

## ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΟΔΥΣΣΕΙΑΣ. ΜΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ, ΜΙΑ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑ ΜΕ ΤΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

*Μπακαλίδης Γεώργιος*  
*Δρ. Οπτοηλεκτρονικής*  
*Εκπαιδευτικός Φυσικής–Πληροφορικής*  
*Β΄θμιας Εκπ/σης Ν. Ξάνθης*  
*gbakalid@ee.duth.gr*

*Σωτηρόπουλος Παναγιώτης*  
*Δρ. Επιστημολογίας, MSc Μαθηματικών*  
*Εκπαιδευτικός Β΄θμιας Εκπ/σης Ν.*  
*Ξάνθης*  
*psotirop@ceti.gr*

### **Περίληψη**

Στην εργασία αυτή μελετάμε την εισαγωγή της υπολογιστικής και δικτυακής τεχνολογίας στη Ελληνική Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Επιχειρούμε μια αποτίμηση της επίδρασής τους στις διαδικασίες μετασχηματισμού μεθόδων και νοοτροπιών στην εκπαιδευτική κοινότητα. Αναλύοντας τα αδιέξοδα των παραδοσιακών διδακτικών προτύπων και επισημαίνοντας τις δυσκολίες αποδοχής του νέου μαθησιακού περιβάλλοντος που διαμορφώνουν οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας, καθορίζουμε τα επιστημολογικά προαπαιτούμενα και τις παιδαγωγικές αρχές που συνέχουν την επιτυχή εφαρμογή τους. Η κυρίαρχη μέθοδος της μετωπικής διδασκαλίας ακολουθώντας τρόπους προσέγγισης που αποξενώνουν το μαθητή από το γνωστικό αντικείμενο και επιβάλλοντας ρυθμούς μάθησης που αποτρέπουν τη δημιουργική συμμετοχή στη διαμόρφωση της γνώσης, οδήγησε σε απαξίωση του σχολείου. Η υιοθέτηση νέων διδακτικών μεθόδων που χρησιμοποιούν καινοτόμα εργαλεία προβάλλει ως μια ελπιδοφόρα πρόταση για ένα εκπαιδευτικό σύστημα που εμφανίζει σημεία παρακμής. Προκειμένου να αναπτυχθεί η κριτική σκέψη των μαθητών, η ικανότητά τους να διατυπώνουν υποθέσεις και να ελέγχουν την εγκυρότητά τους θα πρέπει να καθορισθούν τα γενικά κριτήρια οργάνωσης, διαχείρισης και εφαρμογής του διερευνητικού λογισμικού στη διδακτική πράξη. Μια ολοκληρωμένη και νοηματοδοτούμενη μάθηση, που δεν παρουσιάζεται ως μια απλή παράθεση συλλογής δεδομένων απομονωμένων μεταξύ τους και χωρίς σύνδεση με προηγούμενες γνώσεις, προϋποθέτει ως συνοδευτικό υλικό ένα φύλλο μελέτης. Η χρήση του συνεισφέρει στον εμπλουτισμό του μαθησιακού περιβάλλοντος, παρωθεί στη δημιουργική συμμετοχή του μαθητή και ενισχύει την προσπάθεια συγκερασμού της εποικοδομητικής και συνεργατικής μάθησης. Το παράδειγμα εφαρμογής των NT για τη διδασκαλία των εγκάρσιων κυμάτων, με χρήση του λογισμικού Modellus, που παρατίθεται στο τέλος αποσκοπεί στη συγκεκριμενοποίηση των προσεγγίσεών μας.

### **Abstract**

In this work we deal with the Introduction of Computational and Network Technologies in the secondary Greek Education. We try an assessment of their impact on the process of transforming methods and mentalities to the educational community. By analyzing the impasses of the traditional instructional methods and pointing out the

difficulties encountered in the acceptance of the NT in the educational system, we establish the epistemological demands and pedagogical principles underlying their successful implementation. The dominant teacher-centered didactical method has lead gradually the students to disdained the high school and have resulted to their alienation from the learning process. This is due also to the rhythms imposed that discourage students from actively participating in the construction of learning. NT seems to be a hopeful and innovative tool, which will renew an already decadent educational system. But in order to develop the ability of students to reason about their disciplines, to develop hypotheses and test their validity we must set down the general criteria for organizing, arranging and implementing the exploratory software. An integrated and meaningful knowledge, which is not presented as a collection of isolated data without connection relative to their prior knowledge, presupposes the use of a worksheet. This contributes to the enrichment of the learning environment, simulates the creative activity of the user and affects the way we try to bring together a constructive and collaborative learning. The didactical scenario on the transversal elastic waves provided at the end is intended to concretize our views.

*τούτων γαρ συ εκάστη ουκ επί τέχνη έμαθες, ως δημιουργός εσόμενος, αλλ' επί παιδεία, ως τον ιδιώτην και τον ελεύθερον πρέπει.*  
**Πλάτωνος, «Πρωταγόρας» 312b.**

#### **Απολογισμός μιας πορείας**

Όταν, πριν από πέντε χρόνια περίπου, ξεκινούσε πιλοτικά η εισαγωγή της υπολογιστικής και δικτυακής τεχνολογίας στην ελληνική εκπαίδευση, το εγχείρημα φάνταζε ουτοπικό, με την πρωτογενή σημασία της λέξης, αυτή που εκπορεύεται από την ετυμολογική της σύνθεση, *ου-τόπος*. Ούτε η υλικοτεχνική υποδομή, αλλά προπάντων ούτε και η οικολογία του ελληνικού σχολείου καλλιεργούσαν προσδοκίες επιτυχίας και γενίκευσης του προγράμματος. Αυτό που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί από αρκετούς στην αρχή σαν εκζητημένος σχεδιασμός, ή σαν ψιμυθιασμένη διδακτική προσέγγιση και θεωρούνταν καταδικασμένο να εκπέσει σε ακηδία, απέδωσε καρπούς και έφερε τελικά ένα πνεύμα ανανέωσης και δημιουργίας. Στην προσπάθεια αυτή συνέτεινε και η παρακμή του κυρίαρχου διδακτικού προτύπου που, αφού ολοκλήρωσε τον κύκλο της συνεισφοράς του, αδυνατεί πλέον να προσαρμοσθεί στις αναζητήσεις της εποχής.

Το εγχείρημα της εισαγωγής των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ), αν κριθεί συνολικά, αποτιμάται ως θετικό. Η κρίση αυτή συνεκτιμά βέβαια το συγκείμενο που διαμόρφωσε ένα ατελέσφορο εκπαιδευτικό σύστημα που αδυνατεί, χρόνια τώρα, να βρει μια περιοχή δυναμικής ισορροπίας ανάμεσα στις παλινωδίες των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων, στις εδραίες αντιλήψεις της εκπαιδευτικής κοινότητας, τα ιδεολογήματα της «μορφωσιολατρίας» που ακυρώνουν στην πράξη κάθε ρηξικέλευθη τομή και στην ασφυκτική πίεση της αγοράς εργασίας. Η νομιμοποίηση του εγχειρήματος, ως προσπάθεια συγκρότησης των θεωρητικών και πραγματολογικών προϋποθέσεων εφαρμογής του, αποδείχθηκε μια αλγεινή και συνεχής αναζήτηση. Η διαδρομή που ακολουθήθηκε μέχρις ότου αμβλυνθούν οι αρχικές επιφυλάξεις και μετριασθεί ο άκριτος ενθουσιασμός των

εκπαιδευτικών, επωδός της αναγγελίας κάθε νέου προγράμματος, αποδείχθηκε βραχύτερη από όσο θα υπολόγιζε κανείς. Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών που ακολούθησε την περιπέτεια της πιλοτικής εφαρμογής των ΤΠΕ, αντιλήφθηκε τελικά πως ο Η/Υ είναι ένα επικουρικό εργαλείο χρήσιμο για την καθημερινή διαχείριση της γνώσης που παρέχεται στο μαθητή. Ο εκπαιδευτικός εκτιμά πλέον πως οι ΤΠΕ επιδρούν καταλυτικά στη διεύρυνση και τον εμπλουτισμό της διδακτικής πρακτικής και συμβάλλουν στη δημιουργία ενός περιβάλλοντος που διευκολύνει την κατάκτηση της γνώσης. Σε μια περιοχή, όπως η Θράκη, με υψηλό δείκτη σχολικής παραίτησης και περιορισμένες εκπαιδευτικές ευκαιρίες, η εφαρμογή του προγράμματος μετέβαλε τόσο τις διδακτικές πρακτικές, όσο και τη δομή και τα συμφραζόμενα της παιδαγωγικής σχέσης μεταξύ του εκπαιδευτικού και των μαθητών. Για να αποτιμήσει κανείς το εύρος και τη σπουδαιότητα των αλλαγών που επιφέρει στην οργάνωση και τη λειτουργία της διδασκαλίας η εισαγωγή της υπολογιστικής και δικτυακής τεχνολογίας, θα πρέπει να αντιπαραθέσει πρώτα τα δομικά χαρακτηριστικά του κυρίαρχου προτύπου διδασκαλίας.

#### **Τα φαινόμενα στόμωσης του παλαιού**

Στο παραδοσιακό πρότυπο διδασκαλίας, της από καθέδρας διάλεξης, επιβάλλονται ρυθμοί μάθησης και τρόποι εμπειρικής βίωσης της διδασκαλίας που αποδεικνύονται στην πράξη αλυσιτελείς και εντείνουν τις εκπαιδευτικές ανισότητες. Ο συνεχής μονόλογος του εκπαιδευτικού αποξενώνει το μαθητή και αλλοτριώνει τη σχέση του με το διδακτικό αντικείμενο. Δεν είναι λοιπόν παράδοξο που το σημερινό σχολείο απαξιώνεται και ο μαθητής δεν ενδίδει στις αιτιάσεις της Κοινωνίας της Πληροφορίας, για να εγκλωβισθεί τελικά στο χρησιμοθηρικό σχήμα της άμεσα ανταλλάξιμης, εφήμερης και χωρίς βάθος γνώσης, που εξαντλεί την προοπτική της στις προαγωγικές ή εισιτήριες εξετάσεις. Ούτε πρέπει να ξενίζει η διαπίστωση πως ο εκπαιδευτικός έχει περιπέσει σε απλό μεταπράτη γνώσεων που αντιλαμβάνεται καθημερινά τη συνεχή υποβάθμιση του κοινωνικού του ρόλου. Αν προσδοκούμε ένα σχολείο που αποπνέει σεβασμό και εμπνέει δημιουργία, θα πρέπει να θέσουμε στο επίκεντρο των προσπαθειών μας, τη συγκρότηση μιας παιδαγωγικής πρακτικής η οποία συμβάλει στην ανέλιξη της γνώσης αξιοποιώντας τα νέα διδακτικά εργαλεία. Η ανάπτυξη δεξιοτήτων που αποδεικνύονται χρήσιμες στην καθημερινή ζωή, και η μετεκκένωση παιδείας που καλλιεργεί πολιτιστικά πρότυπα συνοικειώσης και ευνοεί τον κριτικό στοχασμό, δεν μπορούν να επιτευχθούν παρά μόνο σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα που προάγει τη συνεργατική μάθηση και επιβραβεύει τη δημιουργία.

#### **Το καινούργιο που αναδύεται**

Δεν ισχυριζόμαστε ότι η βραχύβια και σε περιορισμένη έκταση, πιλοτική εφαρμογή των ΤΠΕ στο ελληνικό σχολείο μεταμόρφωσε το εκπαιδευτικό μας σύστημα. Μπορούμε όμως να αποφανθούμε ότι θεμελίωσε τις προϋποθέσεις αλλαγής και συνέβαλε στη διαμόρφωση θετικής αποδοχής νέων διδακτικών μεθόδων. Παράλληλα βελτίωσε το βαθμό εξοικείωσης των εκπαιδευτικών με τα νέα τεχνολογικά μέσα που εφαρμόζονται στη διδασκαλία και ενίσχυσε το μέτρο αυτοσυνειδησίας τους, καθώς τους επιτρέπει να αντιληφθούν και να οριοθετήσουν το ρόλο τους στο νέο εκπαιδευτικό περιβάλλον που διαμορφώνεται σε παγκόσμια κλίμακα. Η έλλειψη

λογιστικής υποστήριξης σε ορισμένες περιπτώσεις, η βάσανος αυτού που κατ' ευφημισμό αποκαλείται «πληροφορικός αναλφαβητισμός» σε άλλες, η φοβία για τις νέες τεχνολογίες, η έλλειψη ενδιαφέροντος για ανανέωση των διδακτικών μεθόδων, η δυσκολία διαχείρισης της διδακτικής ώρας, αποτέλεσαν τροχοπέδη στα πρώτα βήματα εφαρμογής του προγράμματος. Βαθμιαία όμως οι εκπαιδευτικοί, ξεπερνώντας την ατομία του νεήλυδα, αντιλήφθηκαν πως κατείχαν ένα εργαλείο εφαρμογής καινοτόμων διδακτικών μεθόδων, παραγωγής διδακτικού υλικού, εμπλουτισμένης και αισθητικά αναβαθμισμένης θεματικής παρουσίασης και επικοινωνίας με τον υπόλοιπο κόσμο. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι, μετά τη συμμετοχή του στο πρόγραμμα, ο εκπαιδευτικός έχει επίγνωση ότι η ραγδαία και ποιοτική τεχνολογική μεταβολή επάγει αλλαγές τόσο στο Αναλυτικό Πρόγραμμα όσο και στη διδακτική πράξη. Αλλαγές κατά συνέπεια που παρατηρούνται τόσο στη φιλοσοφία που συνέχει ένα εκπαιδευτικό σύστημα όσο και στις πρακτικές που υιοθετεί.

Οι ανάγκες της Κοινωνίας της Πληροφορίας για ένα ευέλικτο και ποιοτικά αναβαθμισμένο μαθητικό δυναμικό, εγκαλούν την εκπαιδευτική κοινότητα να στραφεί σε μια προσπάθεια επανερμηνείας και δυναμικής ανακατασκευής των πρακτικών επιμόρφωσής της και των τρόπων μετάδοσης της γνώσης. Ταυτόχρονα καλούν τον εκπαιδευτικό να επαναπροσδιορίσει το ρόλο του στη διανοητική και κοινωνική ανάπτυξη του μαθητή. Οι ΤΠΕ επέφεραν αλλαγές σε ένα εκπαιδευτικό παράδειγμα που θεμελιώθηκε πάνω στις αρχές της δασκαλοκεντρικής μάθησης, με σημείο αναφοράς τη μετωπική διδασκαλία και το μαθητή παθητικό αποδέκτη πληροφοριών που διοχετεύονται ασύνδετες σε ένα χώρο απομονωμένο από τη σφαίρα του κοινωνικού. Χάρη στη διαβρωτική κριτική του κυρίαρχου δασκαλοκεντρικού προτύπου και στην επιρροή που άσκησαν οι έρευνες της γνωστικής ψυχολογίας και των παιδαγωγικών θεωριών του εποικοδομητισμού, ο μαθητής βαθμιαία αντιμετωπίζεται ως σύνθετη ύπαρξη. Οι ικανότητές του, η συγκρότηση ταυτότητας και η διαδικασία εκκοινωνίωσής του, δέχονται τώρα τη διαμορφωτική επίδραση από τον περιβάλλοντα χώρο, τις εμπειρίες του, τις παραστάσεις που προσλαμβάνει, τις ενέργειες που εκδηλώνει. Η διδασκαλία οργανώνεται και αντλεί ερεθίσματα από όλο αυτό το σύστημα των κοινωνικών και ψυχολογικών παραμέτρων αποβλέποντας στη γνωστική και συναισθηματική ολοκλήρωση του μαθητή. Η αλλαγή του εκπαιδευτικού παραδείγματος έχει ως συνέπεια την ανάδειξη της αυτενέργειας και της ισότιμης συμμετοχής του μαθητή στη μαθησιακή διαδικασία.

#### **Τι είδους επιμόρφωση για τον εκπαιδευτικό;**

Οι επιμορφωτικές συναντήσεις κατέστησαν φανερό από την αρχή ότι η κατάρτιση θα πρέπει να περιλαμβάνει εύκολα αφομοιώσιμη, πρακτική και θεωρητική, πληροφορία που μπορεί να γίνει κτήμα, όταν θα εφαρμοσθεί στη σχολική πραγματικότητα. Οι γνώσεις και οι πληροφορίες που θα αποκομίσουν οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να αποτελέσουν το πρωτογενές υλικό που θα νοηματοδοτήσει τη διδασκαλία. Τον εκπαιδευτικό δεν τον ενδιαφέρει τόσο η παιδαγωγική θεωρία που απορρέει από αφηρημένα πρότυπα που περιγράφουν ενδιάθετους γνωστικούς και κοινωνικούς μηχανισμούς, όσο οι τρόποι εμπειρικής βίωσης, ανάδειξης και συσχέτισης της διδασκαλίας με τη μάθηση. Ήταν απαραίτητο επομένως, να υποδειχθεί με έμφαση η ανάπτυξη κλίματος συνεργασίας και γόνιμης ανταλλαγής εμπειριών

μεταξύ τους, κάτι που διαπιστώσαμε με ευχαρίστηση σε αρκετές περιπτώσεις. Ταυτόχρονα η μεθοδολογία υλοποίησης της επιμόρφωσης ανέδειξε και την υπεροχή της έναντι των επιμορφωτικών προγραμμάτων που εφαρμόστηκαν την τελευταία δεκαετία (ΠΕΚ, Πανεπιστήμια). Η θεματική που ακολουθήθηκε (αναφορές σε άμεση συνάφεια με τη σχολική πραγματικότητα, ευρηματικά διδακτικά σενάρια), οι παιδαγωγικές αρχές που προβλήθηκαν (διερευνητική και ανακαλυπτική μάθηση) και προπάντων το πρότυπο της συνεχούς επιμόρφωσης και στήριξης του εκπαιδευτικού (από Τεχνικούς Υποστήριξης Σχολικών Εργαστηρίων και Επιμορφωτές) είναι χαρακτηριστικά που συνθέτουν την ποιοτική σκευή της εισαγωγής των ΤΠΕ στο εκπαιδευτικό μας σύστημα. Άλλωστε, συμφυής στη φροντίδα να ακολουθηθεί ένα σύγχρονο πρόγραμμα επιμόρφωσης ήταν και η προσπάθεια, το εγχείρημα αυτό να έχει συνέχεια, να δημιουργηθεί το κρίσιμο σώμα που θα το στηρίζει μελλοντικά και να ανατροφοδοτείται από την ίδια την εκπαιδευτική κοινότητα.

Στους εκπαιδευτικούς τονίσαμε από τις πρώτες επιμορφωτικές συναντήσεις πως το ζητούμενο είναι η θεμελίωση των προϋποθέσεων για τον προσανατολισμό της διδακτικής πράξης σε νέα μαθησιακά πρότυπα, αυτά της διερευνητικής και ανακαλυπτικής μάθησης. Η υπολογιστική και δικτυακή τεχνολογία είναι απλά το μέσο που εξυπηρετεί το βασικό παιδαγωγικό στόχο: να μετατρέψει το σχολείο σε τόπο γόνιμης δημιουργίας, όπου η αναζήτηση της γνώσης θα γίνεται με προσωπικό νόημα για το μαθητή, θα καλλιεργείται το πνεύμα της συνεργατικής μάθησης και θα προωθηθεί η διαθεματική προσέγγιση. Να απελευθερώσουμε επιτέλους τα παιδιά από την τυραννία των ασύνδετων πληροφοριών και των αποσπασματικών γνώσεων που δε μετασηματίζονται σε νέες γνωστικές συνθέσεις. Μπορεί να μην πετύχαμε τους μαξιμαλιστικούς στόχους που θέσαμε στην αφετηρία του εγχειρήματός μας, αλλά προέκυψε ένα σημαντικό κέρδος. Η συγκριτική εφαρμογή της παραδοσιακής διδασκαλίας και της υιοθέτησης νέων μεθόδων, ανέδειξαν το συγκείμενο και τις προϋποθέσεις επιτυχούς παρέμβασης στη σχολική ζωή και κατέστησαν πιο ευκρινείς τις παραμέτρους για το παιδαγωγικό όφελος που προκύπτει από την εισαγωγή των ΤΠΕ στο σχολείο. Η χρήση των Νέων Τεχνολογιών στην εκπαίδευση, αν δε συνοδεύεται από μια κριτική στάση και μια στέρεα θεμελιωμένη παιδαγωγική αντίληψη για το ρόλο τους, επιτείνει το πρόβλημα διαχείρισης του όγκου των πληροφοριών που κατακλύζουν με πιο έντονους ρυθμούς τώρα το μαθητή.

Η εμπειρία εφαρμογής, τόσο της επιμόρφωσης όσο και των πειραματικών διδασκαλιών ήταν πολύτιμη, αφού μας έδωσε την ευκαιρία να εντοπίσουμε καίρια ζητήματα που συνδέονται άμεσα με τη μεθοδολογία επιμόρφωσης και την παραγωγή διδακτικού υλικού.

### **Επιλογή και χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού**

Αν περιορισθούμε στο χώρο των θετικών επιστημών (Μαθηματικά, Φυσική), μπορούμε να καταγράψουμε ενδεικτικά, αφενός τα σημαίνοντα παιδαγωγικά ζητήματα που αναδείχθηκαν και αφετέρου τα οφέλη που προέκυψαν και τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν.

Η εφαρμογή Εκπαιδευτικού Λογισμικού (Cabri Geometry, Sketchpad, Modellus) ανέδειξε μια σημαντική, αλλά συχνά παραγνωρισμένη, πτυχή της εφαρμογής των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. Η χρήση λογισμικού δομημένου πάνω σε

αρχιτεκτονικά πρότυπα προσανατολισμένα προς την εξερεύνηση μικρόκοσμων δεν αρκεί από μόνη της για να αναβαθμίσει ποιοτικά τη διδακτική προσέγγιση, ούτε προβάλλει αυτόματα την επικοινωνιακή παράμετρο της μάθησης. Αναφερόμαστε σε υπολογιστικά περιβάλλοντα, όπου οι μαθητές καλούνται να εργασθούν σε ένα δεδομένο πλαίσιο υποθέσεων και σχέσεων μεταξύ αντικειμένων και να εξερευνήσουν τις συνέπειες της λογικής που τα συνέχει. Ακόμη και το καλύτερο λογισμικό απαξιώνεται στα χέρια ενός εκπαιδευτικού που αδυνατεί να χρησιμοποιήσει με παιδαγωγική επάρκεια ένα φύλλο μελέτης. Ο ενθουσιασμός και η περιέργεια για το καινούργιο που κινούν το ενδιαφέρον για τις ΤΠΕ, εξανεμίζονται εύκολα αν δεν έχει ο εκπαιδευτικός ενστερνισθεί τις βασικές παιδαγωγικές αρχές εφαρμογής του εκπαιδευτικού λογισμικού. Είναι σημαντικό λοιπόν να κατανοήσει ο εκπαιδευτικός ότι τα διερευνητικά λογισμικά είναι εργαλεία που προσφέρονται για επίλυση προβλημάτων. Επιπλέον, αναδεικνύουν, με τη βοήθεια του φύλλου μελέτης, τις συλλογιστικές διαδρομές ακολουθώντας μια στρατηγική ελέγχου και κατασκευής.

Μια συχνή παρανόηση μεταξύ των εκπαιδευτικών ήταν αυτή που θεωρούσε το εκπαιδευτικό λογισμικό ως ένα απλό εργαλείο επίλυσης αριθμητικών προβλημάτων, ως ένα ηλεκτρονικό βιβλίο ή ως ένα μέσο που παρέχει απλώς δυνατότητες προσομοίωσης. Η εφαρμογή των προγραμμάτων της Οδύσσειας έδειξε πως το κατάλληλο εκπαιδευτικό λογισμικό, όταν χρησιμοποιηθεί με παιδαγωγική επάρκεια, φωτίζει από διαφορετικές πλευρές ένα πρόβλημα που προσπαθούμε να επιλύσουμε ή μια έννοια που προσεγγίζουμε (δυνατότητα πολλαπλών αναπαραστάσεων). Επιπλέον το εκπαιδευτικό λογισμικό καθιστά ευκρινή τα διαφορετικά βήματα που μπορούν να ακολουθηθούν στη διερεύνηση ενός προβλήματος, ενώ σε κάθε στιγμή οικοδομεί τη γνώση ανατρέχοντας στη διασύνδεση των δομικών χαρακτηριστικών των αντικειμένων ή των σχέσεων που ορίζονται στον μικρόκοσμο. Μια γεωμετρική κατασκευή σε ένα περιβάλλον Δυναμικής Γεωμετρίας (Cabri ή Sketchpad) προϋποθέτει τη γνώση θεμελιωδών ιδιοτήτων των γεωμετρικών αντικειμένων που χρησιμοποιούνται σε κάθε βήμα της κατασκευής. Θέλουμε έτσι να τονίσουμε ότι ο τρόπος κατανόησης του νοήματος μιας έννοιας είναι όχι μόνο η μελέτη της στο πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται, δηλαδή να γίνει αντιληπτό πώς αυτή συνεισφέρει σε μια δραστηριότητα, αλλά και πώς διασυνδέεται με το σύνολο των γνώσεών μας.

#### **Φύλλα μελέτης και συνεργατική μάθηση**

Αν τονίσαμε τη θεμελιώδη διδακτική αξία του φύλλου μελέτης, είναι γιατί επιτρέπει τον εντοπισμό της προέλευσης των λαθών και των παρερμηνειών (εσφαλμένες αντιλήψεις), ενώ ταυτόχρονα καθιστά ευκολότερη τη διαχείριση του προβλήματος αυτού στο εξατομικευμένο περιβάλλον του εργαστηρίου. Η ενασχόληση με το φύλλο μελέτης παρακινεί το σύνολο της τάξης σε ενεργό συμμετοχή. Ταυτόχρονα επιτρέπει την αναθεώρηση των αντιλήψεών μας για την αιτία παραγωγής λαθών, την άμεση αξιολόγηση της πορείας των μαθητών, ενώ αναδεικνύει τις μεταγνωστικές στρατηγικές που πρέπει να ακολουθήσουμε για την προσπέλαση των γνωστικών εμποδίων που αναφέρονται. Η παράλληλη χρήση διερευνητικού λογισμικού και φύλλων μελέτης επιτρέπει μια περισσότερο επικοινωνιακή προσέγγιση του υπό διαπραγματεύση θέματος. Η ενασχόληση με τα φύλλα μελέτης προάγει τον κριτικό

στοχασμό για την αντιμετώπιση ενός θέματος, μιας διδακτικής ενότητας, επιτρέπει την εποικοδομητική κατανόηση εννοιών και σχέσεων. Το φύλλο μελέτης είναι ένα ερωτηματολόγιο βάσης που επιτρέπει τη διακριτικά καθοδηγούμενη ανακάλυψη. Η αναστοχαστική λειτουργία στην οποία καλεί τους μαθητές, συμβάλλει στον εντοπισμό των μαθησιακών αναγκών τους που κρίνονται απαραίτητες για την αντιμετώπιση ενός θέματος, ενώ καθοδηγεί και αξιολογεί τα βήματά τους με δομημένες παρατηρήσεις. Στην ουσία το φύλλο μελέτης είναι ένα μέσο διεπαφής για την ολότητα των παραγόντων που διαπραγματεύονται τη γνώση, δηλ. Μαθητές, Εκπαιδευτικός και Υπολογιστής. Το σχήμα Φύλλο Μελέτης – Διερευνητικό Λογισμικό – Μαθητής – Εκπαιδευτικός – Γνώση συνιστά τη μετάβαση από τον υποκειμενοκεντρισμό του παραδοσιακού εκπαιδευτικού προτύπου στη συστημική συγκρότηση της διδασκαλίας.

Οι εκπαιδευτικοί τόνιζαν συχνά τα μειονεκτήματα της συνεργατικής μάθησης, όπως αυτή εφαρμόζεται σε συνθήκες εργαστηρίου, αφού ο θόρυβος των μαθητών και η διάσπαση της προσοχής του εκπαιδευτικού στις διαφορετικές ομάδες προκαλούσε ένα συναίσθημα δυσφορίας. Προέκυψε έτσι λοιπόν ένα πρόβλημα πρωτόγνωρο για τα δεδομένα του σχολείου, αυτό της διαχείρισης, της οργάνωσης των μαθητών, σε ανεξάρτητες ομάδες. Δεν είναι αυτονόητο τελικά ότι ο εκπαιδευτικός θα αποδεχθεί τη θέση που υποστηρίζει πως η δημιουργία ανεξάρτητων ομάδων διευκολύνει την αλληλεπίδραση, επιτρέπει την εμβάθυνση, τη διασάφηση ιδεών, τελικά την κατανόηση. Χρειάζεται αρκετή υπομονή και άσκηση, για να αντιληφθεί ο εκπαιδευτικός ότι η συνεργατική μάθηση καλλιεργεί ένα κλίμα ώριμης και επαγγελματικής αντιμετώπισης προβλημάτων και διευκολύνει στην ανάληψη σύνθετων γνωστικών διεργασιών. Μέσα στο ομαδικό περιβάλλον εργασίας είναι εφικτή η ολοκλήρωση εργασιών που η συνθετότητά τους θα ήταν διαφορετικά απαγορευτική για πολλούς μαθητές. Παράλληλα είναι φανερό πως μόνο με τη δημιουργία συνεργατικών ομάδων είναι εφικτή η βέλτιστη χρήση των περιορισμένων υλικών πόρων που αναγκαστικά κάθε εργαστήριο διαθέτει (αναλογία μαθητών ανά Η/Υ).

### **Η επίπονη αναζήτηση**

Δεν ήταν όλα ρόδινα και ούτε το σχολείο μεταβλήθηκε με τη μαγική ράβδο των ΤΠΕ σε Τόπο Επαγγελίας. Η εφαρμογή των διδακτικών σεναρίων από τους εκπαιδευτικούς αποτελούσε σε αρκετές περιπτώσεις μηχανική μεταφορά όσων είχαν διδαχθεί κατά την επιμόρφωση, με φτωχό τελικά μορφωτικό αποτέλεσμα. Η αδυναμία αυτή αναδεικνύει τη σπουδαιότητα του ρόλου του εκπαιδευτικού ως παράγοντα που εγκυρώνει ή ακυρώνει τη διδακτική αξία των ΤΠΕ. Ο δρόμος που οδηγεί από τη μίμηση στη δημιουργία είναι μακρύς και δύσβατος. Υπάρχουν εσωτερικές αντιστάσεις, παγιωμένες αντιλήψεις που λειτουργούν σαν στερεότυπα, ελλιπής γνώση και ανασφάλειες που καθιστούν δυσχερή την ανάληψη πρωτοβουλιών για τη δημιουργία πρωτότυπου διδακτικού υλικού που να έχει τη σφραγίδα της προσωπικής δημιουργίας ή έστω προσαρμογής. Για να είναι υψηλή η προστιθέμενη διδακτική αξία που προκύπτει από τις ΤΠΕ, απαιτείται μια επένδυση διανοητική που προϋποθέτει γνώση και εμπειρία. Ίσως το καινούργιο που όλοι περιμένουμε με αγωνία, να κυφορείται δυναμικά μέσα από τις απορίες που δημιούργησε η επαφή με τις ΤΠΕ. Οι συντεταγμένες της σχολικής πραγματικότητας, όπως ορίζονται μέσα από το πλέγμα

των διαλεκτικών αντιθέσεων που επέφερε η εισαγωγή των ΤΠΕ, προσφέρουν ένα προνομιακό πεδίο παιδαγωγικής αναζήτησης. Αυτό διαμορφώνεται από την κριτική στάση που προέκυψε με τη σύγκρουση της γόνιμης εμπειρίας με τις παγιωμένες αντιλήψεις. Τροφοδοτείται από την αντίφαση που προκύπτει ανάμεσα στην εφαρμογή μεθόδων που άντεξαν στη δοκιμασία του χρόνου από τη μια, και το φανταχτερό περιτύλιγμα που κρύβει ένα φτωχό περιεχόμενο (πλειονότητα των λογισμικών που κυκλοφορούν στο εμπόριο) από την άλλη. Διευρύνεται τελικά με την εφαρμογή ενός εν δυνάμει μετασηματιστικού εργαλείου που αντιτίθεται στη ρητορική της μετωπικής διδασκαλίας. Οι εκπλήξεις που έρχονται από εκπαιδευτικούς και μαθητές υπόσχονται πολλά. Στη θέση της παθητικής αντιδικίας, της μηχανικής διαδοχής των ωρών διδασκαλίας και της απρόσωπης τυποποίησης της μαθησιακής διαδικασίας, προσδοκούμε σιγά-σιγά να πρυτανεύσουν άλλες προτεραιότητες και άλλη ποιότητα στην ελληνική εκπαίδευση που θα αναμορφώσουν το παιδαγωγικό ενέργημα και τη σχέση διδασκίας και μαθητείας. Η ΟΔΥΣΣΕΙΑ ήταν ένα στοίχημα που η εκπαιδευτική κοινότητα και η Πολιτεία καλούνται στο μέλλον να αποδείξουν αν θα κερδηθεί. Η υλικοτεχνική υποδομή που δημιουργήθηκε και η επένδυση στο έμπυχο δυναμικό που παράχθηκε αποτελούν μια πρόκληση για τη συνέχεια. *Hic Rhodus, hic saltus!*

### **Ένα παράδειγμα εφαρμογής**

Επειδή μια καταγραφή διαπιστώσεων, όσο ενδελεχής και αν είναι, δεν μπορεί να εκφράσει τα σημαίνοντα χαρακτηριστικά της με την ένταση και την αμεσότητα που η ίδια η χρήση υποδηλώνει, κρίνουμε σκόπιμο να παραθέσουμε ένα δείγμα του επιμορφωτικού έργου που εκτιμούμε πως είναι δηλωτικό των σκέψεων που αναπτύξαμε. Η πορεία από το «μαθαίνω να χειρίζομαι ένα λογισμικό» έως το «κάνω μάθημα με νέα διδακτικά εργαλεία» περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα και συνιστά μια μεθοδολογία που απαντά στο ερώτημα πως οι δυνατότητες του νέου μέσου μετασηματίζονται σε διδακτική πρακτική:

- Παιδαγωγική θεώρηση και περιγραφή του εκπαιδευτικού λογισμικού που χρησιμοποιείται.
- Παιδαγωγική αναζήτηση για τη συγκεκριμένη διδακτική ενότητα. Ποιες είναι οι αδυναμίες των μαθητών να κατανοήσουν το αντικείμενο, τι δεν μπορούμε να προσφέρουμε με τα συμβατικά διδακτικά εργαλεία της παραδοσιακής διδασκαλίας.
- Προσδιορισμός των διδακτικών στόχων που θέλουμε να πετύχουμε.
- Αναζήτηση του ρόλου του εκπαιδευτικού και των μαθητών σε ένα περιβάλλον που συνθέτει τον υπολογιστή, το εκπαιδευτικό λογισμικό, το φύλλο εργασίας και μιας ομάδας που συνεργάζεται.

Η επιμορφωτική συνάντηση και οι πειραματικές διδασκαλίες, πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του πιλοτικού έργου «ΟΔΥΣΣΕΑΣ» (Φορείς υλοποίησης του έργου: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών (ΙΤΥ) και Παιδαγωγικό Ινστιτούτο). Παρακάτω παραθέτουμε αυτούσια τη φόρμα δραστηριότητας της επιμόρφωσης για το φορέα επιμόρφωσης (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο) και τα φύλλα μελέτης που δόθηκαν στους μαθητές. Η προτεινόμενη δραστηριότητα έρχεται να βοηθήσει τη διδασκαλία μέσα στη συγκεκριμένη δομή και λειτουργία του σχολείου, όπως ωρολόγιο πρόγραμμα,

πρόγραμμα σπουδών κλπ. Επιπλέον, έρχεται να τροποποιήσει και το βάθος της γνώσης που προσφέρεται για τη συγκεκριμένη διδακτική ενότητα.

**ΟΔΥΣΣΕΑΣ**  
**ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΧΟΛΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ**  
**ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ**  
**ΑΧΑΪΑΣ - ΘΡΑΚΗΣ - ΑΙΓΑΙΟΥ**

**ΦΟΡΜΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ**

**(συμπληρώνεται από τους Επιμορφωτές)**

ΦΑΣΗ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗΣ: \_\_\_Γ'\_\_\_

Δραστηριότητα \_\_\_\_\_

**Α) Περιγραφή Δραστηριότητας**

1. Επιμορφωτής (ές): Μπακαλίδης Γιώργος, Σωτηρόπουλος Παναγιώτης
2. Τίτλος δραστηριότητας: Διδασκαλία των Εγκάρσιων Κυμάτων με Εκπαιδευτικό Λογισμικό
3. Λογισμικό: Modellus
4. Ένταξη δραστηριότητας στο αναλυτικό πρόγραμμα:
  - Τάξη: Γ' Γυμνασίου
  - Γνωστικό αντικείμενο: Φυσική
  - Διδακτική ενότητα: Εγκάρσια Ελαστικά Κύματα
  - Επιδιωκόμενοι διδακτικοί στόχοι:

Ο βασικός στόχος δε συνδέεται τόσο με την εκμάθηση του λογισμικού και την υπενθύμιση αυτή καθεαυτή των εννοιών, όσο με τη διαδικασία της οικοδόμησης των εννοιών και των νόμων της φυσικής (το προϊόν της μελέτης) με τη βοήθεια του λογισμικού. Επιχειρούμε μέσα από αυτό το συγκεκριμένο σενάριο, να καταδείξουμε τις κατευθυντήριες ιδέες που πρέπει να διέπουν το σχεδιασμό δραστηριοτήτων και την επινόηση καταστάσεων, στη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού, στο γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. Στόχος μας είναι, να αναδείξουμε τον πλούτο της φυσικής μέσα από τις δυνατότητες που παρέχει ο υπολογιστής ως εργαλείο μάθησης, μετατρέποντας στην ουσία τη μάθηση σε ένα μορφωτικό εγχείρημα που απέχει από τη φορμαλιστική δομή και τις στείρες ασκήσεις εφαρμογών που εξαντλούν τη Φυσική, στους ορισμούς, στις εξισώσεις και στους τύπους της.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Ο μετασχηματισμός των διδακτικών πρακτικών των εκπαιδευτικών που θα προέλθει μέσα από την επινόηση νέων διδακτικών παρεμβάσεων στα γνωστικά αντικείμενα, παρεμβάσεις που θα είναι πιο σύνθετες αλλά ελκυστικές πρωτίστως για τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς.

5. Σύντομη Περιγραφή :

Ο διδακτικός σχεδιασμός που ακολουθείται έχει όλα εκείνα τα στοιχεία που συνιστούν την επιστημονική μεθοδολογία για την προσέγγιση και μελέτη ενός φαινομένου δηλ. επεξήγηση του μοντέλου που αναπαριστά το φαινόμενο, την

παρατήρηση, την αναπαραγωγή του με παραλλαγές των αρχικών συνθηκών, τη λήψη και επεξεργασία μετρήσεων των μεγεθών που ποιοτικά στην αρχή φαίνεται να οδηγούν στην διαμόρφωση-διατύπωση εννοιών και νόμων

6. Δομή Δραστηριότητας:

α) Εισήγηση και συζήτηση για την διδακτική προσέγγιση της συγκεκριμένης ενότητας της φυσικής με το εκπαιδευτικό λογισμικό

β) Πρακτική εξάσκηση και εκτέλεση των φύλλων εργασίας από τους ίδιους τους καθηγητές

γ) Συζήτηση για τον τρόπο που θα αναπτυχθεί η δραστηριότητα μέσα στην τάξη, ο προσδιορισμός των σημείων που θα πρέπει να εστιάσουμε να επιμείνουμε ή να αποφύγουμε, τη χρονική διαχείριση της διδακτικής ώρας και τέλος την αντιμετώπιση πιθανόν προβλημάτων που θα προκύψουν

- Δραστηριότητες επιμορφούμενων

Εκτέλεση των φύλλων εργασίας που προορίζονται για του μαθητές

- Συνδυασμός με άλλα μέσα διδασκαλίας

Όχι

- Απαιτούμενοι πόροι

Εργαστήριο, Λογισμικό Modellus, αρχείο προσομοίωσης kymata.mdl, φύλλα μελέτης.

### **Β) Τόπος και Χρόνος Διεξαγωγής Δραστηριότητας**

Τόπος	Σχολείο	Ημερομηνία	Διάρκεια	Αριθμός Εκπαιδευόμενων
Ξάνθη	6 <sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ξάνθης	10-12-1998	4 ώρες	8 Καθηγητές κλάδου ΠΕ-04

### **Γ) Σχόλια - Προβληματισμοί**

1. Προέκυψαν συγκεκριμένα προβλήματα κατά τη συγκεκριμένη δραστηριότητα;  
Όχι

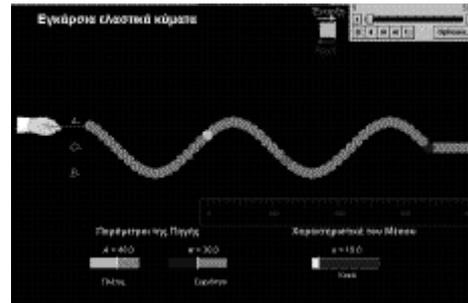
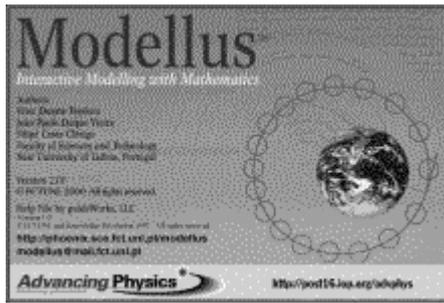
2. Θα τη χαρακτηρίζατε επιτυχή;

Ναι, γιατί οι συνάδελφοι εκπαιδευτικοί υιοθέτησαν το προτεινόμενο σενάριο διδασκαλίας, το βρήκαν ιδιαίτερα κατατοπιστικό, συγκεκριμένο και παιδαγωγικά ενδιαφέρον και θεωρούν ότι θα βοηθήσει τους μαθητές στο να κατανοήσουν την έννοια του ελαστικού κύματος όταν διδάξουν την ενότητα στα επόμενα μαθήματα.

3. Γενικά σχόλια:

Η επιμόρφωση επιτυγχάνει του στόχους της όταν υπάρχει συγκεκριμένο λογισμικό που συνοδεύεται από διδακτικό σενάριο και φύλλα μελέτης άμεσα χρησιμοποιήσιμα για τις διδακτικές ανάγκες κοντά στο αναλυτικό πρόγραμμα των μαθημάτων.

### **Δ) Παράρτημα (επισυναπτόμενο επιμορφωτικό υλικό)**



### Παιδαγωγική αναζήτηση

«δίνουμε στα χέρια των μαθητών κομμένα λουλούδια απαγορεύοντάς τους να παρατηρήσουν τα φυτά που μεγαλώνουν» J. Gardner

Η διδασκαλία της έννοιας για τη έννοια του κύματος, όσον αφορά στο πειραματικό μέρος, στην καλύτερη περίπτωση περιορίζεται στην επίδειξη κλασικών πειραμάτων, όπως αυτό της λεκάνης νερού, του σχοινιού, του μαλακού ελατηρίου ή των συζευγμένων εκκρεμών. Η δυσκολία να αναπαραχθεί στον πίνακα, στιγμή προς στιγμή, το φαινόμενο της διάδοσης του κύματος σε ένα σχοινί, οδηγεί τον καθηγητή στο να εισαγάγει την έννοια του κύματος μετά την αναφορά σχετικών φαινομένων, πάντα μέσω του ορισμού του κύματος. Επιπλέον η αναπαράσταση του σύνθετου κινηματικά φαινομένου και η ταυτόχρονη λήψη μετρήσεων είναι αδύνατη.

Η **προσομοίωση** ενός πειράματος για τη δημιουργία και τη διάδοση ενός κύματος σε ένα σχοινί παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να παρατηρήσουν ευκολότερα το φαινόμενο και να κάνουν μετρήσεις. Παράλληλα, τα **φύλλα μελέτης** μέσα από κατάλληλες περιγραφές και ερωτήσεις καλλιεργούν τον προβληματισμό και ταυτόχρονα κατευθύνουν το μαθητή σε ενέργειες (ουσιώδη παρατήρηση, μέτρηση, αλλαγή τιμών σε παραμέτρους, καταγραφή συλλογισμού και συμπερασμάτων).

Η ευχέρεια και ο χρόνος που δίδεται στους μαθητές, να παρατηρήσουν και να χειριστούν το φαινόμενο της διάδοσης μιας διαταραχής αναδεικνύεται ως ουσιώδης παράγοντας για τη βαθύτερη κατανόηση. Με αυτό τον τρόπο, φτάνει στο σημείο ο μαθητής, να συνυφάνει στη σκέψη του, έναν ορισμό για την έννοια του κύματος με πραγματικό φυσικό περιεχόμενο. Στην ουσία πρόκειται για μια πορεία φαινομενολογικής και εννοιολογικής ταύτισης, μια αλληλεπίδραση της εικόνας με την έννοια.

Η αρχή του Arons «Πρώτα η ιδέα και μετά η ονομασία» βρίσκει μια εξαιρετική ευκαιρία να εφαρμοστεί για να διαισθανθούν οι μαθητές πώς η επιστημονική μεθοδολογία γνωρίζει την πραγματικότητα ενός φαινομένου.

### Επισημάνσεις

Οι μαθητές πρέπει να εστιάσουν την προσοχή τους στα σημεία εκείνα που οδηγούν στην περιγραφή του φαινομένου, με σκοπό να διατυπώσουν οι ίδιοι το τι είναι το κύμα ελαστικότητας. Αποτρέπουμε από την αρχή στο να διατυπώσουν αμέσως ότι αυτό που βλέπουν συνολικά είναι ένα κύμα "ξεμπερδεύοντας" μια και καλή με αυτό που παρατηρούν.

Κατά τη διάρκεια διάδοσης του κύματος οι μαθητές καλό είναι να αποφεύγουν να μεταβάλλουν τη συχνότητα και το πλάτος της πηγής γιατί μεταβάλλεται ταυτόχρονα και το πλάτος και η συχνότητα του κύματος σε όλο το μήκος τη διάδοσης. Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει τη λαθεμένη αντίληψη ότι οι μεταβολές των μεγεθών της πηγής επηρεάζουν ακαριαία τα αντίστοιχα μεγέθη του κύματος, κάτι που έρχεται και σε αντίφαση με την έννοια του κύματος.

Μερικές ερωτήσεις στα φύλλα εργασίας έχουν ως στόχο, περισσότερο να προετοιμάσουν και να καθοδηγήσουν τη σκέψη των μαθητών, και λιγότερο να απαντηθούν με σκοπό την αξιολόγησή τους.

### ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1.1: Η έννοια του ελαστικού κύματος

Όνοματεπώνυμο: .....

Τάξη: .....

Ημερομηνία: .....

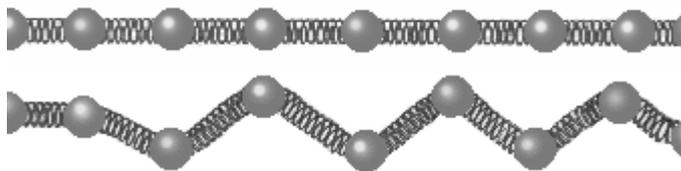
#### ΦΥΛΛΟ ΜΕΛΕΤΗΣ 1

**Τι θα  
μελετήσουμε**

Σ' αυτή τη δραστηριότητα θα μελετήσουμε μια ιδιαίτερη μορφή κίνησης η οποία συνιστά την έννοια του *ελαστικού κύματος*. Πιο συγκεκριμένα, θα δούμε μέσα από την παρατήρηση και τις μετρήσεις σε ένα μοντέλο σχοινιού, πώς μπορούμε να ορίσουμε την έννοια του κύματος με τρόπο που να περιγράφει τέτοιους είδους κινήσεις, που συμβαίνουν σε μια πληθώρα φαινομένων.

**Το Μοντέλο**

Το μοντέλο αναπαράστασης του ελαστικού κύματος Αυτό που προσομοιώνεται στην οθόνη του υπολογιστή, θεωρούμε ότι είναι ένα σχοινί που εκτείνεται σε άπειρο μήκος προς τα δεξιά. Ένα χέρι που κρατάει το αριστερό άκρο του σχοινιού μπορεί να κινείται πάνω-κάτω (να ταλαντώνεται). Τα σφαιρίδια αναπαριστούν τα διαδοχικά στοιχειώδη (πολύ μικρά) τμήματα (ή μόρια) από τα οποία αποτελείται. Το μέσο αυτό (σχοινί) είναι ελαστικό, μπορεί δηλαδή να παραμορφώνεται και να αλλάζει σχήμα.



Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα μοντελοποιούμε αυτές τις ιδιότητες του σχοινιού ως σφαιρίδια που συνδέονται μεταξύ τους με ελατήρια.

**Οδηγίες χειρισμού**

 Με αυτό το κουμπί, από το παράθυρο «Έλεγχος», ενεργοποιείται η προσομοίωση του πειράματος και μπορείτε κατόπιν να αλλάξετε τις παρακάτω παραμέτρους του μοντέλου:

Το πλάτος  $A$  της ταλάντωσης του χεριού

Τη συχνότητα  $w$  της ταλάντωσης του χεριού

Το υλικό του σχοινιού



Η έναρξη του πειράματος γίνεται με το κουμπί «Έναρξη» σύροντας δεξιά. Από το ίδιο κουμπί, με σύρσιμο αριστερά, μπορείτε να επαναφέρετε όλα τα σφαιρίδια στην αρχική τους θέση και να αλλάξετε, εάν επιθυμείτε, το πλάτος  $A$  της ταλάντωσης του χεριού, της συχνότητα  $w$  της ταλάντωσης του χεριού και το υλικό του σχοινιού (για τις αλλαγές αυτές, πρέπει πάντοτε να επαναφέρετε τα σφαιρίδια στην αρχική τους

θέση)



Διακόπτεται προσωρινά η προσομοίωση του πειράματος. Με το ίδιο κουμπί συνεχίζει



Με συνεχόμενα κλικ στα βέλη εκτελείται ξανά, βήμα βήμα, η προσομοίωση του πειράματος, εφόσον τη σταματήσατε προσωρινά ή τελείωσε ο χρόνος εκτέλεσής της



Σταματάει η προσομοίωση του πειράματος

#### Οι εκτιμήσεις

Στο παράθυρο «Παρουσίαση 1» παρατηρήστε τη διάδοση του κύματος

Είναι λογικό, να αναρωτηθούμε το πώς θα μπορούσαμε να αλλάζουμε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος. Απαντήστε αλλά κυρίως προσπαθήστε να δικαιολογήσετε την απάντησή σας:

α) Κουνώντας πιο γρήγορα το χέρι δηλ. με τη συχνότητα της ταλάντωσης της πηγής: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

β) Κουνώντας με μεγαλύτερο πλάτος το χέρι δηλ. με το πλάτος της ταλάντωσης της πηγής: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Τι ρόλο μπορεί να παίζει η ελαστικότητα του σχοινιού για να εξηγήσετε τις παραπάνω απαντήσεις σας; Σκεφτείτε και συζητήστε το μηχανισμό με τον οποίο μπαίνουν σε ταλάντωση καθένα από τα σφαιρίδια.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Οι μετρήσεις**

Αλλάξτε τη συχνότητα  $w$  ταλάντωσης του χεριού και μετρήστε την ταχύτητα διάδοσης της διαταραχής. Στη συνέχεια αλλάξτε το πλάτος  $A$  της ταλάντωσης του χεριού και μετρήστε πάλι την ταχύτητα. Συμπληρώστε τον πίνακα Ι.

Πίνακας Ι

Υλικό $u=10$			
Πλάτος $A=30$		Συχνότητα $w=40$	
Συχνότητα $w$	Ταχύτητα $v$	Πλάτος $A$	Ταχύτητα $v$
20		10	
40		50	

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων, τι συμπέρασμα βγάξετε για την ταχύτητα διάδοσης του κύματος σε σχέση με το πλάτος και τη συχνότητα του.

---



---

Για ένα άλλο σχοινί, με διαφορετικό υλικό, εκτελούμε τις ίδιες μετρήσεις για τον υπολογισμό της ταχύτητας του κύματος. Για πλάτος  $A=30$  και συχνότητα  $w=40$  από το κουμπί «Υλικό» το μέγεθος  $u$  το οποίο περιγράφει το υλικό του σχοινού και ακριβέστερα την ελαστικότητα και την πυκνότητά του (μεγαλύτερη τιμή του  $u$  σημαίνει σχοινί ελαφρύτερο ή/και σκληρότερο).

Τι προβλέπετε, όσο αυξάνει το  $u$ , για την ταχύτητα του κύματος  $v$ ;

---



---

Συμπληρώστε τον πίνακα ΙΙ

Πίνακας ΙΙ

Πλάτος $A=30$ , Συχνότητα $w=40$	
Υλικό του σχοινού $u$	Ταχύτητα κύματος $v$
10	
25	

**Τα συμπεράσματα**

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων τι συμπεραίνετε για την ταχύτητα διάδοσης των ελαστικών κυμάτων και πως το εξηγείτε;

Στο παράθυρο «Παρουσίαση 2» προσομοιώνεται το σχοινί με περισσότερες λεπτομέρειες και μπορείτε να πειραματιστείτε αλλάζοντας το υλικό (μάζα  $m$  σφαιριδίων και τη σκληρότητα

σύνδεσής τους  $k$ ).

Δώστε τις τιμές ( $m=100$ ,  $k=1000$ ) και ( $m=10$ ,  $k=10000$ ) και παρατηρήστε πόσο γρήγορα ή αργά διαδίδεται το κύμα. Τι θα συμβεί, και τι σημαίνει για το υλικό, όταν η σκληρότητα σύνδεσης γίνει ίση με το μηδέν.

Συζητήστε.

### **Ε. Πειραματικές διδασκαλίες και συμπεράσματα.**

Μετά την επιμόρφωση πραγματοποιήθηκαν πειραματικές διδασκαλίες από τους εκπαιδευτικούς με βάση τα φύλλα μελέτης που περιλαμβάνονται στο επιμορφωτικό υλικό.

#### **Διδακτικοί στόχοι που επιτεύχθηκαν**

Μέσα από αυτές τις δραστηριότητες οι μαθητές:

- Έμαθαν ότι η κίνηση δεν αφορά μόνο υλικά σημεία αλλά και άλλες οντότητες.
- Κατανόησαν ότι τα στοιχεία που συνθέτουν το φαινόμενο, είναι η πηγή της διαταραχής, το πεπερασμένο της ταχύτητας διάδοσης αυτής της διαταραχής και η ύπαρξη του μέσου διάδοσης.
- Διέκριναν την κίνηση ταλάντωσης των σωματιδίων του μέσου από τη διάδοση της διαταραχής.
- Εξασκήθηκαν στην παρατήρηση του φαινομένου και πειραματίστηκαν αλλάζοντας τις τιμές των μεγεθών που περιγράφουν την έννοια του κύματος, για να βρουν σχέσεις μεταξύ τους.
- Αναθεώρησαν διαισθητικές λαθεμένες αντιλήψεις, με τη γνωστική σύγκρουση που προκλήθηκε από το γεγονός ότι η ταχύτητα διάδοσης δεν εξαρτάται από το «προφανές», δηλαδή τη συχνότητα ή το πλάτος ταλάντωσης της πηγής.
- Έμαθαν ότι η ταχύτητα διάδοσης του ελαστικού κύματος εξαρτάται μόνο από το υλικό του μέσου διάδοσης και ότι η ταχύτητα αυτή παραμένει σταθερή σε όλη την έκταση του μέσου.

#### **Οι νέοι ρόλοι που αναδείχθηκαν**

Για τους μαθητές:

Η ομάδα των μαθητών ΔΙΑΒΑΖΕΙ για τα φαινόμενα που θα μελετήσει. Ενεργοποιείται σε μια διαδικασία που δέχεται ένα πρόβλημα ως μια κατάσταση για μελέτη. Κάποιοι μαθητές δε μπορούν να συγκεντρωθούν στο αντικείμενο της μελέτης. Παρασύρονται από το κλίμα ελευθερίας που επικρατεί στο περιβάλλον του εργαστηρίου.

Η ομάδα των μαθητών ΠΑΡΑΤΗΡΕΙ την προσομοίωση της κίνησης του μέσου. Προσλαμβάνει με άνεση την οπτική πληροφορία. Αν χρειαστεί επαναλαμβάνει το πείραμα. Κάποιοι μαθητές από τη θέση που έχουν δε μπορούν να παρατηρήσουν όσα συμβαίνουν στην οθόνη του Η/Υ (εργονομία εργαστηρίου)

<p>Η ομάδα των μαθητών ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΖΕΤΑΙ</p> <p>Η ομάδα των μαθητών ΥΠΟΘΕΤΕΙ</p> <p>Η ομάδα των μαθητών ΜΕΤΡΑΕΙ</p> <p>Η ομάδα των μαθητών ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΙ</p> <p>Η ομάδα των μαθητών ΣΥΜΠΕΡΑΙΝΕΙ</p> <p>Η ομάδα των μαθητών ΣΥΖΗΤΑΕΙ</p>	<p>αναγνωρίζει τις παραμέτρους του μοντέλου (πλάτος, συχνότητα, υλικό), τις μεταβάλλει συστηματικά και εντυπώνει τα αποτελέσματα των αλλαγών. Με τον επιμερισμό δουλειάς ο πιο επιδέξιος στο χειρισμό του Η/Υ μαθητής αναλαμβάνει τη διαχείριση του υπολογιστικού περιβάλλοντος.</p> <p>για τους μηχανισμούς μεταβολής φυσικών μεγεθών, για την υλική υπόσταση του μέσου, για τον τρόπο μετάδοσης της κίνησης με αιτιακούς συλλογισμούς. Κάποιοι μαθητές διατυπώνουν αυθαίρετες εικασίες.</p> <p>τα θεμελιώδη μεγέθη (αποστάσεις και χρόνους) με χάρακα, ρολόι ή με αντίστοιχα εργαλεία μέτρησης του υπολογιστικού περιβάλλοντος. Οι μαθητές καταγράφουν τις μετρήσεις στο φύλλο μελέτης.</p> <p>μεγέθη από τις μετρήσεις. Επεξεργάζεται τα δεδομένα. Συνδέει μεγέθη και ιδιότητες.</p> <p>συγκροτεί λογικά τα δεδομένα που απορρέουν, τους υπολογισμούς και τους συλλογισμούς που προκύπτουν, για να διατυπώσει ορισμούς και νόμους.</p> <p>για τον τρόπο που εργάστηκε και την πορεία που ακολουθήθηκε για τη μελέτη του φαινομένου.</p>
---	--



**Δραστηριοποιούνται, συνεργάζονται, διερευνούν, ανακαλύπτουν.**

Για τον Καθηγητή

- |   |  |
|---|--|
| <p>Ο καθηγητής ΣΥΝΤΟΝΙΖΕΙ</p> <p>Ο καθηγητής ΚΑΘΟΔΗΓΕΙ</p> <p>Ο καθηγητής ΔΙΑΜΕΣΟΛΑΒΕΙ</p> <p>Ο καθηγητής ΜΕΤΑΒΙΒΑΖΕΙ</p> | <p>τις ομάδες και αναθέτει ρόλους στα μέλη τους.</p> <p>τα βήματα της πορείας που ακολουθεί η διερεύνηση. Διατυπώνει ρητά στόχους.</p> <p>ανάμεσα σε παρατηρήσεις, ενέργειες, σκέψεις και μέσα</p> <p>και προεκτείνει προβλήματα</p> |
|---|--|



**Διαπραγματεύεται τη γνώση**