ePublishing

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2011)

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο: «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

Η διδακτική προσέγγιση της διάθλασης του φωτός με τέσσερεις διαφορετικές μεθόδους. Ο ρόλος των προσομοιώσεων στο ανοικτό περιβάλλον «Interactive Physics»

Γ. Φύττας

Βιβλιογραφική αναφορά:

Φύττας Γ. (2023). Η διδακτική προσέγγιση της διάθλασης του φωτός με τέσσερεις διαφορετικές μεθόδους. Ο ρόλος των προσομοιώσεων στο ανοικτό περιβάλλον «Interactive Physics». *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 0959–0969. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4903

Η διδακτική προσέγγιση της διάθλασης του φωτός με τέσσερεις διαφορετικές μεθόδους .Ο ρόλος των προσομοιώσεων στο ανοικτό περιβάλλον «Interactive Physics »

Γ.Φύττας

Γενικό Πειραματικό Λύκειο Πανεπιστημίου Πατρών, georgefyttas@gmail.com

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εντάσσεται σε ένα ερευνητικό πλαίσιο ανίχνευσης διδακτικών παρεμβάσεων με τη χρήση των Νέων Τεχνολογιών, στη διδασκαλία της Φυσικής Γυμνασίου . Αναφέρεται στην έννοια της «διάθλασης του φωτός». Ο βασικος άξονας της έρευνας είναι η σύγκριση τεσσάρων Μεθόδων Διδασκαλίας του φαινομένου της διάθλασης του φωτός στην Γ΄ Τάξη του Γυμνασίου με κριτήριο τα καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα. Στις τρείς μεθόδους χρησιμοποιείται σαν βασικό γνωστικό εργαλείο ένα σύνολο τεσσάρων προσομοιώσεων σχεδιασμένων στο ανοικτό περιβάλλον του «Interactive Physics».Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από ένα σύνολο 213 μαθητών Γ΄ Γυμνασίου από τέσσσερα σχολεία και συνολικά δέκα τμήματα του νομού Αχαίας . Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι διδακτικές παρεμβάσεις με τη χρήση σεναρίων προσομοιώσεων φαίνεται να επιφέρουν εννοιολογικές αλλαγές σε σχέση με την κατανόηση του φαινομένου και ότι η μέθοδος με χρήση Η/Υ ανα άτομο έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους διδασκαλίας.

Λέξεις κλειδιά: *Διάθλαση , Interactive Physics, Διδακτικές παρεμβάσεις*

1. Εισαγωγή

Από την διερεύνηση των εργασιών που έχουν γίνει στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών τις τελευταίες δεκαετίες θα παρατηρήσουμε ότι το μεγαλύτερο βάρος έχει δοθεί σε τρεις τομείς:

- Στην ανίχνευση και καταγραφή των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών για όλες σχεδόν τις φυσικές έννοιες και τα φαινόμενα.
- Στις δυσκολίες και τα εμπόδια που αποτελούν τροχοπέδη για τη νοητική συγκρότηση γνώσεων.
- Στον εντοπισμό, σχεδιασμό, υλοποίηση αλλά και αξιολόγηση θεωρητικών εργαλείων και στρατηγικών για το μετασχηματισμό της βιωματικής γνώσης και τη συγκρότηση νέων νοητικών μοντέλων πιο ευέλικτων και γενικότερα πιο κοντινών στο επιστημονικό μοντέλο.

Η εργασία αυτή εστιάζει στην τρίτο τομέα, δηλαδή στον προσδιορισμό κατάλληλων διδακτικών δραστηριότητων για την διδασκάλια εννοιών των φυσικών επιστημών και

συγκεκριμένα έννοιες σχετικά με την διάθλαση του φωτός.

Σύμφωνα με τον Παπαμιχαήλ, (1988), στις διδακτικές δραστηριότητες πρέπει να κρύβεται ένα πλαίσιο αντιλήψεων το οποίο να δέχεται ότι η γνώση δεν μεταφέρεται, αλλά συγκροτείται στη σκέψη, στα πλαίσια ειδικά οργανωμένων διδακτικών πρωτοβουλιών, μέσω των οποίων οι μαθητές οδηγούνται στην οικοδόμηση συστημάτων σημασιών και νοητικών/γνωστικών εργαλείων προσέγγισης του φυσικού κόσμου.

Η παραγωγή τέτοιου είδους δραστηριοτήτων εμπλέκει προφανώς και άλλες επιστήμες μεταξύ των οποίων και η Πληροφορική. Πιο συγκεκριμένα, οι προτάσεις για εφαρμογή των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) σε τέτοιες διαδικασίες έχουν ενταθεί τα τελευταία χρόνια. Η ερευνητική μας εργασία εν μέρει εμπεριέχει έναν τέτοιο προβληματισμό. Επιχειρούμε να εντάξουμε τις προσομοιώσεις ως μεθοδολογικό εργαλείο, με στόχο τον μετασχηματισμό βιωματικών νοητικών παραστάσεων μαθητών ηλικίας 14-15 ετών σε ένα φαινόμενο της Οπτικής, τη διάθλαση, που ιστορικά δυσκόλεψε τους μελετητές μέχρι τελικά να την εξηγήσουν.

Η διάθλαση γενικά θεωρείται από τα δύσκολα φαινόμενα της Φυσικής σε σχέση με τη διδασκαλία της, για πολλούς λόγους. Ποιο συγκεκριμένα: η δυσκολία με την οποία χειριζόμαστε τις πειραματικές διατάξεις της οπτικής, η δυσκολία επανάληψης συμβατικών πειραμάτων οπτικής, η σύγχυση των χρησιμοποιούμενων μοντέλων (Viennot, 2000) και οι δυσκολίες στη κατανόηση των εννοιών της διάθλασης εξαιτίας των υπεργενικεύσεων που κάνουν οι μαθητές (Μίχας, 2005) , οδηγούν σε μια στατική διερεύνηση του αντικειμένου με τη παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας .

Με αυτά τα δεδομένα πλέον οι προσομοιώσεις αποτελούν διδακτικά εργαλεία που αναπτύσσονται δυναμικά, με πολλές εφαρμογές στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών από το εισαγωγικό (Tao & Tse,1993) μέχρι το πανεπιστημιακό επίπεδο (Schroeder & Moore, 1993).

Πολλοί ερευνητές έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα, ότι τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που βασίζονται σε προσομοιώσεις, μέσα από κατάλληλα σενάρια και διδακτικές προσεγγίσεις βοηθούν τους μαθητές να ξεπεράσουν τις γνωστικές δυσκολίες που οφείλονται στις παρανοήσεις τους και να βελτιώσουν τις εναλλακτικές ιδέες τους (Jimoyiannis & Komis, 2001, Jimoyannis et al., 2000).

Τα αποτελέσματα ερευνών που έχουν γίνει για τη διδασκαλία της Οπτικής με χρήση προσομοιώσεων έδειξαν ότι οι μαθητές κατανοούν καλύτερα τις έννοιες και τις αρχές της Γεωμετρικής Οπτικής .Στην έρευνά του « Η *συμβολή των προσομοιώσεων στη διδασκαλία της Οπτικής στο Γυμνάσιο* » Μικρόπουλος, (2006) διερευνά τις ιδέες των μαθητών Β΄ Γυμνασίου σχετικά με απλά φαινόμενα Γεωμετρικής Οπτικής και διαπιστώνουν τη συμβολή προσομοιώσεων στη δημιουργία νοητικών αναπαραστάσεων και κατανόηση των φαινομένων αυτών.

Εμείς χρησιμοποιήσαμε το πακέτο Interactive Physics (Edition 2005). Με αυτό

παρέχεται η δυνατότητα ανάπτυξης ενός πλήρους εικονικού εργαστηρίου Φυσικής στον υπολογιστή, το οποίο υποστηρίζεται από ένα ισχυρό περιβάλλον προσομοίωσης. Μελέτη και αξιολόγηση του λογισμικού περασμένης έκδοσης έχει γίνει σε εργασία με θετικά αποτελέσματα (Τζιμογιάννης, 1998). Το Interactive Physics (http://www.design-simulation.com) χαρακτηρίζεται από ένα ιδιαίτερα φιλικό περιβάλλον επικοινωνίας (interface) και ενσωματώνει μία σειρά από δυνατότητες, οι οποίες διαμορφώνουν ένα εναλλακτικό εργαστήριο Φυσικής (Τζιμογιάννης & Κόμης, 2001). Η επιλογή του πακέτου Interactive Physics 2005 στην συγκεκριμένη εργασία οφείλεται: α) Στη φιλικότητα και ευελιξία του περιβάλλοντος επικοινωνίας χρήστη-υπολογιστή, β) στο ισχυρό περιβάλλον προσομοίωσης, γ) στην ιδιαιτερότητα των προσομοιώσεων που θέλαμε να κατασκευάσουμε.

Το περιβάλλον των προσομοιώσεων του Interactive Physics αναφέρεται στη περιοχή της Νευτώνειας Μηχανικής και του Στατικού Ηλεκτρισμού, μπορεί δε να υποστηρίξει με επιτυχία τη στροβοσκοπική μελέτη φυσικών διαδικασιών (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 1997). Πολλές ερευνητικές εργασίες έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια με τη βοήθεια του συγκεκριμένου λογισμικού που εστιάζουν κυρίως στις έννοιες της κινηματικής. Στην εργασία: *Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion* (Jimoyiannis & Komis, 2001) επιβεβαιώνεται η θετική συμβολή του λογισμικού στα μαθησιακά αποτελέσματα.

2. Μεθοδολογικό πλαίσιο

Στην αρχή της πειραματικής διαδικασίας επιχειρούμε να καταγράψουμε τα παραστατικά σχήματα των μαθητών/τριών με βάση τις προβλέψεις τους και τις αιτιολογήσεις τους για τη πορεία των ακτινών μετά τη πρόσπτωση στη διαχωριστική επιφάνεια δυο διαφανών οπτικών μέσων (αντικείμενο άλλης ερευνητικής εργασίας). Στηριζόμενοι σε αυτά τα δεδομένα κάνουμε μια απόπειρα να αναζητήσουμε κατάλληλα εργαλεία και διδακτικές μεθόδους / στρατηγικές που θα συντελέσουν στο μετασχηματισμό της βιωματικής σκέψης και στη συγκρότηση μοντέλων περισσότερο συμβατών με το επιστημονικό. Στα πλαίσια λοιπόν του εποικοδομιτισμού προτείνεται η ενεργός συμβολή του εκπαιδευτικού στο να δημιουργήσει διδακτικές καταστάσεις που θα μπορέσουν να αποσταθεροποιήσουν και να αποσυντονίσουν τις αρχικές δομές των παιδιών. Έτσι στη δεύτερη φάση της εργασίας μας (διδακτική παρέμβαση) εμπλέκουμε τους μαθητές/τριες με διαφορετικούς τρόπους σε δραστηριότητες με βάση τις προσομοιώσεις του φαινομένου, με σκοπό τη δημιουργία συνθηκών γνωστικής σύγκρουσης, χρησιμοποιώντας ένα ακτινικό μοντέλο συμβατό με το ηλικιακό τους επίπεδο στα πλαίσια της Γεωμετρικής Οπτικής.

Ερευνητικά ερωτήματα

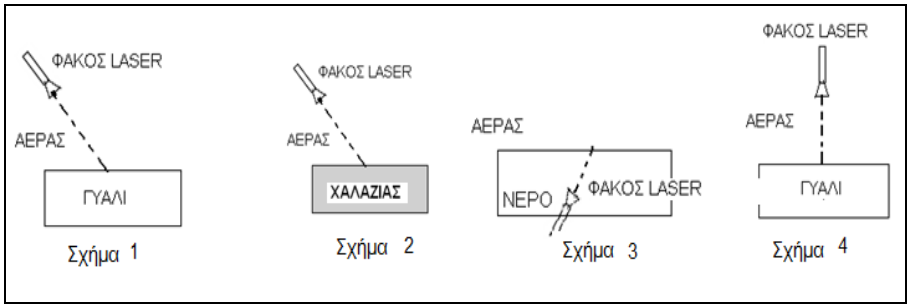
Τα ερευνητικά ερωτήματα στα οποία προσπαθεί να δώσει απαντήσεις η εργασία αυτή είναι: α)Είναι θετική η όχι η συμβολή των προσομοιώσεων κατασκευασμένων με το λογισμικό Interactive Physics στη δημιουργία νοητικών μοντέλων και στη

κατανόηση από τους μαθητές/τριες της πορείας που θα ακολουθήσει μια ακτίνα φωτός όταν πέσει στη διαχωριστική επιφάνεια δυο διαφανών μέσων; β)Ποια από τις μεθόδους/στρατηγικές διδασκαλίας της διάθλασης που χρησιμοποιήθηκαν δίνει τα καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα σε κάθε ερώτηση;

Ερευνητική διαδικασία

Σαν τεχνική έρευνας για τις απόψεις των μαθητών/τριών αλλά και την αξιολόγηση (προ-τεστ και μετά-τεστ) χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο με τέσσερις (4) ερωτήσεις. Επιλέξαμε έναν μικρό αριθμό ερωτήσεων γιατί σε αυτή την ηλικία οι μαθητές συνήθως δυσανασχετούν να συμπληρώνουν μακροσκελή ερωτηματολόγια. Σε κάθε ερώτηση έπρεπε οι μαθητές να σχεδιάσουν τη πορεία της ακτίνας αλλά και να δικαιολογήσουν την επιλογή τους. Επιλέξαμε σε κάθε ερώτηση να υπάρχουν γραφικά γιατί σύμφωνα με έρευνες, (Δημητρακοπούλου, 1999), είναι πιο εύκολο για τους μαθητές αυτής της ηλικίας να ζωγραφίζουν από το να διατυπώνουν τις απόψεις τους λεκτικά. Κάθε ερώτηση περιείχε κι ένα σχήμα .Οι μαθητές έπρεπε να σχεδιάσουν τη πορεία της ακτίνας σε κάθε περίπτωση αλλά και να δικαιολογήσουν την επιλογή τους.

Στην πρώτη ερώτηση η ακτίνα κινείται από τον αέρα και προσπίπτει σε ένα γυάλινο πλακίδιο(Σχήμα 1) , στη δεύτερη αλλάζει το υλικό του πλακιδίου και οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν αν θα υπάρξει κάποια αλλαγή στη πορεία της ακτίνας και ποια θα είναι αυτή (Σχήμα 2), στη τρίτη ερώτηση η ακτίνα κινείται από το γυάλινο πλακίδιο προς τον αέρα (Σχήμα 3) και οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν τη πορεία της μέσα κι έξω από το γυαλί .Τέλος η ακτίνα προσπίπτει κάθετα στο γυαλί (Σχήμα 4).



Γράφημα 1 :*Τα σχέδια των Ερωτήσεων*

Όλα τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν επώνυμα ώστε να είναι δυνατή και η σύγκριση των αποτελεσμάτων ανά μαθητή/τρια.

Δέκα με δεκαπέντε ημέρες αργότερα ακολούθησε η διδακτική παρέμβαση στο σύνολο των 213 μαθητών/τριών. Ο κάθε μαθητής συμμετείχε μόνο σε μία από αυτές.

Δέκα με δεκαπέντε μέρες μετά τη διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε το μεταγνωστικό τεστ. Τα αποτελέσματα αυτού συγκρίθηκαν με αυτά του προτεστ (πριν από τη διδακτική παρέμβαση). Το μεταγνωστικό τεστ διενεργήθηκε με το ίδιο

ακριβώς ερωτηματολόγιο που είχε χρησιμοποιηθεί και στο προτεστ ώστε να συγκρίνουμε πιο εύκολα τα αποτελέσματα.

Τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην έρευνα

Το δείγμα της ερευνητικής μας προσπάθειας αποτέλεσαν μαθητές της Γ΄ Τάξης Γυμνασίου κατά το σχολικό έτος 2008-2009 δηλαδή μαθητές ηλικίας 14-15 ετών από τέσσερα (4) σχολεία του Νομού Αχαΐας. Οι 213 μαθητές ανήκαν σε δέκα (10) συνολικά τμήματα. Το φαινόμενο της διάθλασης είχε ήδη διδαχθεί στην ΣΤ΄ του Δημοτικού .

Η δειγματοληψία των τμημάτων ήταν ανεξάρτητη της σχολικής επίδοσης - αν και ο μέσος όρος της επίδοσης των τμημάτων ήταν περίπου ο ίδιος κατά το 1^{ο} διδακτικό τρίμηνο - του μορφωτικού επιπέδου των γονέων, της κοινωνικής προέλευσης και της περιοχής κατοικίας. Ωστόσο για λόγους αντιπροσωπευτικότητας επιδιώχθηκε η μεγαλύτερη δυνατή διασπορά των σχολείων προέλευσης.

Ως προς το φύλο το δείγμα ήταν περίπου διχοτομημένο (λίγα κορίτσια περισσότερα).

Σε κάθε μέθοδο συμμετείχαν μαθητές από δυο τουλάχιστον διαφορετικά σχολεία. Ιδιαίτερα στη Μέθοδο/Στρατηγική Β (Υπολογιστής ανά μαθητή) που αναλύεται διεξοδικά στην άλλη ενότητα ,[12]υπήρξε μεγάλο πρόβλημα στο να προσεγγίσουμε σχολεία που να είναι σε θέση να ανταπεξέλθουν τεχνολογικά, μιας και εξοπλισμός στα περισσότερα από αυτά ήταν αρκετά παλιός. Ακολουθεί η παρουσίαση των τεσσάρων διδακτικών παρεμβάσεων.

2.1 Οι διδακτικές παρεμβάσεις

Πριν αρχίσει η ερευνητική διαδικασία προηγήθηκαν πιλοτικές εφαρμογές σε τρία τμήματα όπου στο καθένα εφαρμόστηκε και από μια από τις μεθόδους Α , Γ και Δ. Σε ένα μικρό δείγμα τριών μαθητών εφαρμόστηκε η Μέθοδος Β (μαθητής και υπολογιστής) Σκοπός ήταν να εκτιμήσουμε το χρόνο κάθε μεθόδου, ώστε να κυμανθεί γύρω στα πενήντα λεπτά για να μη διαταραχθεί το σχολικό ωρολόγιο πρόγραμμα και δημιουργηθεί αναταραχή στην ομαλή λειτουργία των σχολικών μονάδων τις μέρες που θα πραγματοποιούνταν οι διδακτικές παρεμβάσεις.

Επίσης μας δόθηκε η δυνατότητα να αποκτήσουμε μια εικόνα των σχημάτων που χρησιμοποιούν οι μαθητές/τριες για να δικαιολογήσουν τη πορεία της ακτίνας όταν προσπίπτει σε ένα άλλο διαφανές μέσον, αλλά και τις δυσκολίες που συνάντησαν στο να «τρέξουν» τις προσομοιώσεις και τα φύλλα εργασίας.

Για τη διδασκαλία της διάθλασης ,λαμβάνοντας υπόψη τις νοητικές παραστάσεις των μαθητών ηλικίας 13-14 ετών, εφαρμόσαμε τέσσερεις διαφορετικές μεθοδους/στρατηγικές διδασκαλίας .

α. Μέθοδος/Στρατηγική Α (Παραδοσιακή μέθοδος)

Οι μαθητές που διδάχθηκαν την ενότητα της διάθλασης με τη Μέθοδο Α (παραδοσιακή μέθοδος) ήταν συνολικά σαράντα (40) και προέρχονταν από δυο τμήματα σχολείων της Πάτρας και Αιγίου.

Δέκα μέρες πριν από τη διδακτική παρέμβαση οι μαθητές είχαν συμπληρώσει το ερωτηματολόγιο (προτέστ). Ο ερευνητής κατόπιν συνεννοήσεως με τους εκπαιδευτικούς που δίδασκαν το μάθημα, όρισαν τις έννοιες που θα διδάσκονταν. Η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούςκαι πραγματοποιήθηκε στη σχολική τάξη. Η διάρκειά της ήταν περίπου μία διδακτική ώρα (50 λεπτά). Ο ερευνητής παρακολούθησε τη διδασκαλία χωρίς να επέμβει σε κανένα σημείο. Δεν πραγματοποιήθηκε κανένα πείραμα ή άλλη δραστηριότητα - μετωπική ή ομαδική - κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Σαν εποπτικό μέσο διδασκαλίας χρησιμοποιήθηκε από τους εκπαιδευτικούς μόνο ο πίνακας. Ο κάθε εκπαιδευτικός ακολούθησε τη δική του μεθοδολογία χωρίς καμιά επέμβαση. Η συμμετοχή των μαθητών δεν ήταν ιδιαίτερα μεγάλη.

β. Μέθοδος/Στρατηγική Β (Κάθε μαθητής και υπολογιστής)

Οι μαθητές που προσέγγισαν την ενότητα της διάθλασης με την Μέθοδο/Στρατηγική Β (Η/Υ ανα μαθητή) ήταν συνολικά τριάντα τρείς (33) και προέρχονταν από δυο διαφορετικά τμήματα σχολείων του Αιγίου και της Πάτρας.

Μία εβδομάδα πριν από τη διδακτική παρέμβαση ο ερευνητής ήλθε σε επαφή με τους εκπαιδευτικούς εγκατέστησε το λογισμικό στους υπολογιστές στους οποίους θα εργάζονταν οι μαθητές/τριες. Σε ένα φάκελο στην επιφάνεια εργασίας τοποθέτησε τα τέσσερα (4) έργα - προσομοιώσεις με τα οποία θα δούλευαν οι μαθητές/τριες.

Σε κάθε μαθητή/τρια δόθηκε ένα φύλλο εργασίας. Ο κάθε μαθητής δούλεψε μόνος του μπροστά στον υπολογιστή ακολουθώντας το φύλλο εργασίας. Στους μαθητές/τριες δεν δόθηκε καμιά ιδιαίτερη οδηγία. Οι μαθητές διεκπεραίωσαν τα τέσσερα έργα που περιείχε το φύλλο εργασίας μέσω των αντίστοιχων προσομοιώσεων. Η διαδικασία διήρκεσε περίπου 50 λεπτά. Οι ερωτήσεις που ήταν καθαρά διαδικαστικές ή αφορούσαν το νόημα κάποιων λέξεων στο φύλλο εργασίας.

γ. Μέθοδος /Στρατηγική Γ (Διδασκαλία στη τάξη με τη χρήση videoprojector).

Οι μαθητές που συμμετείχαν στη διδακτική παρέμβαση με την Μέθοδο/Στρατηγική Γ ήταν συνολικά εβδομήντα οκτώ (78) και προέρχονταν από τέσσερα (4) συνολικά τμήματα σχολείων της Πάτρας και Αιγίου.

Στα δύο (2) από τα τέσσερα τμήματα η διδακτική παρέμβαση έγινε στην τάξη και στα άλλα δυο στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου. Στην αίθουσα υπήρχε ένας videoprojector συνδεδεμένος σε έναν υπολογιστή. Την διαδικασία την ανέλαβε ο ίδιος ο ερευνητής. Χρησιμοποιήθηκε το ίδιο φύλλο εργασίας που χρησιμοποιήθηκε στη Μέθοδο Β. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής: σε κάθε έργο ο ερευνητής διατύπωνε το αρχικό σενάριο και στη συνέχεια έθετε στους μαθητές/τριες

την ερώτηση/πρόβλημα. Ζητούσε από αυτούς να προβλέψουν τη συνέχεια ή τη λύση του προβλήματος. Οι μαθητές έπαιρναν το λόγο έτσι ώστε να ακουστούν όσο το δυνατόν περισσότερες απόψεις. Στη συνέχεια ο ερευνητής έτρεχε την προσομοίωση οπότε επιβεβαιωνόταν ή όχι η πρόβλεψη του κάθε μαθητή. Μετά από κάθε έργο ο ερευνητής ζητούσε από τους μαθητές να διατυπώσουν ένα γενικό συμπέρασμα. Συνολικά στο φύλλο εργασίας υπήρχαν τέσσερα έργα που διεκπεραιώνονταν μέσω αντίστοιχων προσομοιώσεων. Οι μαθητές/τριες δεν σημείωναν τίποτε, απλώς συμμετείχαν στη διαδικασία με τις απόψεις τους.

Η διάρκεια της διαδικασίας κυμάνθηκε από πενήντα έως εξήντα λεπτά. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας οι μαθητές/τριες μπορούσαν να κάνουν και ερωτήσεις ώστε να υπάρχει αλληλεπίδραση με τους άλλους μαθητές.

δ. Μέθοδος/Στρατηγική Δ (Διδασκαλία στη τάξη με χρήση videoprojector με παράλληλη συμπλήρωση φύλλου εργασίας από τους μαθητές/τριες).

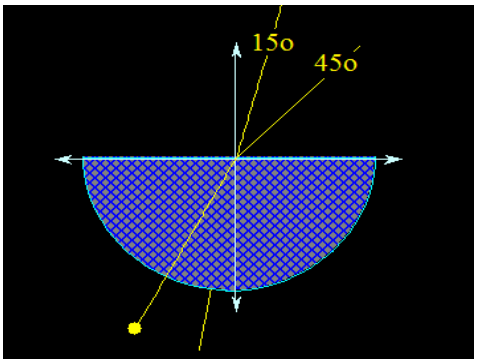
Οι μαθητές που συμμετείχαν στη διδακτική παρέμβαση με τη Μέθοδο /Στρατηγική Δ ήταν συνολικά εξήντα δύο (62) και προέρχονταν από τρία (3) τμήματα.

Στα δύο τμήματα η διδακτική παρέμβαση έγινε στη τάξη και στο τρίτο στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου. Στις αίθουσες υπήρχε ένας videoprojector συνδεδεμένος σε έναν υπολογιστή. .Σε κάθε μαθητή δόθηκε απο ένα φύλλο εργασίας στο οποίο έπρεπε να καταγράφει τις προβλέψεις και τα συμπεράσματά του. Ο ερευνητής και οι μαθητές χρησιμοποίησαν το ίδιο φύλλο εργασίας που χρησιμοποιήθηκε στις Μεθόδους /Στρατηγικές Β και Γ. Ο ερευνητής ακολούθησε το φύλλο εργασίας όπως και στη Μέθοδο Γ. Δηλαδή διάβαζε το σενάριο και διατύπωνε την ερώτηση ή το πρόβλημα. Στη συνέχεια ζητούσε από τους μαθητές/τριες να προβλέψουν και να καταγράψουν την πρόβλεψή τους στο φύλλο εργασίας. Και σε αυτή τη περίπτωση οι μαθητές εξέφραζαν δημόσια την πρόβλεψή τους. Συνεπώς ακούγονταν πολλές προβλέψεις, αλλά δε υπήρχε αλληλεπίδραση με τους άλλους μαθητές. Ο ερευνητής « έτρεχε » την προσομοίωση, οπότε οι μαθητές κατέγραφαν τη σωστή απάντηση επιβεβαιώνοντας ή όχι τη πρόβλεψή τους. Στο τέλος κάθε σεναρίου κατέγραφαν τα συμπεράσματά τους. Η διαδικασία διήρκεσε περίπου πενήντα με εξήντα λεπτά. Στο τέλος συλλέξαμε τα φύλλα εργασίας των μαθητών για να τα επεξεργαστούμε στη συνέχεια.

Τα σενάρια - έργα

Σε κάθε σενάριο χρησιμοποιήσαμε και μια προσομοίωση:

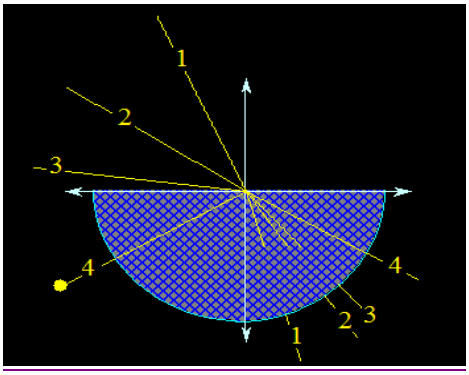
Σενάριο Α Το φως περνάει από τον αέρα στο γυαλί χρησιμοποιούμε τη προσομοίωση «ΑΠΟ ΑΕΡΑ ΣΕ ΓΥΑΛΙ» . Μια λεπτή ακτίνα φωτός προσπίπτει πλάγια σε ένα γυάλινο πλακίδιο. Ζητάμε από τους μαθητές να προβλέψουν τη πορεία μέσα στο πλακίδιο. Βασικά χαρακτηριστικά η ενέργεια step by step και η εμφάνιση και παραμονή των ιχνών από τις προηγούμενες προσπτώσεις ώστε να γίνεται άμεσα η σύγκριση των γωνιών από τους μαθητές (Σχήμα 1)



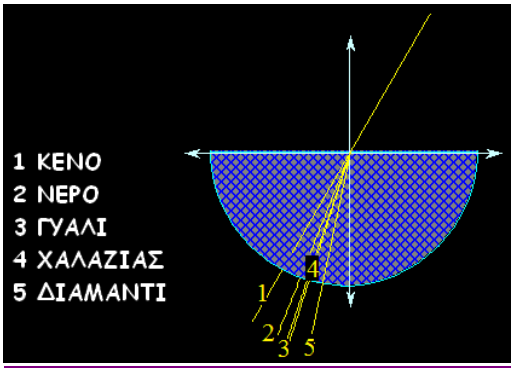
***Σχήμα 1**: Προσομοίωση «ΑΠΟ ΑΕΡΑ ΣΕ ΓΥΑΛΙ»*

Σενάριο Β Το φως περνάει από το γυαλί στον αέρα χρησιμοποιούμε τη προσομοίωση «ΑΠΟ ΓΥΑΛΙ ΣΕ ΑΕΡΑ» (Σχήμα 2) . Μια λεπτή ακτίνα φωτός κινούμενη μέσα σε γυαλί προσπίπτει πλάγια στη διαχωριστική επιφάνεια γυαλιού - αέρα.Ζητάμε από τους μαθητές να προβλέψουν τη πορεία της ακτίνας στον αέρα .Παράμετρος που μεταβάλλουμε είναι η γωνία πρόσπτωσης.

Σενάριο Γ Σχέση γωνίας διάθλασης με το υλικό χρησιμοποιούμε τη προσομοίωση «ΥΛΙΚΟ» (Σχήμα 3).Μια λεπτή ακτίνα φωτός κινούμενη στον αέρα προσπίπτει πλάγια σε ένα πλακίδιο με σταθερή γωνία 30° . Στο σενάριο αυτό μπορούμε κάθε φορά να μεταβάλουμε το υλικό του πλακιδίου με ένα μεταβολέα .Ζητάμε να γίνει πρόβλεψη για τη πορεία της ακτίνας στο εκάστοτε υλικό .Σημαντικό εργαλείο σε αυτή τη προσομοίωση είναι η παραμονή των ιχνών στην επιφάνεια από προηγούμενες εκτελέσεις. Στόχος της προσομοίωσης να γίνει συσχέτιση της πυκνότητας του υλικού με την ταχύτητα με την οποία κινείται μέσα σε αυτό η ακτίνα.



***Σχήμα 2**: Προσομοίωση «ΑΠΟ ΓΥΑΛΙ ΣΕ ΑΕΡΑ»*



***Σχήμα 3**: Προσομοίωση «ΥΛΙΚΟ»*

Σενάριο Δ Ο νόμος του Snell χρησιμοποιούμε τη προσομοίωση «ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ SNELL» . Μια λεπτή ακτίνα φωτός κινούμενη στον αέρα προσπίπτει πλάγια σε ένα πλακίδιο.Οι μαθητές με τη βοήθεια των μετρητών της προσομοίωσης μετράνε τις γωνίες πρόσπτωσης και διάθλασης, στη συνέχεια υπολογίζουν το λόγο των ημιτόνων των δύο γωνιών ώστε να αναδειχθεί η σταθερότητα του λόγου για το συγκεκριμένο υλικό και εισαγωγή της έννοιας του δείκτη διάθλασης.

Δέκα με δεκαπέντε μέρες μετά την διδακτική παρέμβαση δίνεται στους μαθητές/τριες να συμπληρώσουν το ίδιο ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε σαν προτεστ. Ζητούνται πάλι προβλέψεις, περιγραφές και αιτιολογήσεις, τόσο σε λεκτικό όσο και σε διαγραμματικό επίπεδο χωρίς, όπως είναι φυσικό, τη δυνατότητα επαλήθευσης ή διάψευσης.

3. Τα αποτελέσματα της έρευνας

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μεθόδων επαγωγικής στατιστικής. Χρησιμοποιήσαμε σαν ανεξάρτητες μεταβλητές τις τέσσερεις Μεθόδους διδασκαλίας, και ως εξαρτημένη μεταβλητή την ενδεχόμενη μεταβολή του γνωστικού αποτελέσματος (σωστές απαντήσεις). Πιο συγκεκριμένα, για να διαπιστωθεί ποια από τις τέσσερις Μεθόδους /Στρατηγικές διδασκαλίας είχε τα καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα συγκρινόμενες ανα δυο μεταξύ τους, χρησιμοποιώ το t-test ανεξαρτήτων μεταβλητών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση τα συγκρινόμενα κάθε φορά σύνολα είναι οι δύο Μέθοδοι διδασκαλίας. Από τους στατιστικούς ελέγχους καταλήγουμε ότι η Μέθοδος Β συγκρινόμενη με κάθε μια από τις άλλες δίνει σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα για την ορθή πορεία των ακτίνων. Συνολικά οι διδακτικές παρεμβάσεις Β, Γ και Δ επέφεραν σημαντική βελτίωση στο γνωστικό αποτέλεσμα. Κοινό χαρακτηριστικό των Μεθόδων Β, Γ και Δ είναι η διδακτική προσέγγιση των έργων με τη χρήση κοινών προσομοιώσεων κατασκευασμένων με το Interactive Physics. Η παραδοσιακή μέθοδος προσέγγισης του γνωστικού αντικείμενου υπολείπεται των υπολοίπων *σημαντικά*, εκτός από τη σύγκρισή της με τη Μέθοδο Δ (videoprojector + ΦΕ) σε συγκεκριμένες ερωτήσεις φαίνεται να υπολείπεται σε αποτελέσματα ωστόσο τονίζουμε ότι δεν είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά. Οι μέθοδοι Γ και Δ στις ίδεις ερωτήσεις δεν φαίνεται να έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Εκτιμούμε ότι το περισσότερο διαλεκτικό πλαίσιο της μεθόδου Γ σε σχέση με αυτό της μεθόδου Δ συνετέλεσε ώστε να έχουμε σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα.

4. Συμπεράσματα

Αρχικά τα αποτελέσματα της εργασίας επιβεβαιώνουν απόλυτα τις ερευνητικές υποθέσεις που κάναμε. Δηλαδή:

Οι προσομοιώσεις συνεισφέρουν στο μετασχηματισμό των νοητικών παραστάσεων για τη πορεία των ακτίνων μέσα σε ένα διαφανές μέσον, κάτι που αναδεικνύεται σε μεγάλο βαθμό από τα αποτελέσματα των απαντήσεων των μαθητών/τριών που

συμμετείχαν στις διδακτικές παρεμβάσεις με τη χρήση προσομοιώσεων. Η μέθοδος που ουσιαστικά δίνει ποσοτικά αλλά και ποιοτικά εξαιρετικά αποτελέσματα είναι η Μέθοδος Β. Σαν γενικό συμπέρασμα, με βάση τα εξαχθέντα αποτελέσματα και τη στατιστική επεξεργασία των εμπειρικών δεδομένων, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι μαθητές/τριες που συμμετείχαν στην ανίχνευση των νοητικών βιωματικών παραστάσεων και στις διδακτικές διαδικασίες με τις τέσσερεις μεθόδους, φαίνεται να είναι σε θέση, μέσα στα πλαίσια ενός αλληλεπιδραστικού μαθησιακού περιβάλλοντος να αντιμετωπίζουν τα φαινόμενα που σχετίζονται με τη πορεία των ακτίνων μέσα σε ένα διαφανές μέσο, με συλλογισμούς που αποδεικνύουν την πρόσκτηση του πρόδρομου ακτινικού μοντέλου. Από διδακτική άποψη λοιπόν, καθώς τα ερμηνευτικά πρότυπα των παιδιών ανταποκρίνονται πλήρως στο πρότυπο της Γεωμετρικής Οπτικής, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι οι διδακτικές προσεγγίσεις με χρήση προσομοιώσεων φαίνεται να δίνουν καλά αποτελέσματα μέσω των τριών τουλάχιστον Μεθόδων διδασκαλίας υπήρξε επιτυχής.

Βιβλιογραφία

Δημητρακοπούλου, Α. (1999). *Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας στη διδακτική των φυσικών επιστημών: Τι προσφέρουν και πως τις αξιοποιούμε* ; Εδικό Αφιέρωμα στη Πληροφορική και Εκπαίδευση, ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ, 3η Περίοδος, Vol. Η’, No 30, 48-58

Goldberg, F. M.,& McDermott, L. C. (1987). An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirror. *American Journal of Physics*, 55(2), 108-119.

Interactive Physics: http://www.krev.com

Jimoyiannis, A., & Komis V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*,36, 183-204.

Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών.* Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.

Μικρόπουλος, Τ. (2006). *Ο Υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο*. Αθήνα: ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ.

Μίχας,Π. (2005). *Η διδακτική της Οπτικής μέσα από μια Διαχρονική Ματιά*. Εκδόσεις « τυπωθήτω », Γ. Δαρδάνος. ΑΘΗΝΑ 2005.

Παπαμιχαήλ, Γ. (1988). *Μάθηση και κοινωνία. Η εκπαίδευση στις θεωρίες της μάθησης*. Οδυσσέας, Αθήνα.

Schroeder D. V., & Moore T. A.(1993). A computer-simulated Stern-Gerlach laboratory. *American Journal of Physics*,61(9), 798.

Τζιμογιάννης Α., & Μικρόπουλος, Τ. Α. (1997). *Ο υπολογιστής στη διδασκαλία της Φυσικής. Μία άμεση πρόταση εφαρμογής με συνδυασμένη χρήση λογισμικού προσομοίωσης και φύλλων εργασίας*, Πρακτικά Διημερίδας Πληροφορικής «Η Πληροφορική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση», p 107.

Τζιμογιάννης, Α.(1998). Διδασκαλία Φυσικής και υπολογιστές. Μία πρόταση άμεσης εφαρμογής με χρήση προσομοιώσεων και φύλλων εργασίας. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*

Tao P. K., Tse, M. W., & Yu C. K.(1993). Developing CAL programs for school physics. *Physics Education*, 28, 178.

Trowbridge, D. E., &McDermott, L. (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American Journal of. Physics*,48(12), 1020-1028.

Viennot, L.(2000). Spontaneus Reasoning in Elementary Dynamics, *European Journal of Scince Education*, vol 1, No 2, p 213.