούτε οι μαθητές να χωριστούν σε «καλούς» ή «κακούς» ούτε οι ενότητες σε «εύκολες» ή «δύσκολες». Ίσως θα βοηθούσε τους μαθητές να παροτρύνονταν στην περίπτωση της ανάκλασης να βρίσκουν πρώτα το είδωλο ενός σημείου και όχι να σχηματίζουν τις προσπίπτουσες ακτίνες με τις ανακλώμενες τους για όλα τα σημεία και μετά να σχεδιάζουν τις προεκτάσεις τους για να βρουν τη θέση του ειδώλου. Επίσης θα βοηθούσε τους διδασκόμενους αν χρησιμοποιούσαν διαφορετικά χρώματα για το κάθε σημείο ή διαφορετικά χρώματα για τις προσπίπτουσες και τις ανακλώμενες ακτίνες. Όσο για τη θέση του ειδώλου από διάθλαση θα ήταν ιδιαίτερο χρήσιμο να δεχτούν οι μαθητές ότι το είδωλο μπορεί να φαίνεται σε διαφορετική θέση από τη θέση του αντικειμένου.

Βιβλιογραφία

Κόκκοτας, Π. (1998). Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Αθήνα

Μίχας Π. (2003). Η διδασκαλία της Φυσικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Εκδ. ελληνικά γράμματα, Αθήνα

Μίχας Π., Καλπία Β. Αγγελιδης Δ. (2000) «Η κατανόηση των Θετικών Επιστημών από μαθητές ηλικίας 10 – 12 χρόνων του νομού Έβρου». Πρακτικά Ημερίδας που διεξήχθη στην Αλεξανδρούπολη.

Andersson B., Bach F. (2005) On Designing and Evaluating Teaching Sequences Taking Geometrical Optics as an Example, *Science Education*, [Volume 89 Issue 2](#), Pages 196 - 218

Fetherstonhaugh, T., Happs, J. and Treagust, D. (1987). Students' misconceptions about light: A comparative study of prevalent views found in Western Australia, France, New Zealand, Sweden and The United States, *Research in Science Education*, 17, 156-164

Galili, I. and Goldberg, F. (1993). Left – Right: Conversions in a Plane Mirror, *The Physics Teacher*, 31, 463-466

Goldberg, F. and Mc Dermott, L. (1986). Student Difficulties in Understanding Image formation by a Plane Mirror, *The Physics Teacher*, 24, 472- 480

Pope, M. & Gilbert, J. (1983). Personal Experience and the construction of the Knowledge in Science, *Science Education*, 67(2), 193-203

Osborne, J. and Wittrock, N. (1983). The generative Learning Model and its implication for Science education, *Studies in Science education*, 12, 59-87

Rice, K. and Feher, E. (1987). Pinholes and Images: Children' s Conceptions of Light and Vision I, *Science Education*, 71(4), 629-639

Watts, M. (1985). Student conception of light: a case study, *Physics Education*, 20, 183-187