

Αξιοποίηση του λογισμικού *Interactive Physics* για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Νίκη Σισσαμπέρι¹, Γιώργος Φύττας²

¹Υποψ. Διδάκτορας, ΤΕΕΑΠΗ Πανεπιστημίου Πατρών, Εκπαιδευτικός Πρωτοβάθμιας, nsissam@upatras.gr

²Φοιτητής Μεταπτυχιακού Προγράμματος, ΤΕΕΑΠΗ Πανεπιστημίου Πατρών, Φυσικός, gfyttas@upatras.gr

Περίληψη

Στην ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία καταγράφεται ένας ολοένα αυξανόμενος αριθμός ερευνητικών μελετών οι οποίες προσπαθούν να διασαφηνίσουν το ρόλο των υπολογιστικών περιβαλλόντων στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Υπάρχουν ήδη αρκετά δεδομένα που συνηγορούν υπέρ της θετικής επίδρασης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία, ωστόσο επειδή πρόκειται για έναν σχετικά νέο ερευνητικό πεδίο, θεωρείται θεμιτή κάθε προσπάθεια διερεύνησης των παραμέτρων αυτής της επίδρασης, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά την πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Υπό αυτή τη λογική παρουσιάζουμε μια προσπάθεια ένταξης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πράξη αξιοποιώντας τις δυνατότητες του εκπαιδευτικού λογισμικού *Interactive Physics* για τη διδασκαλία της ταχύτητας στην Ε΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοιώσεων, διδακτική Φυσικών Επιστημών, κινηματική

1. Εισαγωγή

Αντικείμενο της παρουσιάσής μας αποτελεί μια διδακτική παρέμβαση στηριγμένη στην αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού *Interactive Physics*. Μαθητές και μαθήτριες της Ε΄ τάξης του Δημοτικού διδάχθηκαν έννοιες της *κινηματικής* κυρίως την *ταχύτητα*, τη βασικότερη ιδιότητα ενός κινούμενου σώματος (Hewitt, 1992). Η διδακτική παρέμβαση είχε ως γενικό σκοπό την οικοδόμηση επιστημονικού τύπου γνώσεων για την ταχύτητα επιδιώκοντας την απόρριψη ή τροποποίηση εκ μέρους των μαθητών/ριών των βιωματικών παραστάσεών τους. Ο μετασχηματισμός των βιωματικών παραστάσεων για την ταχύτητα όπως διαπιστώνεται από σχετικές ερευνητικές μελέτες είναι ιδιαίτερα δύσκολο διδακτικό εγχείρημα. Γενικά μαθητές/ριες όλων των ηλικιών ακόμη και φοιτητές της Φυσικής δυσκολεύονται στην κατανόηση εννοιών της κίνησης με όρους της Μηχανικής του Νεύτωνα. Τείνουν περισσότερο να τροποποιήσουν και όχι να εγκαταλείψουν τις έμφυτες και εδραιωμένες λειτουργικές τους ιδέες επισυνάπτοντας απλώς καινούριους όρους στις δικές τους θεωρίες (Driver et al, 2000). Συνεπώς, η ενσωμάτωση στη διδακτική πράξη μεθόδων διδασκαλίας με σκοπό την καταλληλότερη διδακτική προσέγγιση όχι απλώς δικαιολογείται αλλά και επιβάλλεται.

Η ένταξη της χρήσης στη διδακτική πράξη των εκπαιδευτικών λογισμικών προσομοιώσεων, η οποία προτείνεται από ερευνητές που μελετούν το εύρος και την ποιότητα της αποτελεσματικότητάς τους (Βοσνιάδου, 1998; Δημητρακοπούλου, 1999; Κόμης, 2003; Ραβάνης, 2004) συνιστά μια σύγχρονη διδακτική πρόταση. Οι προσομοιώσεις αποτελούν μία από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές των ΤΠΕ στη διδασκαλία της Φυσικής και παράλληλα ένα σημαντικό εργαλείο στην κατανόηση εννοιών της φυσικής. Βασίζονται σε μοντέλα αναπαράστασης διαφόρων φυσικών καταστάσεων, τα οποία δημιουργούνται με βάση την αντίστοιχη επιστημονική θεωρία. Είναι ανοιχτά περιβάλλοντα, όπου οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν, να μελετήσουν νόμους, να διαπιστώσουν τις συσχετίσεις με τον πραγματικό κόσμο, να κάνουν υποθέσεις, να οδηγηθούν σε συμπεράσματα. Σήμερα, αποτελούν διδακτικά εργαλεία που αναπτύσσονται δυναμικά, με πολλές εφαρμογές στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος 1997).

Το πεδίο της *κινηματικής* αποτελεί προνομιακό πεδίο χρήσης των προσομοιώσεων γιατί οι μαθητές/τριες εύκολα μπορούν να έχουν την δυνατότητα πρόσβασης και διερεύνησης του ίδιου του φαινομένου, κάτι που δεν είναι καθόλου εύκολο σε πραγματικές συνθήκες αλλά ούτε σε συνθήκες εργαστηρίου. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα συνεπώς που παρέχει το λογισμικό μέσω των προσομοιώσεων είναι η δυνατότητα της *στροβοσκοπικής* μελέτης της ταχύτητας εστιάζοντας στη σχέση χρόνου διαστήματος που διανύει ένα σώμα. Η στροβοσκοπική μέθοδος χρησιμοποιείται ευρύτατα στην κινηματική για την πειραματική μελέτη φαινομένων, τη μέτρηση ή τον υπολογισμό διαφόρων μεγεθών - θέση, ταχύτητα, επιτάχυνση- και την τελική εξαγωγή των φυσικών νόμων.

Για το γνωστικό αντικείμενο της κινηματικής στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση οι Ορφανός & Δημητρακοπούλου (2003) αξιοποιώντας το λογισμικό *Δημιουργός Μοντέλων* διαπίστωσαν τη θετική συμβολή του συγκεκριμένου λογισμικού προσομοίωσης στη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών της κινηματικής, ιδίως του διανυσματικού χαρακτήρα των μεγεθών της ταχύτητας και της θέσης. Τη μαθησιακή αξία των προσομοιώσεων στη διδασκαλία εννοιών της κινηματικής, όπως της ταχύτητας και της επιτάχυνσης, καταδεικνύει η έρευνα των Τσιμογιάννη, Μικρόπουλου, Ραβάνη (Jimoyiannis et al, 2000). Σε ό,τι αφορά το λογισμικό προσομοιώσεων Interactive Physics, οι συνήθειες εφαρμογές στην εκπαιδευτική διαδικασία όπως επίσης, και οι ερευνητικές μελέτες απευθύνονται σε μαθητικό δυναμικό της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Σε μελέτη περίπτωσης όπου εφαρμόστηκε το συγκεκριμένο λογισμικό για τη διδασκαλία εννοιών της κινηματικής σε μαθητές/ριες της Α΄ Λυκείου διαπιστώθηκε η θετική συμβολή του (Τσιμογιάννης κ.ά., 1998). Στην αποτελεσματικότητα του ίδιου εκπαιδευτικού λογισμικού ως εναλλακτικού διδακτικού εργαλείου στη διδασκαλία των εννοιών της ταχύτητας και επιτάχυνσης των βολών κατέληξαν οι Jimoyiannis & Komis σε σχετική έρευνα (Jimoyiannis & Komis, 2001).

2. Διδασκαλία της έννοιας ταχύτητα στην Ε΄ Δημοτικού με το λογισμικό ανοικτού περιβάλλοντος Interactive Physics 2005

2.1.Μεθοδολογία

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό *Interactive Physics 2005*. Το Interactive Physics 2005 χαρακτηρίζεται από ένα ιδιαίτερα φιλικό περιβάλλον (interface) και ενσωματώνει μία σειρά από δυνατότητες, οι οποίες διαμορφώνουν ένα εναλλακτικό εργαστήριο Φυσικής.

Το επιλέξαμε για τους εξής λόγους :

- Το περιβάλλον του είναι πολύ φιλικό και εξαιρετικά ευέλικτο για τους/τις μαθητές/ριες
- Διαθέτει μια πολύ ισχυρή μηχανή προσομοίωσης
- Το βασικό γνωστικό αντικείμενο που υποστηρίζει είναι η Μηχανική
- Είναι κατάλληλο για την στροβοσκοπική μελέτη φαινομένων όπως της ταχύτητας που μας ενδιαφέρει σε αυτή την εργασία.

Το λογισμικό θα χρησιμοποιηθεί στη λειτουργία σύνταξης (edit mode) όπου ο/η μαθητής/ρια έχει πρόσβαση σε όλα τα εργαλεία και τις εντολές με τη δυνατότητα αλλαγής ή τροποποίησης των παραμέτρων του πειράματος.

Η παρούσα εφαρμογή του Interactive Physics συνιστά μια πρωτότυπη πρόταση κυρίως σε ό,τι αφορά την εκπαιδευτική βαθμίδα αλλά και το γνωστικό αντικείμενο, καθώς στη βιβλιογραφία δεν έχουν εντοπιστεί συναφείς εργασίες.

Το γνωστικό αντικείμενο της εφαρμογής που προτείνουμε είναι η *ταχύτητα*. Η διδασκαλία της έννοιας της ταχύτητας εντάσσεται στη διδακτέα ύλη του μαθήματος των Φυσικών της Ε΄ τάξης (Ερευνώ και ανακαλύπτω) του Δημοτικού Σχολείου και περιλαμβάνεται στο κεφάλαιο *Μηχανική*. Οι ειδικοί στόχοι σύμφωνα με το βιβλίο του δασκάλου (Αποστολάκης κ.α. 2006) του *φύλλου εργασίας ταχύτητα* είναι: α)Να αναφέρουν οι μαθητές/ριες παραδείγματα κίνησης σωμάτων με μεγάλη ή μικρή ταχύτητα, β)Να διαπιστώνουν οι μαθητές/ριες πειραματικά ότι η ταχύτητα ενός σώματος εξαρτάται από το χρονικό διάστημα που χρειάζεται ένα σώμα για να διανύσει μια συγκεκριμένη απόσταση, γ)Με το πείραμα να διαπιστώνουν τη σχέση του χρόνου που χρειάζεται ένα κινητό για να διανύσει μια απόσταση με την ταχύτητά του. Στο *τετράδιο εργασιών*, το σχολικό εγχειρίδιο στο οποίο εργάζονται κυρίως οι μαθητές/ριες, προτείνεται μια πειραματική διαδικασία για να μελετήσουν τη σχέση ανάμεσα στο χρόνο που χρειάζεται ένα κινητό για να διανύσει μια απόσταση και στην ταχύτητά του. Σύμφωνα με την πειραματική διαδικασία θα πρέπει να κυλήσει μια μπάλα διανύοντας μια συγκεκριμένη απόσταση σε τρεις διαφορετικές περιπτώσεις. Στην πρώτη θα κυλάει αργά, στην επόμενη πιο γρήγορα και τέλος ακόμη πιο γρήγορα. Τα αποτελέσματα καταγράφονται σε πίνακα που υπάρχει στο βιβλίο τους και έτσι καταλήγουν σε συμπεράσματα.

Το συγκεκριμένο Φύλλο εργασίας διδάχθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες του βιβλίου του δασκάλου σε ένα τμήμα της Ε΄ τάξης Δημοτικού Σχολείου της Πάτρας αποτελούμενο από 22 μαθητές/ριες συνολικά. Από αυτούς/ές επιλέχθηκαν στη συνέχεια οι 4 μαθητές και οι 4 μαθήτριες που έλαβαν μέρος στη διδακτική παρέμβαση για τη διδασκαλία της ταχύτητας με αξιοποίηση του λογισμικού Interactive Physics.

Η επιλογή των μαθητών/ριών στηρίχθηκε στην επίδοσή τους σε ερωτηματολόγιο το οποίο περιλάμβανε 12 συνολικά ερωτήσεις. Το ερωτηματολόγιο αυτό χρησιμοποιήθηκε ως προ-τεστ πριν από τη διδακτική παρέμβαση με το Interactive Physics ενώ μετά από αυτήν ως μετά-τεστ. Ύστερα από την καταγραφή των απαντήσεων στο προ-τεστ επιλέχθηκαν εκείνα τα παιδιά τα οποία στις δύο κύριες ερωτήσεις ανάπτυξης είτε δεν απάντησαν είτε απάντησαν λανθασμένα. Οι δύο αυτές ερωτήσεις στόχευαν στην διερεύνηση της κατανόησης και συνεπούς χρήσης της έννοιας ταχύτητα. Στα ερωτηματολόγια των παιδιών αυτών

καταγράφηκαν, επίσης, οι περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις στις ερωτήσεις κατάδειξης του σωστού. Περισσότερα λάθη είχαν στις περιπτώσεις εκείνες όπου ένας απλός μαθηματικός συλλογισμός ήταν απαραίτητος για την εύρεση της σωστής απάντησης.

Η σύνταξη του ερωτηματολογίου δομήθηκε γύρω από ένα υποθετικό σενάριο το οποίο έθετε τον αρχικό προβληματισμό και ακολουθούσαν ερωτήσεις στις οποίες είτε χρειαζόταν μια μονολεκτική απάντηση που έδινε τη σωστή λύση είτε έπρεπε να αναπτυχθεί και να διατυπωθεί μια σύντομη λογική λύση. Σύμφωνα με το σενάριο τρία παιδιά κάτοχοι ισάριθμων αυτοκινήτων λογομαχούν γιατί ο καθένας υποστηρίζει πως το δικό του αυτοκίνητο είναι το πιο γρήγορο απ' τα άλλα. Για να μπορέσουν να καταλήξουν σε συμφωνία μελετούν τις επιδόσεις των τριών αυτοκινήτων ως προς την ταχύτητα και το χρόνο που διανύουν ίσες αποστάσεις. Κάποιες από τις ερωτήσεις που τέθηκαν επαναλαμβάνονταν διατυπωμένες με διαφορετικό τρόπο έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ότι το περιεχόμενο της απάντησης, σωστό ή λανθασμένο, είναι προϊόν συνεπούς γνωστικής επεξεργασίας και αποτυπώνει τις πραγματικές γνώσεις του/ης μαθητή/ριας. Οι περισσότερες ερωτήσεις έθεταν προβληματισμό ως προς την επίδοση ενός αυτοκινήτου σε σχέση με τα άλλα και απαιτούσε μονολεκτική απάντηση κατάδειξης του σωστού κατόπιν απλού μαθηματικού συλλογισμού. Για παράδειγμα, σε μία ερώτηση θα πρέπει να απαντήσουν πιο από τα αυτοκινητάκια θα φτάσει πρώτο στο τερματισμό, διανύοντας την ίδια απόσταση αλλά σε διαφορετικό χρόνο.

2.2. Η διδακτική παρέμβαση

Η διδακτική παρέμβαση ήταν διάρκειας μιας διδακτικής ώρας. Το φύλλο εργασίας περιείχε κάποιες εισαγωγικού τύπου δραστηριότητες ώστε να μπορέσουν οι μαθητές/ριες να χειρίζονται τα κουμπιά, μετρητές και στοιχεία ελέγχου. Ακολούθησαν πέντε (5) ενότητες δραστηριοτήτων: Στην 1η Ενότητα δραστηριοτήτων προσεγγίζονται οι έννοιες της κίνησης και ακινησίας με βασικό υπόβαθρο την παρατήρηση της μεταβολής ή όχι της θέσης των αυτοκινήτων πάνω σε έναν διάδρομο.

Στην 2η Ενότητα δραστηριοτήτων οι μαθητές/τριες καλούνται με τη βοήθεια της προσομοίωσης να κατατάξουν τρία (3) αυτοκινητάκια (1ο , 2ο ,3ο) ανάλογα με τη σειρά τερματισμού τους, εστιάζοντας στο ότι διέτρεξαν την ίδια απόσταση σε διαφορετικούς χρόνους. Συσχέτιση δηλαδή της σειράς τερματισμού με το χρόνο κίνησής τους.

Στην 3η Ενότητα δραστηριοτήτων οι μαθητές/τριες χρησιμοποιούν το κουμπί <<βήμα προς τα εμπρός >> για να τρέξουν σιγά – σιγά τη προσομοίωση και να παρατηρήσουν καλύτερα τη κίνηση των αυτοκινήτων. Εισάγεται η έννοια της ταχύτητας για πρώτη φορά. Οι μαθητές καταγράφουν πάλι τους χρόνους που χρειάζεται το κάθε αυτοκινητάκι να διατρέξει τη συγκεκριμένη απόσταση.

Στην 4η Ενότητα δραστηριοτήτων οι μαθητές/τριες προσομοιώνουν τη κίνηση τριών αυτοκινήτων με διαφορετικές ταχύτητες. Εδώ ενεργοποιείται το κουμπί <<Εμφάνιση ίχνων >>. Οι μαθητές /τριες καλούνται να κατατάξουν τα αυτοκινητάκια ανάλογα με το χρόνο που χρειάστηκε να διανύσουν μια συγκεκριμένη απόσταση. Τους ζητείται να εστιάσουν στην απόσταση των διαδοχικών ίχνων που αφήνει κάθε αυτοκινητάκι σε ισόχρονα διαστήματα και παράλληλα να συγκρίνουν τις αποστάσεις αυτές με τη σειρά κατάταξής τους και κατ' επέκταση με την ταχύτητά τους.

Στην 5η Ενότητα δραστηριοτήτων οι μαθητές/τριες εμπλέκονται στην επίλυση ενός απλού προβλήματος αναλογιών. Προσομοιώνουν τη κίνηση ενός αυτοκινήτου που διατρέχει μια συγκεκριμένη απόσταση καταγράφοντας το χρόνο που απαιτήθηκε. Στη συνέχεια τους ζητείται να προβλέψουν το χρόνο που απαιτείται για μια πολλαπλάσια απόσταση της αρχικής.

Οι δραστηριότητες είναι δομημένες με βάση το πειραματικό μοντέλο: πρόβλεψη – παρατήρηση-επιβεβαίωση/απόρριψη – συμπέρασμα, στηριγμένο στο εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών. Αρχικά οι μαθητές/ριες καλούνται να προβλέψουν το αποτέλεσμα μιας δραστηριότητας και στη συνέχεια να επαληθεύσουν με τη χρήση της προσομοίωσης την απάντησή τους. Επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία αρκετές φορές (αλλάζοντας τις τιμές των παραμέτρων) καταλήγουν στο συμπέρασμα.

Μέσω των δραστηριοτήτων προσεγγίστηκαν :

- οι έννοιες κίνηση – ακινησία
- η έννοια ταχύτητα και οι διαφορές ταχύτητας μεταξύ των οχημάτων των οποίων η κίνηση μελετάται
- η σχέση διαστήματος - χρόνου

Επίσης επιδιώχθηκε:

- η στροβοσκοπική μελέτη του φαινομένου με βάση τα ίχνη της κίνησης των οχημάτων
- η εμπλοκή των μαθητών/ριών σε καταστάσεις επίλυσης προβλήματος.

Οι μαθητές/ριες εργάστηκαν κατά ζεύγη με σκοπό τη συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας και την ενεργοποίηση της συμμετοχής τους στο μέγιστο βαθμό, καθώς τα χαρακτηριστικά των δραστηριοτήτων όχι

μόνο επέτρεπαν αλλά και ευνοούσαν την από κοινού διαπραγμάτευση τόσο για την εκτέλεσή τους όσο και για τη διατύπωση των απαντήσεων.

Ένα δεκαήμερο μετά τη διδακτική παρέμβαση οι συμμετέχοντες/ουσες σε αυτήν συμπλήρωσαν εκ νέου το ίδιο ερωτηματολόγιο που είχαν συμπληρώσει πριν από τη διδακτική παρέμβαση. Το ερωτηματολόγιο στη φάση αυτή λειτούργησε ως μετά-τεστ. Κατά συνέπεια η οποιαδήποτε αλλαγή μεταξύ των επιδόσεων στα δύο τεστ αποδόθηκε στη μετασχηματιστική επίδραση της διδακτικής παρέμβασης. Οι επιδόσεις των μαθητών/ριών και οι εκτιμήσεις ως προς αυτές παρουσιάζονται και αναλύονται στη συνέχεια.

3. Αποτελέσματα

Κατά την καταγραφή και επεξεργασία των επιδόσεων των μαθητών/ριών στα δύο ερωτηματολόγια (προ και μετά-τεστ) προέκυψαν σημαντικά δεδομένα τα οποία οδηγούν στη συναγωγή δύο βασικών συμπερασμάτων. Σύμφωνα με το πρώτο, ένας σημαντικός αριθμός μαθητών/ριών (οι 8/22 στο σύνολο της τάξης) εξακολουθεί μετά τη διδασκαλία του μαθήματος της ταχύτητας με το συμβατικό τρόπο να παρουσιάζει είτε γνωστικές ελλείψεις για το συγκεκριμένο θέμα είτε να διατηρεί τις βιωματικές του παραστάσεις. Ενώ σύμφωνα με το δεύτερο, υπήρξε μετασχηματιστική επίδραση στο γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών/ριών που έλαβαν μέρος στη διδακτική παρέμβαση με το Interactive Physics. Στην ανάλυση μας θα σταθούμε κυρίως στο δεύτερο συμπέρασμα καθώς πρόθεσή μας είναι να παρουσιαστούν τα θετικά στοιχεία που δομούν τη διδακτική μας πρόταση ώστε αυτή να καταστεί μια αξιόλογη και χρηστική διδακτική προσέγγιση κατάλληλη για εφαρμογή στην Ε΄ τάξη. Το μικρό δείγμα των μαθητών/ριών θεωρείται καταλληλότερο για ποιοτική ανάλυση των αποτελεσμάτων και σχολιασμό των απαντήσεων τους με μια ερμηνευτική προοπτική. Εστιάζοντας στις δύο σημαντικές ερωτήσεις ανάπτυξης οι οποίες απαιτούσαν την ενεργοποίηση του γνωστικού δυναμικού και τη διατύπωση των γνώσεων παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή στις επιδόσεις όλων των μαθητών/ριών που έλαβαν μέρος στη διδακτική παρέμβαση με την αξιοποίηση του Interactive Physics. Πιο συγκεκριμένα, τα μισά παιδιά στο προ-τεστ δεν έδωσαν καμία απάντηση στην 7^η ερώτηση (*Τι πιστεύετε ότι θα πρέπει να ισχύει ώστε και τα τρία αυτοκινητάκια να φτάσουν ταυτόχρονα στο τέρμα;*), ενώ τα άλλα μισά έδωσαν απαντήσεις λανθασμένες. Στην ίδια ερώτηση απάντησαν και τα 8 παιδιά στο μετά-τεστ. Από αυτά τα 6 διατυπώνουν ορθές απαντήσεις που περιέχουν τη λέξη ταχύτητα, αναγνωρίζοντάς την ως απαραίτητη προϋπόθεση για να ισχύει η υπόθεση της ερώτησης. «Να πηγαίνουν όλα με την ίδια ταχύτητα», «Να τρέχουν όλα με την ίδια ταχύτητα» ή «Να έχουν όλα την ταχύτητα» ήταν οι διατυπώσεις που έδωσαν. Από τα άλλα δύο παιδιά το ένα (Π1) δεν περιέλαβε τη λέξη ταχύτητα στην απάντησή του, ωστόσο διακρίνεται μια εμφανής κατανόηση της έννοιας καθώς διατυπώνει τη σκέψη του ως εξής: «Θα πρέπει και τα τρία αυτοκινητάκια να κάνουν τον ίδιο χρόνο». Η παράμετρος του χρόνου αναγνωρίζεται από το παιδί ως σημαντική, αρκεί να ληφθεί υπόψη ότι η παράμετρος της απόστασης δίνεται ως σταθερή. Συνάγεται ότι στην περίπτωση αυτή η κατανόηση της ταχύτητας είναι προφανής χωρίς όμως να εκφράζεται με τη λέξη «ταχύτητα». Πιο ασαφής και ενδεχομένως λιγότερο ερμηνεύσιμη είναι η απάντηση του τελευταίου παιδιού (Π8), το οποίο αν και χρησιμοποιεί τη λέξη ταχύτητα φαίνεται ότι μάλλον δεν έχει οικοδομήσει σε ικανοποιητικό βαθμό την έννοιά της. «Να έχουν αρχίσει με την ίδια ταχύτητα» υποστηρίζει στην απάντησή του, δίνοντας μια λιγότερο σαφή εικόνα για το επίπεδο της γνώσης του. Μια διαφορετική ερμηνεία θα μπορούσε να είναι ότι ο όρος που θέτει «Να έχουν αρχίσει με την ίδια ταχύτητα» υπονοεί ότι η ταχύτητα αυτή θα είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της διαδρομής. Η διατυπωμένη πρόταση δεν παρέχει την απαραίτητη σαφήνεια, ωστόσο είναι σίγουρο πως το παιδί έχει σε σημαντικό επίπεδο προσεγγίσει νοητικά την έννοια της ταχύτητας.

Με την 11^η ερώτηση *{Δυο αυτοκίνητα περνούν ταυτόχρονα από το ίδιο σημείο (αφετηρία) και φτάνουν ταυτόχρονα στον τερματισμό. Πώς μπορεί να γίνει αυτό;}* διερευνάται επίσης το επίπεδο κατανόησης και έκφρασης της έννοιας ταχύτητα. Η ερώτηση αυτή τέθηκε και διατυπώθηκε ελαφρώς τροποποιημένη σε σχέση με την 7^η ερώτηση ώστε να εξασφαλιστεί ότι η διατυπωμένη απάντηση δεν είναι τυχαία αλλά προϊόν γνώσης η οποία εφαρμόζεται με συνέπεια σε κάθε παρόμοια περίπτωση. Πράγματι από την ανάλυση προέκυψε μια ομοιότητα ως προς τις απαντήσεις που δόθηκαν στις δύο ερωτήσεις τόσο στο προ-τεστ όσο και στο μετά-τεστ. Τα 5 από τα 8 παιδιά δεν απάντησαν στο προ-τεστ, και τα 3 έδωσαν λανθασμένες απαντήσεις. Αντιθέτως (με το προ-τεστ) και ομοίως με την 7^η ερώτηση απάντησαν όλα στο μετά-τεστ. Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι το παιδί Π1 με την απάντησή του στην ερώτηση αυτή παρουσιάζει πιο συγκροτημένη γνώση διατυπώνοντας τη σκέψη του με τη φράση «Πρέπει να πηγαίνουν με την ίδια ταχύτητα». Επιβεβαιώνεται έτσι ότι το παιδί έχει ικανοποιητικά οικοδομήσει την ταχύτητα. Τα παιδιά όλα εκτός του Π2 διατυπώνουν απαντήσεις παρόμοιες με αυτές της ερώτησης 7 στο μετά –τεστ. «Αν τρέχουν με την ίδια ταχύτητα», «Αμα έχουν την ίδια ταχύτητα» είναι κάποιες από τις απαντήσεις τους. Εξαιρεση αποτελεί το παιδί Π2 το οποίο λέει «Να έχουν όλα τον ίδιο χρόνο», απάντηση που ομοιάζει με αυτήν του παιδιού Π1 στην ερώτηση 7 του μετά-τεστ. Ο χρόνος εντοπίζεται ως σημαντική παράμετρος και

ενδεχομένως η έννοια του χρόνου να θεωρείται από τα παιδιά αυτά ως συνώνυμη της ταχύτητας αφού σχετίζεται άμεσα. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί η περίπτωση του παιδιού Π8 το οποίο φαίνεται να επιμένει στη διατύπωση «Να ξεκινήσουν με την ίδια ταχύτητα» παρόμοια με αυτήν στην 7^η ερώτηση του μετά-τεστ. Η τάση προόδου μεταξύ προ και μετά-τεστ στις απαντήσεις και των δύο ερωτήσεων η οποία προκύπτει από την ανάλυση που προηγήθηκε επιβεβαιώνεται και από τις απαντήσεις των παιδιών σε όλες τις άλλες ερωτήσεις. Ωστόσο, η παρουσίαση των δεδομένων από αυτές δεν κρίνεται απαραίτητη καθώς αφορά κυρίως σε ποσοτικά αποτελέσματα των οποίων η χρησιμότητα χαρακτηρίζεται κυρίως ως ενισχυτική της ποιοτικής ανάλυσης. Από την καταγραφή των απαντήσεών τους το συμπέρασμα που προέκυψε κατέδειξε ότι όλα τα παιδιά που πήραν μέρος στη διδακτική παρέμβαση με το Interactive Physics έδωσαν στη συνέχεια σωστές απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματα, σημειώνοντας μια σημαντική πρόοδο. Πρόθεσή μας είναι να εντοπίσουμε τα ποιοτικά στοιχεία των γνωστικών αλλαγών που καταγράφηκαν, διότι αυτά κυρίως επιτρέπουν τον προσδιορισμό των αλλαγών αυτών ως θετικών ή αρνητικών, όπως επίσης και ως ικανοποιητικών ή μη ικανοποιητικών. Υπό αυτή τη λογική εκτιμούμε, σύμφωνα με την ανάλυση που παρουσιάστηκε, ως θετικές και ικανοποιητικές τις γνωστικές αλλαγές που ενεργοποιήθηκαν από τη διδακτική παρέμβαση με το Interactive Physics.

4. Συζήτηση

Ένα σημαντικό στοιχείο που χρήζει προσοχής και διερεύνησης είναι αυτό που αναδεικνύει τη διδακτική παρέμβαση με το Interactive Physics ως μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση, κατάλληλη για τους/τις μαθητές/ριες που δεν κατάφεραν να οικοδομήσουν τις σχετικές επιστημονικού τύπου γνώσεις μέσω του συμβατικού μαθήματος. Πρόκειται για ένα στοιχείο που αναδεικνύει ταυτόχρονα και την αναγκαιότητα διεύρυνσης, ανανέωσης και εκσυγχρονισμού του παιδαγωγικο-διδακτικού πλαισίου μέσω του οποίου διδάσκονται οι φυσικές επιστήμες στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Βιβλιογραφία

- 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
- Jimoyiannis, A., Mikropoulos, T. A. and Ravanis, K. (2000), Students' performance towards computer simulations on Kinematics, *THEMES in Education*, 1(4), 357-372
- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α., Καλκάνης, Γ. (2006), *Φυσικά Ε' Δημοτικού Έρευνώ και ανακαλύπτω Βιβλίο του δασκάλου*, ΟΕΔΒ
- Βοσνιάδου, Σ. (1998). *Γνωσιακή Ψυχολογία*, Gutenberg, Αθήνα.
- 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
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (2000). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών*, Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Hewitt P., (1992) *Οι έννοιες της Φυσικής*, 2 τόμ., μετάφρ. Σηφάκη Ελ., Παν/κές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα
- Ορφανός, Σ. & Δημητρακοπούλου, Α., (2003). Συμβολή της προσομοίωσης του λογισμικού Δημιουργός Μοντέλων στη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών της Κινηματικής, *Προοπτικές Εξελίξεις και Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, 8^ο Κοινό Συνέδριο Ένωσης Ελλήνων Φυσικών & Ένωσης Κυπρίων Φυσικών, Καλαμάτα
- Ραβάνης, Κ. (2003). *Εισαγωγή στη Διδακτική των Φυσικών επιστημών*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.
- Τζιμογιάννης, Α., Κωσταδήμας, Ε., Μικρόπουλος, Τ. Α., (1998), *Διδασκαλία Φυσικής και Υπολογιστές. Μελέτη της συμβολής των προσομοιώσεων στη διδασκαλία της κινηματικής*,. 1η Πανεπιστημιακή ημερίδα, Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Ιωάννινα, 64-78
- 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 Δημερίδας Πληροφορικής «Η Πληροφορική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση»