

Ανάπτυξη και Εφαρμογή Δικτυακών Προσομοιώσεων (applets) για τη Διδασκαλία των Ταλαντώσεων

Μιχαλούδης Απόστολος¹, Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης²

¹ Καθηγητής Φυσικής, Ιδιωτικός τομέας
michaloudis@ymail.com

² Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
evris@physics.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

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. Οι προσομοιώσεις χειρίζονται από τους μαθητές μέσω διαδικτύου από το σπίτι τους. Για τον εν λόγω σκοπό πραγματοποιήθηκε έρευνα σε ένα δείγμα μαθητών της Β' και Γ' Λυκείου.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν νέες μέθοδοι, όπως η προσέγγιση *Illustration-Exploration-Problems* για τις προσομοιώσεις αλλά και η μέθοδος διδασκαλίας *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.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Προσομοιώσεις Φυσικής, Ταλαντώσεις, *Easy Java Simulations*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη Φυσική, τουλάχιστον στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, μελετάμε 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.

Στην πραγματικότητα αυτό αποδεικνύεται εξαιρετικά δύσκολο. Όλοι οι μαθητές δεν έχουν την ίδια ικανότητα δημιουργίας νοητικών μοντέλων μέσα από λεκτικές περιγραφές, ούτε το ίδιο υπόβαθρο γνώσεων ή την εμπειρία αυτόματης συσχέτισης των νέων γνώσεων με τις ήδη υπάρχουσες (Christian & Belloni, 2001). Ακόμη και στην περίπτωση του βίντεο, οι εκπαιδευόμενοι δεν μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτό. Δεν μπορούν να μεταβάλλουν τις αρχικές συνθήκες ενός βίντεο ώστε να αποκτήσουν σαφή εικόνα μεταξύ των συσχετίσεων των μεγεθών που περιγράφουν το φαινόμενο. Έχει παρατηρηθεί μεγάλη αδυναμία σύνδεσης μαθηματικών εξισώσεων με τη συσχέτιση των μεγεθών και κυρίως κατανόησης των διαγραμμάτων και των εξαγόμενων πληροφοριών.

Από την άλλη, οι προσομοιώσεις υπερτερούν σε πολλούς τομείς. 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 & Esqueambre, 2013). 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 του φαινομένου μόνο μέσα από εξισώσεις και διαγράμματα, έχοντας ως αποτέλεσμα να καταλάβουν πλήρως τη θεωρία της Φυσικής. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι πρέπει να παρέχεται στους μαθητές κίνητρο για τη μάθηση και η χρήση υπολογιστών αποτελεί ένα από τα κύρια ενδιαφέροντά τους (Pintrich, 2003).

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 της Φυσικής, 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 (Aleven & Koedinger, 2002). Αν δεν καταστεί αυτό δυνατό, οι μαθητές δε δημιουργούν τις απαραίτητες νοητικές συνδέσεις της θεωρίας, των εξισώσεων και των διαγραμμάτων ως 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 (Woloshyn et al., 1994).

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 (Singley et al., 1989). Οι προσομοιώσεις λοιπόν μπορούν να παίξουν το ρόλο ενός σημειωματάριου σκέψης, δημιουργώντας και ένα κλίμα συνεργασίας μεταξύ των μαθητών (Woloshyn et al., 1994).

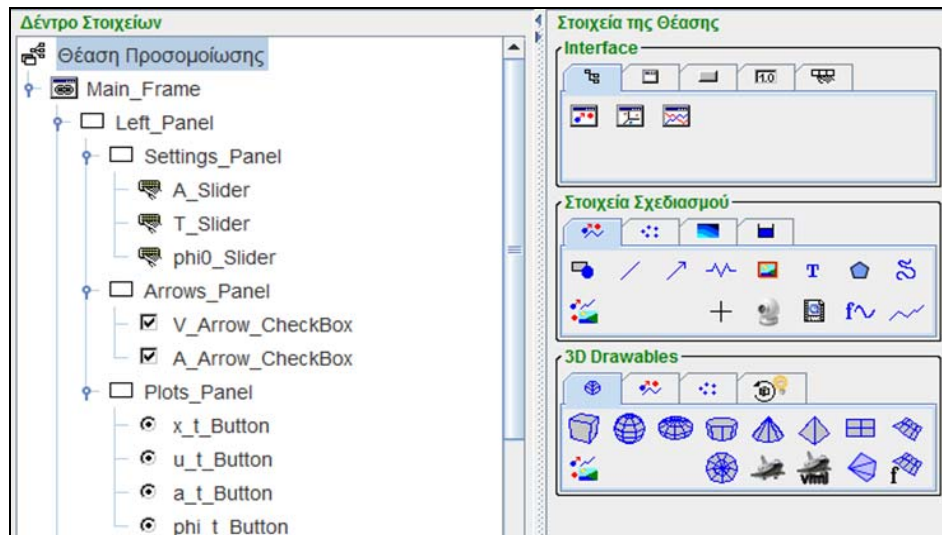
Στόχος της εργασίας είναι η αποτελεσματικότερη και πληρέστερη κατανόηση και αφομοίωση από μέρους των μαθητών των θεωριών και φαινομένων της Φυσικής, όπως διδάσκονται στο Γενικό Λύκειο. Ο στόχος αυτός θα πρέπει να επιτευχθεί μέσα από την αλληλεπίδρασή τους με τις εκπαιδευτικές μεθόδους που χρησιμοποιούν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

Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ

Οι διαδικτυακές προσομοιώσεις (applets) είναι υλοποιημένες με τη χρήση μιας γλώσσας προγραμματισμού, συνήθως java. Στο διαδίκτυο κυκλοφορεί πληθώρα εργαλείων που σκοπό έχουν να απλοποιήσουν τη διαδικασία δημιουργίας τέτοιων εφαρμογών. Όμως, χωρίς το κατάλληλο προγραμματιστικό υπόβαθρο δεν είναι εφικτό για τον εκπαιδευτικό να δημιουργήσει την προσομοίωση ακριβώς όπως

επιθυμεί. Πέρα από τις γνώσεις αυτές, απαιτείται και η χρησιμοποίηση ενός εύχρηστου και ισχυρού εργαλείου δημιουργίας προσομοιώσεων, που θα δίνει όμως και την απαραίτητη «ελευθερία» στο χρήστη να τροποποιήσει ή να εισάγει νέα στοιχεία σε αυτό.

Ένα τέτοιο πρόγραμμα είναι το Easy Java Simulations (Σχήμα 1), (www.um.es/fem/EjsWiki/Main/HomePage) το οποίο προσφέρει πολλά έτοιμα εργαλεία στον εκπαιδευτικό, καθώς και τη δυνατότητα εισαγωγής νέων, χωρίς την προϋπόθεση της γνώσης της γλώσσας Java.



Σχήμα 1: Άποψη από το περιβάλλον του Easy Java Simulations

Η υλοποίηση μιας προσομοίωσης δεν έχει σκοπό να εντυπωσιάσουμε τους μαθητές με τις προγραμματιστικές μας γνώσεις, αλλά να προσφέρει βαθιά και ουσιαστική γνώση, επενδύοντας στην πλήρη κατανόηση των φαινομένων. Επίσης, οι προσομοιώσεις είναι προορισμένες να τις χειρίζονται οι μαθητές, οι οποίοι δε θα πρέπει να θεωρούνται απόλυτα εξοικειωμένοι με αυτές. Επομένως, θα πρέπει να είναι απλές, κατανοητές και εύχρηστες, ώστε να μπορούν να είναι εκπαιδευτικές (Mayer et al., 2003). Για να χαρακτηριστεί μια προσομοίωση ως εκπαιδευτική, θα πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις. Κάθε προσομοίωση θα πρέπει να περιλαμβάνει τρεις χώρους:

- Το χώρο των φαινομένων
- Το χώρο των αναπαραστάσεων
- Το χώρο των controls (χώρος ελέγχου)

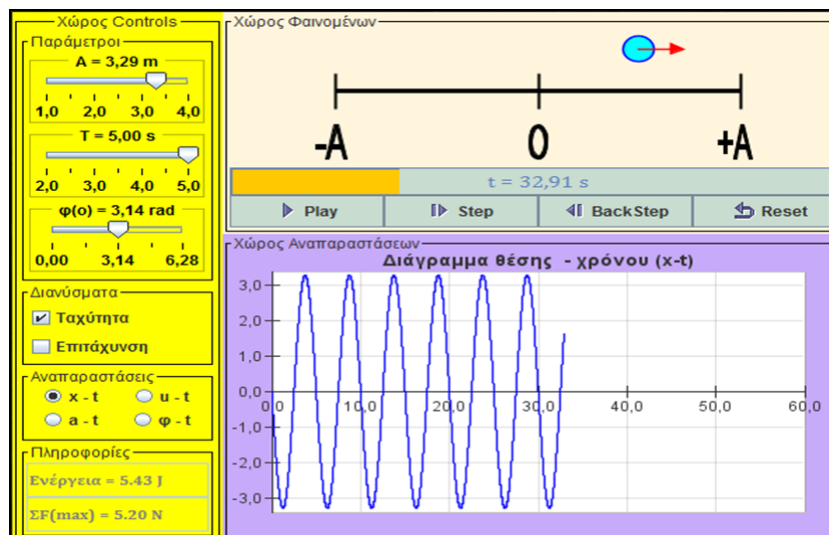
Στο χώρο των φαινομένων παρακολουθούμε την εξέλιξη του φαινομένου, για παράδειγμα της κίνησης ενός σώματος ή την ταλάντωση ενός ελατηρίου. Ακριβώς κάτω από το χώρο αυτό θα πρέπει να υπάρχουν τα πλήκτρα διαχείρισης (play, pause) για να μην αποσπάται η προσοχή των μαθητών από το φαινόμενο καθώς τα χειρίζονται, καθώς και μπάρα χρονικής εξέλιξης ώστε να έχουν αίσθηση του χρόνου.

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.

Στο χώρο ελέγχου 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 ανεπιθύητων 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.

Οι προαναφερθέντες χώροι θα πρέπει να έχουν διαφορετικό χρώμα υποβάθρου, ώστε να είναι άμεσα αντιληπτή η διάκρισή τους. Στο σχήμα 2 φαίνονται υλοποιημένοι οι χώροι μιας προσομοίωσης.



Σχήμα 2: Υλοποιημένη προσομοίωση με εμφανείς τους τρεις διαφορετικούς χώρους

Εφόσον υλοποιηθούν οι προσομοιώσεις αυτές θα πρέπει να φιλοξενηθούν σε κατάλληλο εκπαιδευτικό ιστοχώρο, ώστε να έχουν οι μαθητές πρόσβαση σε αυτές από το σπίτι τους. Ο όλος σκοπός των προσομοιώσεων είναι να έχει ο κάθε μαθητής όλο το χρόνο που χρειάζεται να αλληλεπιδράσει με τις προσομοιώσεις, από το σπίτι του και μέσα από αυτή τη διαδικασία να κατανοήσει πλήρως το υπό μελέτη φαινόμενο. Παράλληλα εξοικονομείται χρόνος διδασκαλίας στην αίθουσα, καθώς ο εκπαιδευτικός καλείται απλώς να δώσει γενικές οδηγίες και να κάνει μία επίδειξη της προσομοίωσης στους μαθητές, καλώντας τους τελευταίους να ασχοληθούν από το σπίτι, μέσω κάποιων φύλλων εργασίας, όπως θα δούμε στη συνέχεια. Ένας τέτοιος ιστοχώρος έχει κατασκευαστεί στην ηλεκτρονική διεύθυνση www.physics-simulations.com, στιγμιότυπου του οποίου φαίνεται στο Σχήμα 3.

Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ILLUSTRATION – EXPLORATION – PROBLEMS

Εφόσον επιτύχουμε τη σωστή υλοποίηση μιας προσομοίωσης, αυτή, για να μπορέσει να επιφέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα, θα πρέπει να συνδυαστεί με την προσέγγιση τύπου Illustration – Exploration – Problems (IEP).

Η προσέγγιση IEP (Christian & Belloni, 2003), που αποτελεί προσέγγιση υλοποίησης των προσομοιώσεων, 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 Εξερεύνηση δίνεται στους μαθητές ελεύθερη πρόσβαση σε όλες τις παραμέτρους της προσομοίωσης και παρακινούνται να την «πρέξουν» πολλές φορές, μεταβάλλοντας κάθε φορά τις αρχικές συνθήκες και να παρατηρούν τυχόν διαφορές. Ο σκοπός είναι να εξασκηθούν σε αυτή και να αποκτήσουν ικανότητα διαχείρισης των προσομοιώσεων. Παράλληλα ικανοποιούνται τυχόν απορίες που μπορεί να έχουν δημιουργηθεί και παρατηρούνται άμεσα αιτίες και αποτελέσματα, μέσω κάποιων φύλλων εργασίας που μοιράζονται στους μαθητές. Το Σχήμα 2 αποτελεί την υλοποίηση μιας Εξερεύνησης. Εφόσον οι μαθητές ασχοληθούν και με την Εξερεύνηση, ακολουθεί το 3^ο στάδιο των προβλημάτων.

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 προηγούμενων πεποιθήσεων, να οδηγούνται στο σωστό συμπέρασμα και να αποκτούν γνώσεις (Gredler, 2004). Το κάθε πρόβλημα εστιάζει μόνο σε μία ερώτηση – αντικείμενο μελέτης, χωρίς καθοδήγηση, όπως στην Εξερεύνηση.

Οι Εξερευνήσεις συνοδεύονται με κάποια φύλλα εργασίας. Αυτά είναι πάντοτε δύο σελίδων με συγκεκριμένο τρόπο δημιουργίας, όπως αναφέρεται παρακάτω.

Σχήμα 3: Στιγμιότυπο από την προσομοίωση μέσα από τον εκπαιδευτικό ιστοχώρο physics-simulations.com

Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ PREDICT – OBSERVE – EXPLAIN

Οι εξερευνήσεις 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. Στο Σχήμα 4 βλέπουμε ένα παράδειγμα πρόβλεψης: «Τι θα συμβεί στην περίοδο μιας ταλάντωσης αν διπλασιάσουμε το πλάτος της;». 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.

<p>ΠΡΟΒΛΕΨΗ</p> <p>Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί στην περίοδο μιας απλής αρμονικής ταλάντωσης, αν διπλασιάσουμε το πλάτος της;</p> <p>Απάντηση:</p>

Σχήμα 4: Δείγμα υλοποίησης της Πρόβλεψης

Εφόσον απαντηθεί η Πρόβλεψη οι μαθητές γυρίζουν στην πίσω σελίδα του φύλλου εργασίας και βρίσκονται στο 2^ο Στάδιο της μεθόδου, την Παρατήρηση. Εκεί τους δίνονται σαφείς οδηγίες για να εκτελέσουν συγκεκριμένες ενέργειες στην προσομοίωση του αντίστοιχου Προβλήματος. 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 (de Jong, 2005).

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. Στο Σχήμα 5 βλέπουμε την υλοποίηση της Παρατήρησης.

<p>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ</p> <p>Επιλέξτε το Πρόβλημα 4. Ρυθμίστε το πλάτος A στα 2 m. Πατήστε το κουμπί play. Όταν η σφαίρα φτάσει στο δεξιό άκρο της ταλάντωσης, σημειώστε τη χρονική στιγμή που παρατηρείτε στο χρονόμετρο. Για ευκολία χρησιμοποιήστε τα κουμπιά step και backstep. Αφήστε τη σφαίρα να εκτελέσει μία ταλάντωση και σημειώστε τη χρονική στιγμή που θα ξαναβρεθεί στο δεξιό άκρο της ταλάντωσης. Αφαιρέστε τις δύο παραπάνω χρονικές στιγμές.</p> <p>Ρυθμίστε τώρα το πλάτος A στα 4 m και πατήστε πάλι play. Μετρήστε με τον ίδιο τρόπο πόσο χρόνο χρειάζεται το σώμα για να κάνει μία πλήρη ταλάντωση.</p> <p>Πατήστε reset. Πατήστε play και υπολογίστε τη χρονική στιγμή που η σφαίρα θα βρεθεί για πρώτη φορά στη θέση ισορροπίας. Τι παρατηρείτε;</p>
--

Σχήμα 5: Δείγμα υλοποίησης της Παρατήρησης

Το τελευταίο στάδιο της μεθόδου είναι η Εξήγηση. Οι μαθητές καλούνται να εξηγήσουν αυτό που παρατήρησαν συνήθως με συμπλήρωση κενών ή πολλαπλής επιλογής, δείχνοντας αν απέκτησαν την επιθυμητή γνώση (Liew, 2004). Συνήθως υπάρχει και το γενικό Συμπέρασμα που προκύπτει από τη μελέτη του φαινομένου. Το ζητούμενο είναι όλοι οι μαθητές, αν είναι δυνατό, να απαντήσουν σωστά. Στο Σχήμα 6 βλέπουμε την υλοποίηση της Εξήγησης.

ΕΞΗΓΗΣΗ Από τις μέχρι τώρα παρατηρήσεις σου για τη σχέση του πλάτους της ταλάντωσης και της περιόδου προκύπτει ότι (εξήγησε το γιατί)

Σχήμα 6: Δείγμα υλοποίησης της Εξήγησης

ΕΡΕΥΝΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ

Τα τελευταία 2 χρόνια (2011-2013) έγινε έρευνα σε δύο φροντιστήρια της ανατολικής Θεσσαλονίκης με σκοπό τον έλεγχο της επίδρασης των προσομοιώσεων στους μαθητές. Η θεματική ενότητα ήταν οι απλές αρμονικές ταλαντώσεις. Το δείγμα αποτελούσαν 26 μαθητές των δύο φύλλων, οι οποίοι φοιτούσαν σε δύο δημόσια σχολεία της περιοχής, καθώς και σε ένα ιδιωτικό, ενώ παράλληλα παρακολουθούσαν μαθήματα στα φροντιστήρια. Στα φροντιστήρια όλοι οι μαθητές είχαν τον ίδιο καθηγητή (Μιχαλούδης Απόστολος), ενώ στα σχολεία υπήρχαν διαφορετικοί καθηγητές που δίδασκαν το σύνολο των μαθητών. 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.physics-simulations.com).

Οι απαντήσεις των μαθητών 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 – Β' Λυκείου (προετοιμασία)

Οι μαθητές της Γ' Λυκείου διδάσκονταν την ύλη των ταλαντώσεων τόσο στο σχολείο, με την «κλασική μέθοδο», όσο και στα φροντιστήρια, αλλά με τη βοήθεια των προσομοιώσεων. Αντίθετα, οι μαθητές της Β' Λυκείου γνώρισαν την ύλη των ταλαντώσεων μόνο μέσω των φροντιστηρίων με τη βοήθεια των προσομοιώσεων. Επομένως είχε ενδιαφέρον να μελετηθεί κατά πόσο οι προσομοιώσεις, ως η μόνη μέθοδος στη Β Λυκείου, μπορούν να βοηθήσουν στην κατανόηση των φαινομένων.

- Επίπεδο γνώσεων: Χωριζόμενο σε 3 βαθμίδες (όπως αποτιμάται από το σχολείο)

Ο διαχωρισμός έγινε με σκοπό να συγκριθεί η επίπτωση των προσομοιώσεων στην επίδοση των καλών, μέτριων ή κάτω του μετρίου μαθητών, ώστε να διαπιστωθεί αν οι προσομοιώσεις βοηθούν περισσότερο τους μαθητές που ήδη έχουν ένα καλό υπόβαθρο ή αν αυτό τελικά δεν είναι απαραίτητο.

Οι παράμετροι στις οποίες εστίασε η έρευνα ήταν οι εξής:

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;

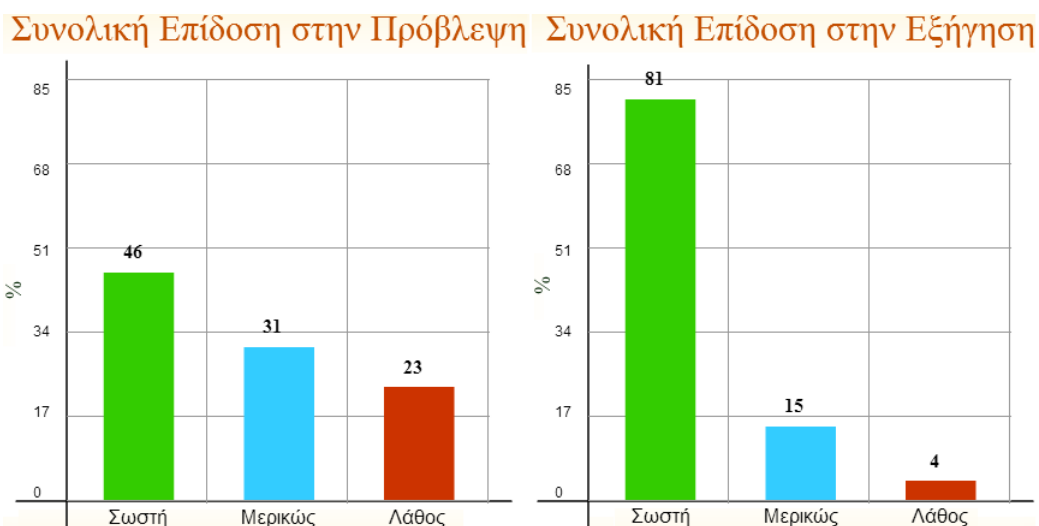
Χρόνος ολοκλήρωσης φύλλων εργασίας - Αποδοχή ή όχι της μεθόδου από τους μαθητές

Η έρευνα συνέκρινε τις απαντήσεις των μαθητών στην Πρόβλεψη, με τις απαντήσεις τους στην Εξήγηση, σε μία κλίμακα τριών βαθμών (Σωστή απάντηση, μερικώς σωστή ή λάθος). Υπενθυμίζεται ότι στη μέθοδο POE οι μαθητές συμπληρώνουν πρώτα την Πρόβλεψη και έπειτα ασχολούνται με την προσομοίωση για να απαντήσουν τελικά στην Εξήγηση. Αυτό σημαίνει ότι η διαφορά Πρόβλεψη-Εξήγηση αντικατοπτρίζει τη συνολική επίδραση της προσομοίωσης. Έτσι, μπορεί να γίνει σύγκριση των απαντήσεων και να διαπιστωθεί αν η ενασχόληση με την προσομοίωση τους βοήθησε να κατανοήσουν καλύτερα το φαινόμενο.

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι όλοι οι μαθητές, ανεξαιρέτως, ολοκλήρωσαν τα φύλλα εργασίας και μπόρεσαν να αυξήσουν την επίδοσή τους και να αποκτήσουν γνώσεις, που αδυνατούσαν 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 Σχήμα 7 φαίνονται τα γενικά αποτελέσματα της έρευνας για την Πρόβλεψη και την Εξήγηση, για όλα τα φύλλα εργασίας. Όπως φαίνεται στο σχήμα, στην αρχή (Πρόβλεψη) μόνο το 46% των μαθητών (12 στους 26) απάντησε σωστά, ενώ μετά την προσομοίωση το ποσοστό αυτό ανήλθε σε 81% (21 στους 26).

Ως προς το χρόνο που τους πήρε να ολοκληρώσουν τις εργασίες, 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 ελεύθερο χρόνο των μαθητών, διότι θα λειτουργούσε αποτρεπτικά για τη μέθοδο.

Ιδιαίτερη σημασία έχουν τα συγκεντρωτικά 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 επέτυχαν παρόμοιες με αυτούς επιδόσεις, όπως φαίνεται στο Σχήμα 8. Παρότι οι μαθητές της Γ' Λυκείου έχουν ήδη διδαχτεί το θέμα, εντούτοις, στις προβλέψεις τους δεν έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα (60%), το οποίο βέβαια είναι υψηλότερο από αυτών που δεν έχουν διδαχτεί (Β' Λυκείου 22%). Παρόλη όμως την αρχική διαφορά, μετά την παρατήρηση/εργασία με τις προσομοιώσεις και οι δυο κατηγορίες μαθητών δίνουν συγκρίσιμα αποτελέσματα στην «Εξήγηση».



Σχήμα 7: Γενικά αποτελέσματα της έρευνας για όλα τα φύλλα εργασίας

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

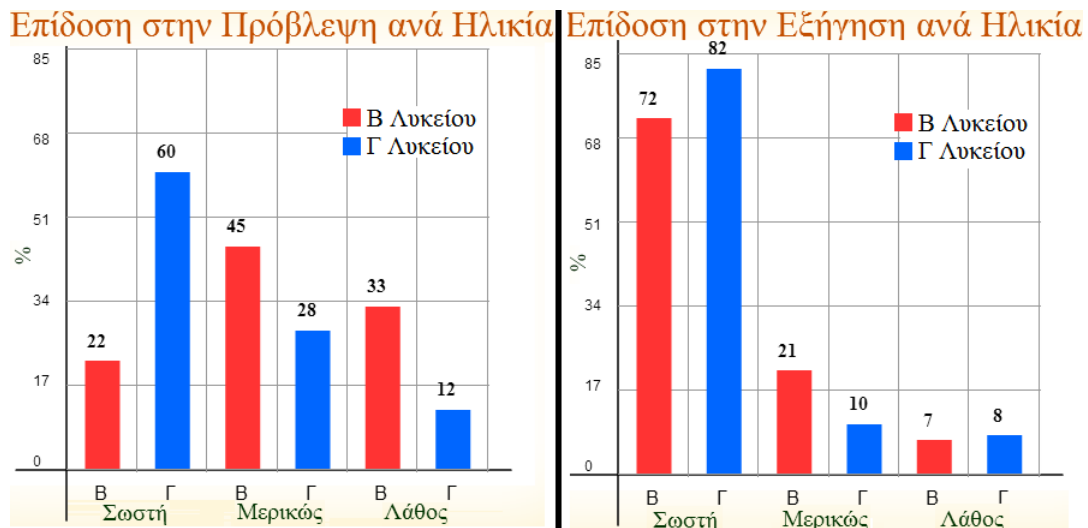
Συνολικά, η μέθοδος διδασκαλίας με χρήση προσομοιώσεων καταφέρνει να δώσει στους μαθητές μια ολοκληρωμένη εμπειρία μάθησης, η οποία μπορεί να βελτιώσει την επίδοσή τους, ανεξαρτήτως γνωστικού υποβάθρου.

Στη Φυσική, υπάρχει δυσκολία κατανόησης των φαινομένων. 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 κι εκείνοι με τη σειρά τους, 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, που χάνουν εύκολα το ενδιαφέρον τους όταν έχουν να εκτελέσουν πολύωρες εργασίες, καταφέροντας να τους προσφέρει όλες τις απαραίτητες γνώσεις που πρέπει να αποκομίσουν, σε ελάχιστο χρόνο.



Σχήμα 8: Επίδοση μαθητών ανά ηλικία – τάξη

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.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Aleven, V., & Koedinger, K. R. (2002). An effective meta-cognitive strategy: Learning by doing and explaining with a computer-based cognitive tutor. *Cognitive Science*, 26, pp. 147–179.

Cano, M. & Esquembre, F., (2013). Creation of interactive simulations with EJS and FreeFem++, ανακτήθηκε 5 Σεπτεμβρίου από <http://prezi.com/cp9x923lblyi/creation-of-interactive-simulations-with-ejs-and-freefem/>

Christian W. & Belloni M., *Physlets* (2001): Teaching Physics with Interactive Curricular Material, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

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

Gredler, M. E. (2004). Games and simulations and their relationships to learning. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 571–582). Mahwah, NJ: Erlbaum.

de Jong, T. (2005). The guided discovery principle in multimedia learning. In R. Mayer (Ed.), *Cambridge handbook of multimedia learning*, pp. 215–228. New York: Cambridge University Press.

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

Mayer, R. E., Dow, G. T., & Mayer, S. (2003). Multimedia learning in an interactive self-explaining environment: What works in the design of agent-based microworlds? *Journal of Educational Psychology*, 95, pp. 806–812.

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

Pintrich, P. R. (2003). Motivation and classroom learning. In W. M. Reynolds & G. E. Miller (Eds.). *Handbook of psychology: Educational psychology* (pp. 103–122). New York, NY: Wiley.

Simkins, M., Cole, K., Tavalin, F., & Means, B., (2002). *Increasing student learning through multimedia projects*, Association for Supervision & Cu

Singley, M. K., & Anderson, J. R. (1989). *The transfer of cognitive skill*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Tan, H. T. (2005). *Effects of the Predict-Observe-Explain (POE) Method on Electricity Conceptual Understanding*, University of Sheffield, School of Education

Woloshyn, V., Paivio, A., & Pressley, M. (1994). Use of elaborative interrogation to help students acquire information consistent with prior knowledge and information inconsistent with prior knowledge. *Journal of Educational Psychology*, pp. 79–89.