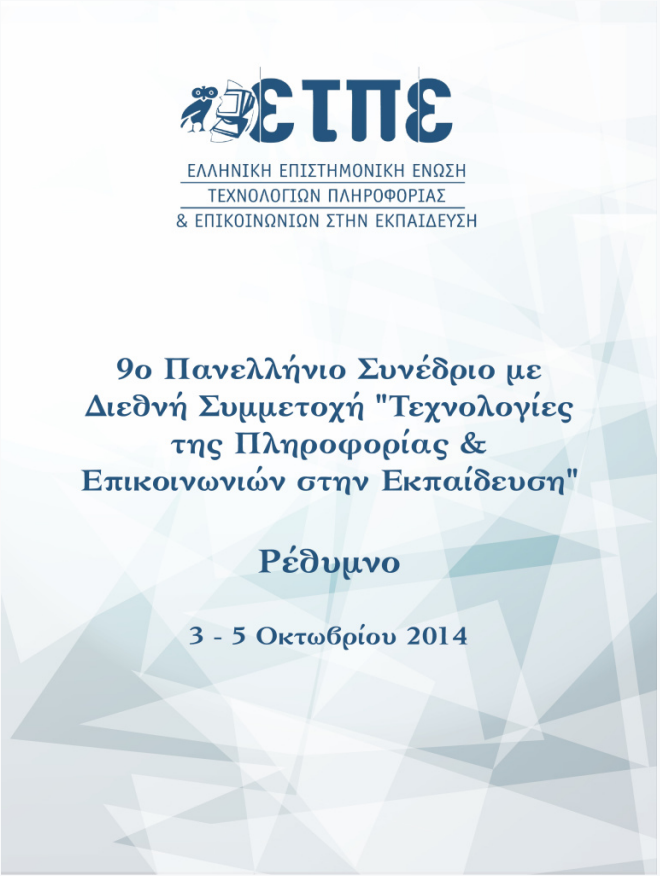
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

(2014)

9ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση"



Εφαρμογή προσομοιώσεων και σύγχρονων εκπαιδευτικών μεθόδων στη διδασκαλία της Φυσικής

Απόστολος Μιχαλούδης, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Μιχαλούδης Α., & Χατζηκρανιώτης Ε. (2022). Εφαρμογή προσομοιώσεων και σύγχρονων εκπαιδευτικών μεθόδων στη διδασκαλία της Φυσικής. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 671–678. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3985

Εφαρμογή προσομοιώσεων και σύγχρονων εκπαιδευτικών μεθόδων στη διδασκαλία της Φυσικής

Απόστολος Μιχαλούδης[1], Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης[2]
michaloudis@yahoo.com, evris@physics.auth.gr
[1] Εκπαιδευτικός, Ιδιωτικός τομέας
[2] Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Ο σκοπός της εργασίας ήταν η χρήση προσομοιώσεων και σύγχρονων μεθόδων εκπαίδευσης στη διδασκαλία της Φυσικής, καθώς και η μελέτη των επιδράσεων στην ικανότητα μάθησης και κατανόησης της θεωρίας, από πλευράς των μαθητών. Για τον εν λόγω σκοπό πραγματοποιήθηκε έρευνα σε ένα δείγμα 20 μαθητών της Β΄ και Γ΄ Λυκείου. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν νέες μέθοδοι διδασκαλίας, όπως η προσέγγιση Illustration-Exploration-Problems για τις προσομοιώσεις αλλά και η μέθοδος Predict-Observe-Explain για τα φύλλα εργασίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια σαφώς αυξημένη επίδοση όλων των μαθητών, ακόμη και αυτών της Β΄ Λυκείου, σε σχέση με την επίδοσή τους με τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας.

Λέξεις κλειδιά: προσομοιώσεις Φυσικής, Illustration-Exploration-Problem, Predict-Observe-Explain

Εισαγωγή

Οι σύγχρονες θεωρίες περί μάθησης κερδίζουν έδαφος στην εκπαιδευτική κοινότητα, καθώς δημιουργούνται ολοένα και πιο ισχυρά τεχνολογικά εργαλεία, η χρήση των οποίων προάγει και αναδεικνύει τις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματά τους. Ένα τέτοιο ισχυρό εργαλείο είναι οι προσομοιώσεις. Οι προσομοιώσεις είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εκπαιδευτικού τεχνολογικού εργαλείου, το οποίο αναδεικνύει μοντέλα μάθησης. Μέσα από αυτά, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εκμεταλλευτούν και να αναδείξουν όλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν.

Σύμφωνα με την Gros (2002), η πιο ενδιαφέρουσα, ίσως, προοπτική των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) είναι πως κατάφεραν να παραμερίσουν τις όποιες «αψιμαχίες» μεταξύ υποστηρικτικών διαφορετικών εκπαιδευτικών μοντέλων και να δώσουν εφαρμογές βασισμένες στην τεχνολογία. Παρόλα αυτά η λύση της τεχνολογίας με τις εφαρμογές της δεν είναι a priori πανάκεια για τη διαδικασία της μάθησης. Ό,τι είναι τεχνολογικά εφικτό δεν σημαίνει πως μπορεί να ενσωματωθεί και στην εκπαίδευση (Salomon, 2000). Επίσης, ούτε όλες οι δυνατότητες είναι επιθυμητές από πλευράς εκπαιδευτικού ενδιαφέροντος, αλλά θα πρέπει η εκπαιδευτική κοινότητα να επιλέξει τι είναι σωστό, τι είναι επιθυμητό και ποια μορφή τεχνολογίας θα αποφέρει τελικά την αποτελεσματικότητα.

Στόχος της εργασίας είναι η αποτελεσματικότερη και πληρέστερη κατανόηση και αφομοίωση από μέρους των μαθητών των θεωριών και φαινομένων της Φυσικής, όπως αυτά διδάσκονται στο Λύκειο. Ο στόχος αυτός θα πρέπει να επιτευχθεί μέσα από την αλληλεπίδρασή τους με τις εκπαιδευτικές μεθόδους που χρησιμοποιούν τις προσομοιώσεις ως διδακτικό εργαλείο. Μελετώντας τις προσομοιώσεις οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν αποτελεσματικά στα αντίστοιχα φύλλα εργασίας, αποδεικνύοντας το βαθμό κατανόησης της θεωρίας.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας γίνεται μία περιγραφή των προσομοιώσεων και των πλεονεκτημάτων τους στην εκπαίδευση. Ακολουθεί η περιγραφή του τρόπου δημιουργίας εκπαιδευτικών προσομοιώσεων, ώστε να είναι χρήσιμες στην τάξη. Έπειτα γίνεται περιγραφή της προσέγγισης Illustrations – Explorations – Problems, η οποία πλαισιώνει τις προσομοιώσεις και της εκπαιδευτικής μεθόδου Predict – Observe – Explain για την υλοποίηση των φύλλων εργασίας.

Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας έρευνας που διεξήχθη σε φροντιστήριο της ανατολικής Θεσσαλονίκης ως προς την αποτελεσματικότητα των προσομοιώσεων στη μάθηση και κατανόηση των φαινομένων της Φυσικής Φυσικής, καθώς και τα συμπεράσματα αυτής.

Οι προσομοιώσεις ως εκπαιδευτικό εργαλείο

Οι προσομοιώσεις είναι μιμήσεις που αναπαριστούν πραγματικές διαδικασίες και φαινόμενα των φυσικών συστημάτων και έχουν κερδίσει τη θέση τους στην εκπαιδευτική διδασκαλία, κυρίως στις φυσικές επιστήμες (Wieman and Perkins, 2005).

Οι προσομοιώσεις στο μάθημα της Φυσικής αποτελούν ολοένα και μεγαλύτερο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας, καθώς πλέον η τεχνολογική ανάπτυξη και η εξοικείωση των μαθητών με αυτήν είναι δεδομένη (Zhang et al., 2010). Οι μαθητές κατανοούν καλύτερα κάτι, όταν χρησιμοποιούν περισσότερες αισθήσεις τους (Hertel & Millis, 2002). Σε μία προσομοίωση οι μαθητές μπορούν να δουν την εξέλιξη του φαινομένου που μελετούν, αλλά και να αλληλεπιδράσουν με αυτό, δίνοντας διαφορετικές παραμέτρους στην προσομοίωση (Education department of Australia, 1995).

Τα πλεονεκτήματα των προσομοιώσεων στη διδασκαλία της Φυσικής

Στη Φυσική μελετάμε κυρίως κινήσεις. Για την κατανόηση του φαινομένου οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν εξισώσεις, διαγράμματα και προσπαθούν να παρακινήσουν τη φαντασία των μαθητών, ώστε να αντιληφθούν πώς θα συμπεριφερόταν το σύστημα το οποίο τους περιγράφουν. Πολλές φορές χρησιμοποιούν κάποιο βίντεο ως ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της υπό μελέτη κίνησης. Όμως, είναι γενικά δύσκολο για τους μαθητές να μπορέσουν να αντιληφθούν αυτές τις αναπαραστάσεις και να συνδέσουν νοητικά όλα τα δεδομένα που τους παρουσιάζονται.

Οι προσομοιώσεις σε αυτό το κομμάτι υπερτερούν. Οι μαθητές μπορούν να δουν στην πράξη την κίνηση, αλλά σε αντίθεση με ένα βίντεο μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτήν, να την τροποποιήσουν και να την εκτελέσουν ξανά (Cano, 2012). Επομένως, μπορούν να βοηθηθούν οι μαθητές των οποίων η φαντασία δε βρίσκεται σε τέτοιο βαθμό που να τους επιτρέπει να κατανοήσουν από μόνοι τους την κίνηση ή το φαινόμενο μόνο μέσα από εξισώσεις και τα διαγράμματα, έχοντας ως αποτέλεσμα να καταλάβουν πλήρως τη θεωρία της Φυσικής (Buehl, 2009).

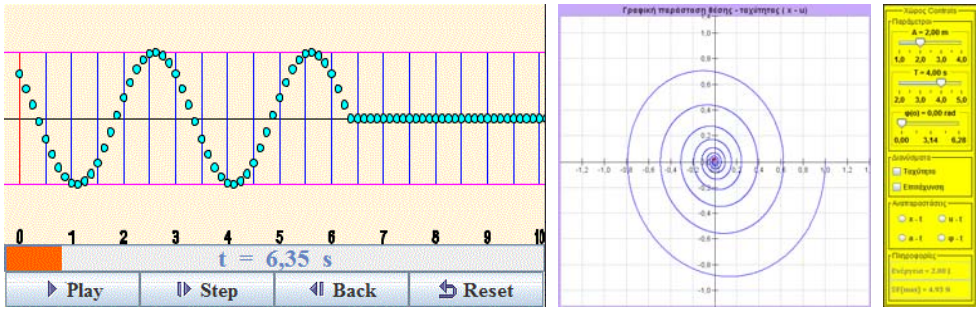
Οι εξισώσεις στη Φυσική είναι φυσικοί τύποι που αναπαριστούν τις σχέσεις που υφίστανται ανάμεσα σε ποικίλες παρατηρήσεις και μετρήσεις. Με τη χρήση των προσομοιώσεων, οι μαθητές είναι σε θέση να μεταβάλλουν οι ίδιοι τις παραμέτρους μιας εξίσωσης, να δουν στην πράξη την αλληλεπίδραση μεταξύ των μεγεθών και το αποτέλεσμα που αυτές επιφέρουν. Αυτό τους βοηθά να κατανοήσουν το ρόλο των φυσικών εξισώσεων και να τις συνδέσουν καλύτερα με το μάθημα, χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις αυτές ως ένα γενικότερο εργαλείο της μελέτης και όχι απλά ως μια μεθοδολογία επίλυσης ασκήσεων (Simkins et al., 2002).

Άλλο ένα πλεονέκτημα των προσομοιώσεων αποτελεί το γεγονός ότι βοηθούν τους μαθητές που δεν έχουν την απαραίτητη φαντασία ή εμπειρία να δημιουργήσουν μια σαφή εικόνα από αυτά που ακούν και διαβάζουν (Μάρκελλος κ.ά., 2002). Αν δεν καταστεί αυτό δυνατό, οι μαθητές δε δημιουργούν συνάψεις στο μυαλό τους και συνδέσεις της θεωρίας, των εξισώσεων και των διαγραμμάτων σε ένα ενιαίο και ολοκληρωμένο σύνολο. Η παραγωγή εικόνων και κινήσεων μέσω των προσομοιώσεων μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να δημιουργήσουν ένα ισχυρό υπόβαθρο γνώσεων και να δημιουργήσουν τα απαραίτητα νοητικά μοντέλα (Mayer, 2005).

Ένα ακόμη πλεονέκτημα των προσομοιώσεων έγκειται στο ότι δίνεται στους μαθητές ένα ισχυρό εργαλείο που τους χρησιμεύει να εξηγήσουν και να περιγράψουν αυτά που έμαθαν, είτε στον εαυτό τους ως έναν τρόπο ελέγχου των γνώσεών τους είτε στους συμμαθητές τους (Muller, 2008). Οι προσομοιώσεις λοιπόν μπορούν να παίξουν το ρόλο ενός σημειωματάριου σκέψης και να παράγουν ένα ισχυρό μαθησιακό περιβάλλον, δημιουργώντας και ένα κλίμα συνεργασίας μεταξύ των μαθητών (Perkins et al., 1995).

Διδακτική υλοποίηση των προσομοιώσεων

Οι προσομοιώσεις αναπτύχθηκαν από έναν εκ των συγγραφέων (ΑΜ) με το περιβάλλον Easy Java Simulations (2014), το οποίο επιτρέπει στον κατασκευαστή να αναπτύξει εκπαιδευτικές προσομοιώσεις χωρίς να απαιτούνται ιδιαίτερες γνώσεις της γλώσσας Java. Κάθε προσομοίωση περιλαμβάνει τρεις χώρους, το χώρο των Φαινομένων, το χώρο των Αναπαραστάσεων και το Χώρο Ελέγχου (Jones, 1995). Οι προαναφερθέντες χώροι είναι καλό να έχουν διαφορετικό χρώμα υποβάθρου, ώστε να είναι άμεσα αντιληπτή η διάκρισή τους (εικόνα 1).



Εικόνα 1. Χώρος των φαινομένων (α), των αναπαραστάσεων (β) και ελέγχου (γ)

Στο χώρο των φαινομένων παρακολουθούμε την εξέλιξη του φαινομένου, για παράδειγμα της κίνησης ενός σώματος ή την ταλάντωση ενός ελατηρίου.

Στο χώρο των αναπαραστάσεων παρουσιάζονται οι γραφικές παραστάσεις που πλαισιώνουν το υπό μελέτη φαινόμενο. Αυτές δημιουργούνται ταυτόχρονα με την εξέλιξη του φαινομένου, ούτως ώστε οι μαθητές να αντιλαμβάνονται σε ποια κατάσταση του φαινομένου αντιστοιχεί το κάθε σημείο της γραφικής παράστασης

Στον χώρο ελέγχου (controls) δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να μεταβάλλουν τις τιμές διαφόρων μεγεθών που σχετίζονται με το φαινόμενο. Η μεταβολή μπορεί να γίνει με τη μορφή εισαγωγής τιμής ή με συρόμενη μπάρα, για αποφυγή ανεπίτρεπτων τιμών των παραμέτρων. Επίσης, μπορούν να υπάρχουν λειτουργίες που μπορούν να ενεργοποιούνται ή όχι, όπως για παράδειγμα η εμφάνιση του διανύσματος της ταχύτητας στο χώρο των

Φαινομένων. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να υπάρχουν πολλές διαφορετικές εκδοχές του φαινομένου που μελετάται και να δίνεται η δυνατότητα να γίνεται επιλογή μεταξύ αυτών. Αν υπάρχουν πολλές γραφικές παραστάσεις, υπάρχει η δυνατότητα να γίνεται επιλογή μίας κάθε φορά που θα εμφανίζεται στον αντίστοιχο χώρο.

Τέλος, μία εκπαιδευτική προσομοίωση για να είναι πλήρης θα πρέπει να περιλαμβάνει μπάρα χρονικής εξέλιξης ώστε οι μαθητές να έχουν αίσθηση του χρόνου και του πως εξελίσσεται το φαινόμενο. Κάτω από αυτή θα πρέπει να υπάρχουν τα πλήκτρα διαχείρισης της προσομοίωση, δηλαδή της έναρξης, παύσης, εκτέλεσης ενός χρονικού βήματος εμπρός ή πίσω κτλ. Αυτά καλό θα είναι να τοποθετούνται ακριβώς κάτω από το χώρο των Φαινομένων, ώστε να μην αποσπάται η προσοχή των μαθητών από το φαινόμενο καθώς θα τα χειρίζονται. Στην Εικόνα 2 δίνεται ένα παράδειγμα υλοποίησης στις απλές αρμονικές ταλαντώσεις.

Εκπαιδευτική προσέγγιση Illustration-Exploration-Problems

Εφόσον επιτύχουμε τη σωστή υλοποίηση μιας προσομοίωσης, αυτή, για να μπορέσει να επιφέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα, θα πρέπει να συνδυαστεί με μία αντίστοιχη διδακτική προσέγγιση των προσομοιώσεων, όπως είναι η Illustration-Exploration-Problems (I-E-P).

Η μέθοδος I–E–P (Christian & Belloni, 2003) επιτυγχάνει να παρουσιάσει την προσομοίωση και το υπό μελέτη φαινόμενο με απλό και κατανοητό τρόπο στους μαθητές. Το ζητούμενο είναι η κατανόηση του φαινομένου από όλους τους μαθητές, ανεξαρτήτως προϋπάρχοντος επιπέδου γνώσεων. Στην πράξη δημιουργούμε μία βασική προσομοίωση και πολλά «αντίγραφα» αυτής, λίγο τροποποιημένα μεταξύ τους ώστε να εφαρμοστεί η μέθοδος. Αυτή αποτελείται από τρία βασικά στάδια, την Επίδειξη (Illustration), την Εξερεύνηση (Exploration) και τα Προβλήματα (Problems).

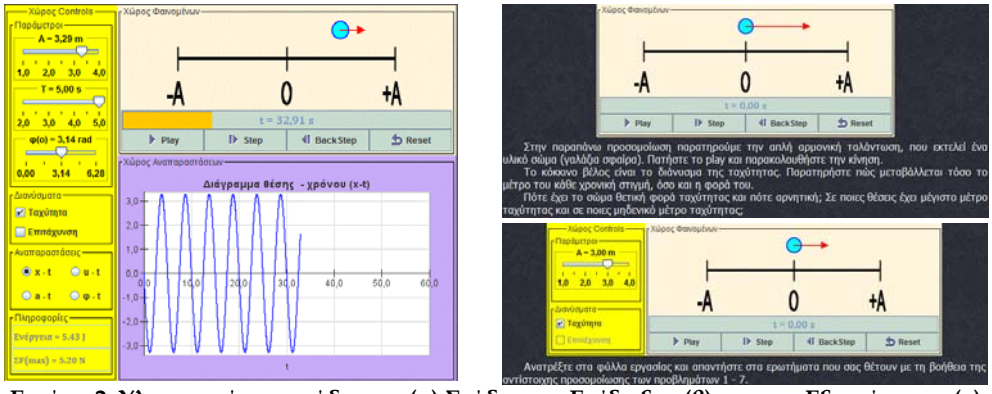
Στην επίδειξη θέλουμε οι μαθητές να εστιάσουν την προσοχή τους σε μία συγκεκριμένη έννοια ή συσχέτιση μεγεθών ή γραφική παράσταση. Για κάθε μία έννοια χρησιμοποιούμε μία Επίδειξη, δηλαδή μία νέα προσομοίωση. Αυτό επιτυγχάνεται αποκρύπτοντας ή απενεργοποιώντας κάποιες λειτουργίες ώστε να στραφεί η προσοχή των μαθητών εκεί όπου θέλει ο εκπαιδευτικός. Όταν ολοκληρωθούν όλες οι Επιδείξεις, ακολουθεί η Εξερεύνηση. Στην Εικόνα 2 υπάρχει παράδειγμα υλοποίησης Επίδειξης.

Στην εξερεύνηση δίνεται στους μαθητές ελεύθερη πρόσβαση σε όλες τις παραμέτρους της προσομοίωσης και παρακινούνται να την «τρέξουν» πολλές φορές, μεταβάλλοντας κάθε φορά τις αρχικές συνθήκες και να παρατηρούν τυχόν διαφορές (Εικόνα 2). Ο σκοπός είναι να εξασκηθούν σε αυτή και να αποκτήσουν ικανότητα διαχείρισης των προσομοιώσεων. Οι Εξερευνήσεις συνοδεύονται με κάποια φύλλα εργασίας. Αυτά είναι πάντοτε δύο σελίδων με συγκεκριμένο τρόπο δημιουργίας, όπως αναφέρεται παρακάτω.

Παράλληλα ικανοποιούνται τυχόν απορίες που μπορεί να έχουν δημιουργηθεί και παρατηρούνται άμεσα αιτίες και αποτελέσματα. Εφόσον οι μαθητές ασχοληθούν και με την Εξερεύνηση, ακολουθεί το 3ο στάδιο των προβλημάτων.

Τέλος στα προβλήματα γίνεται έλεγχος των αποκτηθέντων γνώσεων. Απαιτείται η απαραίτητη προσοχή στο εξής: ο έλεγχος δε γίνεται με σκοπό τη βαθμολόγηση των μαθητών ως προς την επίδοσή τους στις προσομοιώσεις, αλλά για να εκμηδενίσουμε οποιαδήποτε λανθασμένη αντίληψη ή κενό υπάρχει ακόμη στους μαθητές, μετά την εφαρμογή των δύο προηγούμενων σταδίων.

Έτσι, τα προβλήματα είναι κατασκευασμένα με απλό και κατανοητό τρόπο, ώστε οι μαθητές, ασχέτως προηγουμένων πεποιθήσεων, να οδηγούνται στο σωστό συμπέρασμα και να αποκτούν γνώσεις. Το κάθε πρόβλημα εστιάζει μόνο σε μία ερώτηση – αντικείμενο μελέτης.



Εικόνα 2. Υλοποιημένο παράδειγμα (α) Στάδιο της Επίδειξης (β) και της Εξερεύνησης (γ)

Εκπαιδευτική μέθοδος Predict-Observe-Explain

Οι εξερευνήσεις παραπέμπουν σε κάποια φύλλα εργασίας. Αυτά είναι πάντοτε δύο σελίδων με συγκεκριμένο τρόπο δημιουργίας, και ακολουθούν τη μέθοδο Predict-Observe-Explain (POE), (Tan, 2005). Η μέθοδος αυτή βοηθά τους μαθητές να αντιπαραθέσουν τις υπάρχουσες γνώσεις και αντιλήψεις τους με τις νέες. Το πλεονέκτημά της είναι ότι τονίζει τις όποιες αντικρουόμενες απόψεις και τις αναδεικνύει, με σκοπό να οδηγήσει τους μαθητές στο σωστό αποτέλεσμα με τρόπο αβίαστο ώστε να γίνει αποδεκτό από αυτούς (Mthembu, 2006). Έτσι οι μαθητές δέχονται ευκολότερα τα συμπεράσματα καθώς συμμετέχουν στον τρόπο με τον οποίο αυτά προκύπτουν.

Το πρώτο στάδιο της μεθόδου είναι η πρόβλεψη. Σε αυτή ζητείται από τους μαθητές να προβλέψουν την εξέλιξη σε μία πολύ συγκεκριμένη σχεσιακή μεταβολή. Στην ερώτηση απαντούν σε ελεύθερο κείμενο με βάση τις γνώσεις που ήδη έχουν αποκομίσει είτε από την Επίδειξη και την Εξερεύνηση, είτε από τη μελέτη της αντίστοιχης θεωρίας.

Η απάντηση μπορεί να είναι σωστή ή λανθασμένη – δεν υπάρχει έλεγχος της απάντησης σε αυτό το σημείο. Σκοπός είναι η ανάδειξη της υπάρχουσας άποψης του μαθητή. Συνήθως η πρόβλεψη διεγείρεται από μια ερώτηση (π.χ. Τι θα συμβεί στην περίοδο μιας ταλάντωσης αν διπλασιάσουμε το πλάτος της;) και οι μαθητές καλούνται να εκφράσουν ελεύθερα την άποψή τους, όσο σύντομα ή αναλυτικά θέλουν. Η Πρόβλεψη βρίσκεται στην 1η σελίδα του φύλλου εργασίας και οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν προτού γυρίσουν στην πίσω σελίδα.

Εφόσον απαντηθεί η Πρόβλεψη, οι μαθητές γυρίζουν στην πίσω σελίδα του φύλλου εργασίας και βρίσκονται στο 2ο Στάδιο της μεθόδου, την παρατήρηση. Εκεί τους δίνονται σαφείς οδηγίες για να εκτελέσουν συγκεκριμένες ενέργειες στην προσομοίωση της αντίστοιχης Εξερεύνησης. Οι οδηγίες αυτές αποτελούν διαδικασία εύρεσης της σωστής απάντησης στην ερώτηση που τέθηκε στην Πρόβλεψη. Η παρατήρηση, χωρίς να λέει ποια είναι η σωστή απάντηση, υποδεικνύει αναλυτικά τον τρόπο με τον οποίο θα οδηγηθούμε σε αυτήν. Το σημαντικό είναι ότι οι μαθητές καθοδηγούμενοι από το φύλλο εργασίας συμμετέχουν και έχουν την αίσθηση ότι μόνοι τους οδηγούνται στο σωστό αποτέλεσμα. Έτσι είναι πιο εύκολο να το δεχθούν.

Το τελευταίο στάδιο της μεθόδου είναι η Εξήγηση. Οι μαθητές καλούνται να εξηγήσουν αυτό που παρατήρησαν, δείχνοντας αν απέκτησαν την επιθυμητή γνώση (Liew, 2004). Συνήθως υπάρχει και το γενικό Συμπέρασμα που προκύπτει από τη μελέτη του φαινομένου.

Έρευνα ως προς την αποτελεσματικότητα των προσομοιώσεων στη διαδικασία της μάθησης

Τα τελευταία 2 χρόνια (2011-2013) έγινε έρευνα σε φροντιστήριο της ανατολικής Θεσσαλονίκης με σκοπό τον έλεγχο της επίδρασης των προσομοιώσεων στους μαθητές. Το δείγμα αποτελούσαν 26 μαθητές των δύο φύλων, οι οποίοι φοιτούσαν σε δύο δημόσια σχολεία της περιοχής, καθώς και σε ένα ιδιωτικό, ενώ παράλληλα παρακολουθούσαν μαθήματα στο φροντιστήριο. Στο φροντιστήριο όλοι οι μαθητές είχαν τον ίδιο καθηγητή (Μιχαλούδης Απόστολος), ενώ στα σχολεία υπήρχαν διαφορετικοί καθηγητές που δίδασκαν το σύνολο των μαθητών.

Στους μαθητές δόθηκαν συνολικά 7 φύλλα εργασίας, ένα κάθε εβδομάδα. Αυτά υλοποιούσαν τις εκπαιδευτικές μεθόδους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Από τον καθηγητή έγινε αρχικά μία εισαγωγή στις προσομοιώσεις και στον τρόπο χειρισμού τους, καθώς και στον τρόπο συμπλήρωσης των φύλλων εργασίας. Οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά, από το σπίτι τους, με τη χρήση διαδικτύου, ώστε να έχουν πρόσβαση στις προσομοιώσεις μέσω του ιστοχώρου που δημιουργήθηκε για το λόγο αυτό (www.michaloudis.net). Αρχικά απαντούσαν στην Πρόβλεψη, έπειτα εκτελούσαν τα βήματα στην Παρατήρηση και τέλος απαντούσαν στην Εξήγηση.

Οι απαντήσεις τους μελετήθηκαν ως σύνολο, αλλά διαχωρίστηκαν και σε ομάδες με σκοπό να μελετηθεί αν υπάρχει κάποιος παράγοντας που επηρεάζει την ικανότητα μάθησης. Ο Διαχωρισμός των μαθητών έγινε ως προς:

- Ηλικία μαθητών : Γ΄ Λυκείου (15 άτομα) – Β΄ Λυκείου (11 άτομα, προετοιμασία)
- Σχολείο φοίτησης : Δημόσιο (19 άτομα) – Ιδιωτικό (7 άτομα)
- Επίπεδο γνώσεων : Χωριζόμενο σε 3 βαθμίδες (όπως αποτιμάται από το σχολείο)

Η ενότητα ήταν οι απλές αρμονικές ταλαντώσεις, τις οποίες οι μαθητές της Γ΄ Λυκείου διδάσκονταν παράλληλα και στο σχολείο, ενώ οι μαθητές της Β΄ Λυκείου τις διδάσκονταν μόνο με τις παραπάνω μεθόδους.

Παράμετροι Έρευνας

Οι παράμεροι στις οποίες εστίασε η έρευνα ήταν οι εξής τρεις:

- 1. Μπορούν οι μαθητές να ακολουθήσουν νέες μεθόδους διδασκαλίας;
  Έλεγχος αν ολοκλήρωσαν τα φύλλα εργασίας ασχέτως αν απάντησαν σωστά
- 2. Πετυχαίνουν υψηλότερα επίπεδα μάθησης με τις νέες μεθόδους;
  Έλεγχος αν απάντησαν σωστά, κυρίως στην Εξήγηση και στο Συμπέρασμα
  Σύγκριση με το προηγούμενο επίπεδό τους από το σχολείο
- 3. Ποιες είναι οι στάσεις των μαθητών απέναντι στη μέθοδο;
  Χρόνος ολοκλήρωσης φύλλων εργασίας, αποδοχή ή όχι της μεθόδου από τους μαθητές

Αποτελέσματα Έρευνας

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι όλοι οι μαθητές ανεξαιρέτως, ολοκλήρωσαν τα φύλλα εργασίας (επτά συνολικά) και μπόρεσαν να αυξήσουν την επίδοσή τους και να αποκτήσουν γνώσεις που αδυνατούσαν να αποκτήσουν με τις παραδοσιακές μεθόδους. Ακόμη και οι πιο αδύναμοι μαθητές είχαν στο τέλος την ικανότητα να αναλύουν ικανοποιητικά τα υπό μελέτη φαινόμενα και να απαντούν σε ερωτήσεις κρίσεως. Παρόλη την απειρία τους στη νέα μέθοδο διδασκαλίας, όλοι έδειξαν να προσαρμόζονται πολύ γρήγορα κι έτσι η χρήση υπολογιστή δεν αποτέλεσε εμπόδιο στη μελέτη τους. Στο Διάγραμμα 1 φαίνονται τα γενικά αποτελέσματα της έρευνας για την Πρόβλεψη και την Εξήγηση αντίστοιχα. Ιδιαίτερη σημασία έχουν τα αποτελέσματα ως προς το διαχωρισμό

ηλικίας. Αν και οι μαθητές της Γ΄ Λυκείου επέτυχαν υψηλότερη επίδοση στην Πρόβλεψη, εντούτοις στην Εξήγηση και στο Συμπέρασμα οι μικρότεροι συμμαθητές τους (που δεν είχαν διδαχτεί το φαινόμενο στο σχολείο) επέτυχαν παρόμοιες με αυτούς επιδόσεις.

Διάγραμμα 1. Συνολική επίδοση στην πρόβλεψη (α), στην εξήγηση (β) και ανά ηλικία (γ)

Τέλος, ζητήθηκε από τους μαθητές να σημειώσουν το χρόνο που τους πήρε για να συμπληρώσουν το κάθε φύλλο εργασίας, από τη στιγμή που το ξεκίνησαν. Όλοι οι μαθητές σημείωσαν χρόνους από πέντε έως δέκα λεπτά. Αυτός κρίνεται σύντομος και επομένως δεν καταναλώνει πολύ από τον χρόνο των μαθητών, διότι θα λειτουργούσε αποτρεπτικά για τη μέθοδο.

Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της έρευνας, ως προς την 1η παράμετρο, διαπιστώνουμε ότι οι μαθητές μπορούν να ακολουθήσουν νέες μεθόδους διδασκαλίας, χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια και μάλιστα η αλλαγή αυτή ήταν ευχάριστη, καθώς τα περισσότερα σχόλια ήταν θετικά.

Ως προς τη 2η παράμετρο της έρευνας, παρατηρήσαμε ότι όλοι οι μαθητές αύξησαν το βαθμό κατανόησής τους ως προς τα υπό μελέτη φαινόμενα. Η αύξηση αυτή εμφανίστηκε ατομικά αλλά και ως προς οποιοδήποτε διαχωρισμό κάναμε, δηλαδή ως προς ηλικία, ως προς είδος σχολείου φοίτησης, ως προς επίπεδο γνώσεων στο σχολείο.

Τρίτον, ως προς τις στάσεις των μαθητών απέναντι στη μέθοδο, παρατηρήσαμε μία ευχάριστη αντιμετώπιση των μαθητών απέναντι στη μέθοδο. Οι περισσότεροι μαθητές ενθουσιάστηκαν με το γεγονός ότι θα έκαναν την εργασία τους με τη βοήθεια του υπολογιστή. Άλλοι, βρήκαν πολύ θετικό ότι μπόρεσαν να κατανοήσουν τις κινήσεις και τις σχέσεις μεταξύ των μεγεθών, ενώ αρκετοί σχολίασαν ως πολύ χρήσιμη την ταυτόχρονη θέαση κίνησης και γραφικής παράστασης. Επίσης, θετικό από πλευράς των μαθητών αξιολογήθηκε το γεγονός ότι η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας απαιτεί λίγο χρόνο, της τάξης μερικών λεπτών.

Συνολικά, η μέθοδος διδασκαλίας με χρήση προσομοιώσεων καταφέρνει να δώσει στους μαθητές μια ολοκληρωμένη εμπειρία μάθησης, η οποία μπορεί να βελτιώσει την επίδοσή τους, ανεξαρτήτως γνωστικού υποβάθρου.

Στη Φυσική, υπάρχει δυσκολία κατανόησης των φαινομένων. Αντίθετα, με τη χρήση προσομοιώσεων, ο καθηγητής έχει τα απαραίτητα εργαλεία για να δείξει ακριβώς αυτό που θέλει στους μαθητές και να τους αφήσει να ασχοληθούν εκείνοι, μεταβάλλοντας διάφορες παραμέτρους και παρακολουθώντας τα αποτελέσματα.

Η χρήση του υπολογιστή και του διαδικτύου δίνει επίσης ένα επιπλέον κίνητρο στους μαθητές, που βρίσκουν περισσότερο ενδιαφέρον το διάβασμα μέσω αυτών, παρά μέσα από ένα βιβλίο, από το σπίτι τους οποιαδήποτε ώρα το επιθυμήσουν.

Επίσης, οι προσομοιώσεις επιτυγχάνουν να βοηθήσουν από πλευράς των μαθητών στην κατανόηση των γραφικών παραστάσεων, όπως οι ίδιοι σχολίασαν, ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στη διδασκαλία της Φυσικής, που όμως τους δυσκολεύει αρκετά.

Τέλος, ο μικρός χρόνος που απαιτείται για τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας δε λειτουργεί αποτρεπτικά, κυρίως για τους αδύναμους μαθητές, καταφέρνοντας να τους προσφέρει όλες τις απαραίτητες γνώσεις που πρέπει να αποκομίσουν, σε ελάχιστο χρόνο.

Ο συγκεκριμένος τρόπος διδασκαλίας, που συμπεριλαμβάνει όλες τις παραπάνω σύγχρονες μεθόδους, θα μπορούσε να εφαρμοστεί παράλληλα με τον υπάρχοντα τρόπο διδασκαλίας της Φυσικής στο Λύκειο, για μια πληρέστερη και ολοκληρωμένη εμπειρία μάθησης, κυρίως στην κατανόηση της πολυπλοκότητας των φαινομένων που εξετάζονται.

Αναφορές

Buehl, D., (2009). *Classroom strategies for interactive learning*. International Reading Association

Cano, M. J., (2012). *Creation of interactive simulations with EJS*.

Christian W. & Belloni M., (2003), *Physlet Physics: Interactive Illustrations, Explorations and Problems for Introductory Physics,* Addison-Wesley Publ.

Education Department of Australia (1995). *Science report of the students outcome statements trial*.

Easy Java Simulations, (2014). http://fem.um.es/Ejs/ πρόσφατη επίσκεψη 30/08/2014

Gros, B (2002). Knowledge construction and technology. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 11 (4), 323-343. University of Barcelona, Spain

Hertel, J., & Millis, B., (2002). *Using simulations to promote learning in higher education: an introduction*. Stylus Publishing

Jones, K., (1995). *Designing your own simulations*. Methuem

Liew, C.W., (2004). *The effectiveness of predict-observe-explain technique in diagnosing students understanding of science and identifying level of achievement*. Curtin University of Technology

Mayer, R., (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. USA: Cambridge University Press.

Mthembu, Z., (2006). *Using the Predict-observe-explain technique to enhance students' understanding*, Curtin University of Technology.

Muller, D. A., (2008). *Designing effective multimedia for Physics education* .

Perkins, D. N., Schwartz, J. L., West, M. M. & Wiske, M. S., (1995). *Software goes to school: teaching for understanding with new technologies*. New York: Oxford University Press.

Salomon, G. (2000*). It's not just the tool, but the educational rationale that counts*. Keynote address presented at Ed-Media, 2000, Montreal, Canada.

Simkins, M., Cole, K., Tavalin, F., & Means, B., (2002). Increasing student learning through multimedia projects, ASCD.

Tan, H. T., (2005). *Effects of the Predict-Observe-Explain (POE) method*. University of Sheffield, School of Education.

Wieman, C., & Perkins, K., (2005). *Transforming Physics Education*.

Zhang, X., Zhong, S., Pan, Z., Wong, K., & Yun, R. (2010). *Entertainment for education. Digital techniques and systems*. Springer Verlag.

Μάρκελλος, Κ., Μαρκέλλου, Π., Ρήγκου, Μ., Συρμακέσης, Σ., & Τσακαλίδης, Α., (2002). .Αθήνα: Καστανιώτης.