



## **Συσχέτιση διαγραμματικών, γραφικών, μαθηματικών και λεκτικών αναπαραστάσεων με διερευνητικά εκπαιδευτικά λογισμικά και ερωτηματολόγια – Εφαρμογή, αξιολόγηση, προτάσεις**

**Οικονομίδης Σ., Καλκάνης Γ.**

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος, Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Αθηνών [sarecon@gmail.com](mailto:sarecon@gmail.com), [kalkanis@primedu.uoa.gr](mailto:kalkanis@primedu.uoa.gr), <http://microkosmos.uoa.gr>

Η εργασία αυτή αποτελεί τμήμα διδακτορικής διατριβής που έχει κύριο σκοπό την πρόταση αλλαγών στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών και την ανάδειξη αποτελεσματικών εκπαιδευτικών στρατηγικών για τη Λυκειακή Φυσική. Περιγράφονται αποτελέσματα της δοκιμής υπερμεσικών εφαρμογών οι οποίες συμπεριλαμβάνουν διερευνητικές μεθόδους, εκπαιδευτικά λογισμικά, αλληλεπιδραστικά λογιστικά φύλλα, παραμετρικές προσομοιώσεις και ερωτηματολόγια (quizzes) που στόχο έχουν τον έλεγχο της ικανότητας συσχέτισης διαγραμματικών, γραφικών, μαθηματικών και λεκτικών αναπαραστάσεων από μαθητές Λυκείου. Μελετάται η εκπαιδευτική αλλά και παιδαγωγική αξία των ερωτηματολογίων (quizzes) που απαντώνται με συνεργατικό τρόπο από τους μαθητές. Αξιολογείται ο τρόπος ένταξης των διερευνητικών λογισμικών, των αλληλεπιδραστικών λογιστικών φύλλων και των παραμετρικών προσομοιώσεων στις υπερμεσικές εφαρμογές. Τέλος, προτείνονται αποτελεσματικές εκπαιδευτικές στρατηγικές και πιθανές αλλαγές στο Αναλυτικό Πρόγραμμα ώστε να υποστηρίζεται η διδασκαλία μοντελοποίησης.

### **Εισαγωγή**

Ένα σημαντικό πρόβλημα με το οποίο έρχονται αντιμέτωποι τόσο οι εκπαιδευτικοί της Δευτεροβάθμιας όσο και της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης είναι ότι στα προγράμματα σπουδών υπάρχει πολύ εκτεταμένο περιεχόμενο και λίγος χρόνος για να διδαχθεί, ώστε καταφεύγουν στη διάλεξη και απλά “λένε” το μάθημα στους μαθητές.

Το αποτέλεσμα είναι πάρα πολλή διδασκαλία και όχι αρκετή μάθηση (Lujan & DiCarlo 2006). Έτσι οι μαθητές δυσκολεύονται να αυτορρυθμιστούν μη έχοντας ενεργό ρόλο στο πλαίσιο ενός μαθησιακού περιβάλλοντος το οποίο δεν ικανοποιεί τις προσδοκίες τους. Δεν αποκτούν λοιπόν τις δεξιότητες εκείνες που θα τους είναι απαραίτητες στη ζωή, όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα και η επικοινωνία.

Επίσης δεν αντιλαμβάνονται ότι η φυσική επιχειρεί να προτυποποιήσει την αντικειμενική πραγματικότητα στηριζόμενη στην επιστημονική μέθοδο. «Science Learning in the Europe of Knowledge» (Grenoble, 08 and 09 October 2008)

Είναι επιβεβλημένο οι μαθητές να αναγνωρίσουν ότι η διερεύνηση είναι ή σκόπιμη συστηματική διαδικασία της διάγνωσης προβλημάτων, της κριτικής ανάλυσης πειραμάτων, της διάκρισης εναλλακτικών, του σχεδιασμού ερευνών, του ελέγχου υποθέσεων, της αναζήτησης της πληροφορίας, της δημιουργίας προτύπων, της συνεργασίας με ομότιμους, της αμφισβήτησης και διατύπωσης κριτικών, της εξαγωγής συμπερασμάτων, και της ανακοίνωσης ή δημοσίευσης των συμπερασμάτων ή των λύσεων σε προβλήματα. (Linn, Davis, & Bell, 2004) Όμως ακόμα και επιμορφωμένοι εκπαιδευτικοί Λυκείων αποφεύγουν να προσφέρουν στους μαθητές ένα τέτοιο πλαίσιο λόγω του ασφυστικού χαρακτήρα λειτουργίας του Λυκείου.

Μια λύση στο πρόβλημα αυτό θα μπορούσε να είναι οι υπερμεσικές εφαρμογές οι οποίες ενσωματώνουν εκπαιδευτικά λογισμικά, παραμετρικές προσομοιώσεις, αλληλεπιδραστικά λογιστικά φύλλα και ερωτηματολόγια (quizzes);

Μεγάλος αριθμός υπερμεσικών εφαρμογών έχει παραχθεί και αρκετές από αυτές έχουν δοκιμαστεί σε φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών αλλά και σε εκπαιδευτικούς με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα και κριτικές (Καλκάνης, Πατρινόπουλος, Δημητριάδης, Οικονομίδης, Σωτηρόπουλος, 2003). Η εκπαιδευτική μεθοδολογία των εφαρμογών αυτών ήταν το ερευνητικά εξελισσόμενο πρότυπο (Καλκάνης, 2002). Δεν συμπεριελάμβαναν όμως δραστηριότητες με διερευνητικού τύπου εκπαιδευτικά λογισμικά, αλλά πραγματικές πειραματικές διατάξεις τις περισσότερες φορές με απλά καθημερινά υλικά και χρήση συστημάτων συγχρονικής λήψης και απεικόνισης.

Το εκπαιδευτικό υλικό με μορφή ιστοσελίδων μπορεί να ενσωματώνει στατικές ή δυναμικές ιστοσελίδες με χρήση αρχείων πολυμέσων που το καθιστούν ιδιαίτερα ευέλικτο και θελκτικό για τους μαθητές, αλλά επιτρέπει και στους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν νέες ενότητες ή να συμπληρώσουν και να διαμορφώσουν τις ήδη υπάρχουσες χωρίς να δεσμεύονται από τις επιλογές του συγγραφέα. (Πατρινόπουλος 2007). Μπορεί όμως να ενσωματώνει και παραμετρικές προσομοιώσεις, αλληλεπιδραστικά λογιστικά φύλλα και αρχεία εκπαιδευτικών λογισμικών όπως τα interactive physics, microworlds pro και άλλα, τα οποία υποστηρίζουν τη διερευνητική μάθηση.

Στις περισσότερες θεματικές της Φυσικής ένας από τους σημαντικότερους στόχους σε μια διδασκαλία είναι η συσχέτιση διαγραμματικών, γραφικών, μαθηματικών και λεκτικών αναπαραστάσεων. Επιτυγχάνεται ο στόχος αυτός στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση;

Πολλά εκπαιδευτικά λογισμικά και παραμετρικές προσομοιώσεις δίνουν τη δυνατότητα πολλαπλών αναπαραστάσεων της συμπεριφοράς ενός φυσικού συστήματος.

Φαίνεται να επικρατεί η άποψη μεταξύ των εκπαιδευτικών ότι ένα τεστ ή ένα quiz διάρκειας 15 λεπτών έχει μικρή αξία και το βλέπουν μόνο ως βάση για τη βαθμολόγηση των μαθητών υποτιμώντας την όποια παιδαγωγική αξία του. Όμως, τα συχνά quizzes δεν είναι μόνο για τη βαθμολόγηση των μαθητών αλλά βοηθούν τον εκπαιδευτικό στη διδασκαλία και το μαθητή στη μάθηση. Αποτελούν μια διδακτική τεχνική (Murray JP 1990). Η δημιουργία των quizzes δίνει στον εκπαιδευτικό την προοπτική του μαθήματος και την ανατροφοδότηση για το τι έχουν και το τι δεν έχουν μάθει οι μαθητές. Με τη συμπλήρωση των quizzes οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να δουν τι έχουν μάθει και να ανακαλύψουν το σκοπό και το βάθος της γνώσης τους. Δίνουν δε και ένα κίνητρο στους μαθητές στο πλαίσιο της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης Tuckman, B.W. (1997). Πολλές φορές όμως η παιδαγωγική αξία των quizzes υποτιμάται.

Αυτό οφείλεται σε δύο λόγους. Στην άμεση ανατροφοδότηση από τον εκπαιδευτικό χωρίς να υπάρχει πρώτα συζήτηση μεταξύ των μαθητών και στην ατομική και όχι συνεργατική συμπλήρωση των quizzes.

Μάθηση χωρίς στήριξη από κανέναν είναι παιδαγωγικά αβάσιμη. Όταν οι μαθητές μαθαίνουν με άλλους, έχουν τη συναισθηματική και διανοητική υποστήριξη που τους επιτρέπει να πάνε παραπέρα από αυτό που τους επιτρέπει η παρούσα γνώση και ικανότητές τους (Johnson DW & Johnson RT 1996).

Τα τακτικά συνεργατικά quizzes είναι μια αποτελεσματική διδακτική στρατηγική και βοηθούν τους μαθητές στη διατήρηση της μάθησης (Rao SP, Collins HL, and DiCarlo SE 2002, Gortright RN, Collins HL, Rodenbaugh DW, & DiCarlo SE 2003).

Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:

1) Τα τακτικά συνεργατικά quizzes βοηθούν τους μαθητές στη διατήρηση των γνώσεων και την ανάπτυξη ικανοτήτων συσχέτισης διαφορετικών αναπαραστάσεων;



2) Με ποιο τρόπο θα μπορούσαν να ενταχθούν στη διδακτική πράξη διερευνητικά λογισμικά ώστε να υποστηρίζουν τη διδασκαλία και να διευκολύνουν τη μάθηση;

### **Η ταυτότητα της έρευνας**

Στα πλαίσια της διερεύνησης της επιτυχούς συσχέτισης διαγραμματικών, γραφικών, μαθηματικών και λεκτικών αναπαραστάσεων από μαθητές Λυκείων, δόθηκε δοκιμαστικά ένα 15 λεπτο quiz σε 90 μαθητές έξι τμημάτων και των τριών τάξεων ενός τυπικού δημόσιου Λυκείου του Πειραιά. Δύο τμήματα της Πρώτης τάξης, δύο της Δευτέρας τάξης και δύο της Τρίτης τάξης του Λυκείου. Στο quiz αυτό οι μαθητές απαντούσαν ατομικά.

Αρκετές από τις ερωτήσεις των quizzes αντλήθηκαν από το εργαλείο ερευνητικής ομάδας του Arizona State University με το οποίο ελέγχεται η κατανόηση εννοιών και η απόκτηση δεξιοτήτων (FCI-ECI-PSCI).

Στη συνέχεια, οι ίδιοι μαθητές συμπλήρωσαν τα quizzes με συνεργατικό τρόπο χωρισμένοι σε ομάδες των δύο ατόμων και ακολούθησε συζήτηση.

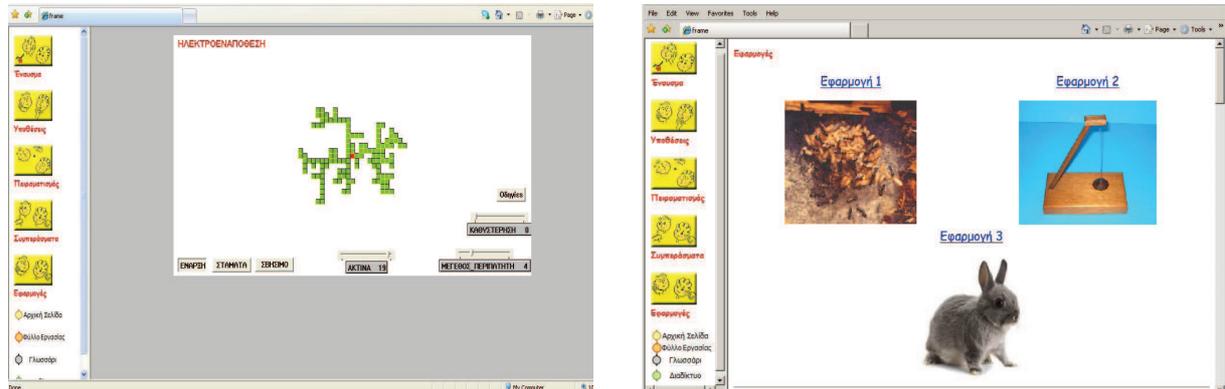
Για να διερευνήσουμε εάν τα τακτικά quizzes βοηθούν στη συγκράτηση της μάθησης, το επόμενο χρονικό διάστημα τα quizzes επαναλαμβάνονταν στα τρία από τα έξι τμήματα. Οι μαθητές συμπλήρωναν τα quizzes με συνεργατικό τρόπο σε εβδομαδιαία βάση καλύπτοντας την τρέχουσα ύλη του μαθήματος. Στα υπόλοιπα τρία τμήματα ελέγχου δεν έγινε η παρέμβαση αυτή σε εβδομαδιαία βάση. Αυτό έγινε με σκοπό τον έλεγχο της επίδοσης των μαθητών στους οποίους έγινε η παρέμβαση σε σχέση με τα τμήματα ελέγχου στο ωριαίο ανακεφαλαιωτικό διαγώνισμα που ακολούθησε αμέσως μετά την παρέμβαση που διήρκησε δύο μήνες.

Στα πλαίσια της διερεύνησης της αποτελεσματικότητας, της ευχρηστίας και της αποδοχής των υπερμεσικών εφαρμογών οι οποίες ενσωματώνουν εκπαιδευτικά λογισμικά και παραμετρικές προσομοιώσεις έγινε μια έρευνα σε 32 δευτεροετείς φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών. Η δοκιμή έγινε σε φοιτητές διότι στόχο είχε μόνο την αξιολόγηση του σχεδιασμού του λογισμικού και θα ήταν δύσκολο να απασχοληθούν μαθητές λυκείων επί οκτώ εβδομάδες για το σκοπό αυτό αφού τα εργαστήρια φυσικών επιστημών δεν διαθέτουν υπολογιστές. Εξάλλου τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φοιτητών του παιδαγωγικού τμήματος δε διαφέρουν πολύ από εκείνα των μαθητών του λυκείου. Οι φοιτητές εργάστηκαν σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων επί ένα δίωρο ανά εβδομάδα για οκτώ εβδομάδες.

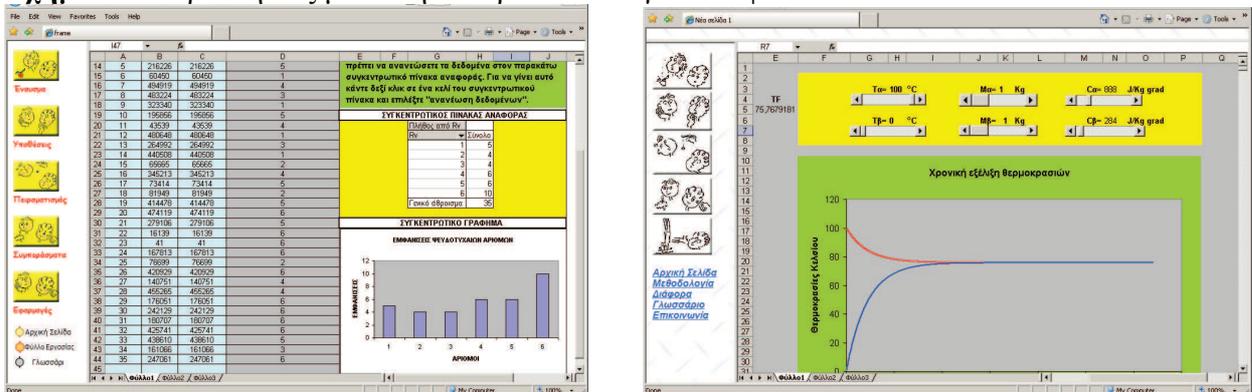
Ο χωρισμός των ομάδων έγινε αφού οι φοιτητές συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο σε λογιστικό φύλλο, για την ανίχνευση των μαθησιακών στυλ των φοιτητών. Με βάση τα αποτελέσματα δημιουργήθηκαν οι τετραμελείς ομάδες ώστε να είναι όσο το δυνατόν ποιο ανομοιογενείς ως προς τα μαθησιακά στυλ των φοιτητών.

Σε κάθε δίωρο οι φοιτητές ολοκλήρωναν από ένα σενάριο. Τα σενάρια ήταν περισσότερα από οκτώ και βασίζονταν σε πρότυπα όπως: το πρότυπο του υλικού σημείου που κινείται με σταθερή ταχύτητα, το πρότυπο του υλικού σωματίου που κινείται ευθύγραμμα και επιταχύνεται ομαλά, το πρότυπο του υλικού σημείου που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, το πρότυπο του ελεύθερου υλικού σημείου και ο νόμος της αδράνειας, το πρότυπο του υλικού σημείου υπό την επίδραση δύναμης, το πρότυπο του υλικού σημείου υπό την επίδραση ωστικών δυνάμεων, το πρότυπο του υλικού σημείου υπό την επίδραση κεντρικής δύναμης, το πρότυπο του άκαμπτου σώματος υπό την επίδραση δυνάμεων, το ενεργειακό πρότυπο- μεταφορά και αποθήκευση ενέργειας, το πρότυπο του απλού αρμονικού ταλαντωτή, το πρότυπο των μαγνητικών αλληλεπιδράσεων, το σωματιδιακό το κυματικό και το πρότυπο των φωτονίων για το φως, το πρότυπο του ιδανικού αερίου, χαοτικά πρότυπα, και πρότυπο ηλεκτροεναπόθεσης. Ενδεικτική εικόνα του λογισμικού παρατίθενται στη συνέχεια

**Σχήμα 1:** Προσομοίωση Ηλεκτροεναπόθεσης με το MicroWorlds Pro και πολύπλοκα συστήματα



**Σχήμα 2:** Διερευνήσεις με αλληλεπιδραστικά λογιστικά φύλλα



Η εκπαιδευτική μεθοδολογία των υπερμεσικών εφαρμογών ήταν το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό πρότυπο (Καλκάνης 2002). Στην πρώτη σελίδα κάθε σεναρίου υπάρχει μετάβαση σε γλωσσάρι για τον ορισμό εννοιών, μετάβαση στο φύλλο εργασίας για εκτύπωση, και μετάβαση στην αρχική σελίδα. Σε κάθε σελίδα υπάρχει μετάβαση στην επόμενη σελίδα της ίδιας ενότητας. Οι δραστηριότητες με τα εκπαιδευτικά λογισμικά όπως το MicroWorlds Pro καλούνται μέσω υπερσυνδέσμων.

### Αποτελέσματα και σχόλια

Όσον αφορά στην έρευνα με τα quizzes σε μαθητές Λυκείου, στον πίνακα 1 φαίνονται τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων επί του συνόλου των μαθητών για κάθε ζεύγος συσχέτισης όπου N ο αριθμός των συμμετεχόντων μαθητών.

Τονίζουμε εδώ ότι τα ποσοστά αναφέρονται στις συγκεκριμένες ερωτήσεις συσχέτισης.

Σε περίπτωση που οι ερωτήσεις ήταν διαφορετικές πιθανώς τα αποτελέσματα θα ήταν διαφορετικά. Για το λόγο αυτό διατυπώνονται μόνο μερικά γενικώς εμφανή συμπεράσματα.

Οι σωστές απαντήσεις μετά τη συνεργατική συμπλήρωση του quiz ήταν λίγο παραπάνω από διπλάσιες σε σχέση με εκείνες της ατομικής συμπλήρωσης. Αυτό σημαίνει ότι μαθητές που έδωσαν λάθος απαντήσεις ατομικά, άλλαξαν άποψη μετά τη συνεργασία.

Η έρευνα θα συνεχιστεί και θα ολοκληρωθεί εντός του Απριλίου 2009.

**Πίνακας 1: Παρατίθενται τα αποτελέσματα του quiz που συμπληρώθηκε ατομικά**

	A Συσχέτιση διαγραμματικών -λεκτικών	B Συσχέτιση διαγραμματικών- γραφικών	Γ Συσχέτιση Διαγραμματικών- μαθηματικών	Δ Συσχέτιση γραφικών- λεκτικών	Ε Συσχέτιση λεκτικών- μαθηματικών	Β Συσχέτιση γραφικών -μαθηματικό ν
Quiz A λυκείου N=40	2 5%	2 5%	3 7,5%	17 42,5%	22 55%	11 27,5%
Quiz B λυκείου N=30	2 6,6%	3 10%	4 13,3%	17 56,6%	15 50%	7 23,3%
Quiz Γ λυκείου N=20	1 5%	3 15%	5 25%	13 65%	12 60%	6 30%

Στον πίνακα 2 φαίνεται ο μέσος όρος επίδοσης στα τρία τμήματα πειραματισμού στα οποία τα συνεργατικά quizzes ήταν σε εβδομαδιαία βάση και στα τμήματα ελέγχου όπου έπαιρναν ερωτήσεις και ασκήσεις για το σπίτι.

**Πίνακας 2: μέσος όρος επίδοσης στο ωριαίο διαγώνισμα**

	Τμήμα πειραματισμού	Τμήμα ελέγχου
A λυκείου	12	10,5
B λυκείου	14	12
Γ λυκείου	15	14

Όσον αφορά στην έρευνα με τους φοιτητές του παιδαγωγικού τμήματος στους παρακάτω πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα από το φύλλο παρατηρήσεων της συμπεριφοράς των ομάδων κατά τη χρήση του λογισμικού τα οποία συμπληρώθηκαν από τους υπεύθυνους του εργαστηρίου και από τα ερωτηματολόγια αξιολόγησης του λογισμικού τα οποία παρέδωσαν οι φοιτητές.

**Πίνακας 3: Φύλλο παρατηρήσεων της συμπεριφοράς των ομάδων. Ομάδες: α, β, γ, δ, ε, στ, ζ, η  
1=καθόλου 2=σπάνια 3= συχνά 4=πολύ/συστηματικά/πλήρως**

	α	β	γ	δ	ε	στ	ζ	η
Συνεργάζεται	3	4	4	4	4	4	2	4
Επικοινωνεί αποτελεσματικά	2	4	4	3	4	4	1	4
Ακολουθεί τις κατευθύνσεις	3	4	4	4	4	4	2	4
Εκδηλώνει επιστημονική περιέργεια και ενδιαφέρον	4	4	4	4	4	4	3	4
Λάθη κατά τη χρήση του λογισμικού	2	1	2	2	1	1	2	1
Χειρίζεται το λογισμικό χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια	3	4	4	3	4	4	3	4
Διακοπή της διδακτικής ροής	2	1	1	1	1	1	3	1

**Πίνακας 4:** Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης λογισμικού

5 = συμφωνώ πολύ    4 = συμφωνώ λίγο    3 = είμαι αναποφάσιστος / η  
2 = διαφωνώ λίγο    1 = διαφωνώ πολύ

ΠΡΟΤΑΣΗ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ				
	1	2	3	4	5
Οι δραστηριότητες που κάναμε ήταν χρήσιμες	0	1	4	6	21
Οι δραστηριότητες ήταν κατανοητές	2	4	7	9	10
Οι δραστηριότητες ήταν ικανοποιητικές	0	3	5	7	17
Οι δραστηριότητες ήταν βαρετές	20	7	3	2	0
Οι δραστηριότητες ήταν δύσκολες	3	3	9	9	8
Δε μου προσέφεραν νέες δεξιότητες	14	8	6	4	0
Αισθάνθηκα πίεση κατά τη διάρκειά τους.	10	8	10	3	1
Με βοήθησαν να έχω περισσότερο ενεργή συμμετοχή στο μάθημα.	1	1	4	7	19
Το φύλλο εργασίας ήταν σαφές	1	3	6	9	13
Το εκπαιδευτικό υλικό ήταν πρωτότυπο (Δεν είχα ξαναδεί ποτέ παρόμοιο)	0	1	3	3	25
Συνεργάστηκα ικανοποιητικά με τα άλλα μέλη της ομάδας μου	0	2	3	8	19
Η μεθοδολογία του λογισμικού ήταν σαφής και κατανοητή	0	1	3	2	26
Οι ερωτήσεις ήταν πολλές	6	5	8	6	7
Οι ερωτήσεις διέκοπταν την ομαλή πορεία της έρευνάς μας	18	9	4	1	0
Ο στόχος κάθε δραστηριότητας ήταν σαφής	2	3	3	9	15
Εφαρμόσαμε αυτά που μάθαμε	2	3	4	9	14

### Συμπεράσματα

Οι μαθητές δε διακρίνουν τη διαφορά διαγράμματος και γραφήματος. Θεωρούν ότι είναι το ίδιο πράγμα. Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι εξοικειωμένοι με διαγραμματικές αναπαραστάσεις όπως οι στροβοσκοπικές, τα κυκλικά διαγράμματα τα ραβδογράμματα και άλλα ενώ φαίνεται να είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με γραφικές, μαθηματικές και λεκτικές αναπαραστάσεις.

Δε συσχετίζουν με επιτυχία μια διαγραμματική αναπαράσταση με μια λεκτική, γραφική ή μαθηματική αναπαράσταση της κίνησης.

Δυσκολεύονται στη συσχέτιση μαθηματικών και γραφικών αναπαραστάσεων.

Δε χρησιμοποιούν ενεργειακά διαγράμματα (κυκλικά διαγράμματα και ραβδογράμματα για τους τρόπους αποθήκευσης ενέργειας, και διαγράμματα ροής για τους μηχανισμούς μεταφοράς ενέργειας.)

Από τη συνεργατική συμπλήρωση του quiz προέκυψαν σαφώς καλύτερες επιδόσεις των μαθητών. Αμέσως αποκαταστάθηκε ένα πνεύμα συνεργασίας με στόχο την εύρεση της σωστής απάντησης. Κανείς μαθητής δεν ήταν αδιάφορος. Αυτό θεωρούμε ότι σχετίζεται με το κίνητρο που είχαν για καλή επίδοση στο quiz αλλά και τη δυνατότητα για συνεργασία.

.Στο τμήμα που εξακολούθησε τα συνεργατικά quizzes σε εβδομαδιαία βάση τα αποτελέσματα στο ανακεφαλαιωτικό διαγώνισμα ήταν εμφανώς καλύτερα όπως προκύπτει από τα δεδομένα του πίνακα 2. Αυτό ενισχύει την άποψη για τη σημασία των συχνών quizzes.



Με τα δεδομένα του πίνακα 3 προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Ως προς την κοινωνική αποδοχή η λειτουργικότητα του λογισμικού επέτρεψε στους φοιτητές να συνεργαστούν και δεν δημιουργήθηκαν προβλήματα αποδοχής του.

Ως προς την πρακτική αποδοχή οι φοιτητές εξέφρασαν την άποψη ότι το περιεχόμενο περιέχει πρωτότυπη γνώση, και εμπειρέχει ποικιλία δραστηριοτήτων.

Ως προς τη δομή φαίνεται ότι η οργάνωσή και η εκπαιδευτική του μεθοδολογία είναι σαφής και κατανοητή, επιτρέπει την επανάληψη δραστηριοτήτων.

Ως προς την προσαρμοστικότητα διαπιστώθηκε ότι λαμβάνεται υπ' όψιν η προϋπάρχουσα γνώση των φοιτητών μέσω των υποθέσεων τις οποίες αυτοί διατυπώνουν. Επίσης εμπειρέχει δραστηριότητες που αναπτύσσουν την κριτική ικανότητα και τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων.

Ως προς την αλληλεπίδραση αυτή είναι σύμφωνη με τη φυσική και διανοητική ωριμότητα της μαθησιακής ομάδας, περιέχει πολλές ερωτήσεις σε τακτικά χρονικά διαστήματα χωρίς να διακόπτεται η διδακτική ροή, ζητά από τους μαθητές περισσότερο να εφαρμόσουν αυτό που έμαθαν και λιγότερο να το απομνημονεύσουν.

Επίσης η πρώτη σελίδα είναι κατανοητή και η εφαρμογή, έχει καθορισμένο και ευδιάκριτο χαρακτήρα.

Ως προς την ευχρηστία επειδή το πακέτο έχει δημιουργηθεί σε HTML, εκτελείται μέσω φυλλομετρητή διαδικτύου (web browser) οι φοιτητές φάνηκε ότι έμαθαν να το χειρίζονται χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια και γρήγορα έφτασαν σε υψηλά επίπεδα παραγωγικότητας.

Με τα δεδομένα του πίνακα 4 προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα

Θεώρησαν χρήσιμες τις δραστηριότητες. Φαίνεται να μην υπάρχει πρόβλημα όσον αφορά την κατανόηση. Ο βαθμός ικανοποίησης είναι μεγάλος. Οι δραστηριότητες δεν ήταν βαρετές. Θεώρησαν σε πολύ μεγάλο ποσοστό ότι απέκτησαν νέες δεξιότητες. Λόγω του τρόπου με τον οποίο έγινε η διαδικασία φαίνεται ότι δεν αισθάνθηκαν ιδιαίτερη πίεση. Δήλωσαν ότι το λογισμικό τους βοήθησε να έχουν μεγαλύτερη ενεργό συμμετοχή στο μάθημα. Δεν φαίνεται να υπάρχει κάποιο πρόβλημα με τη σαφήνεια των φύλλων εργασίας. Δήλωσαν ότι το εκπαιδευτικό υλικό ήταν πρωτότυπο. Δήλωσαν ότι συνεργάστηκαν ικανοποιητικά με ελάχιστες εξαιρέσεις. Δήλωσαν ότι η μεθοδολογία του λογισμικού ήταν σαφής και κατανοητή.

Όσον αφορά τις ερωτήσεις καταγράφεται η άποψη ότι μάλλον ήταν πολλές, αλλά δεν διέκοπταν τη διδακτική ροή. Δεν φαίνεται να υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα ως προς τη σαφήνεια των στόχων των δραστηριοτήτων. Οι φοιτητές στην πλειονότητά τους εφάρμοσαν αυτά που έμαθαν.

### **Προτάσεις**

Τακτικά εβδομαδιαία quiz τα οποία συμπληρώνουν οι μαθητές με συνεργατικό τρόπο. Με τη στρατηγική αυτή αφενός μεν ο εκπαιδευτικός διαπιστώνει τις ελλείψεις των μαθητών έγκαιρα και επανέρχεται αν χρειαστεί, αφετέρου δε οι μαθητές συνεργαζόμενοι και έχοντας το κίνητρο της επίδοσης αυτορυθμίζονται και συγκρατούν αυτά που μαθαίνουν.

Δημιουργία δικτύου συνεργασίας μεταξύ εκπαιδευτικών, μεταξύ σχολείων και μεταξύ εκπαιδευτικών και ερευνητών με σκοπό την ανταλλαγή υλικού και ιδεών και μεγάλη σειρά από quizzes τα οποία να καλύπτουν όλους τους στόχους του αναλυτικού προγράμματος ανά θεματική ενότητα και υποενότητα.

Ανάπτυξη υπερμεσικών εφαρμογών στηριγμένων στο ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό πρότυπο οι οποίες να ενσωματώνουν διερευνητικού τύπου εκπαιδευτικά λογισμικά, παραμετρικές προσομοιώσεις αλλά και quizzes.

Οι τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας έχουν το πλεονέκτημα των πολλαπλών αναπαραστάσεων. Για παράδειγμα με τα συστήματα συγχρονικής λήψης απεικόνισης αλλά και με τη βιντεοανάλυση της κίνησης, έχουμε ταυτόχρονα με την εξέλιξη της συμπεριφοράς ενός φυσικού συστήματος διάφορες γραφικές αναπαραστάσεις της συμπεριφοράς αυτής.

Τα περισσότερα εκπαιδευτικά λογισμικά διερευνητικού τύπου, προσομοίωσης, μοντελοποίησης, και οι παραμετρικές προσομοιώσεις διαθέτουν τα χαρακτηριστικά εκείνα που ευνοούν τη συσχέτιση και διαγραμματικών αναπαραστάσεων. Για παράδειγμα το Interactive Physics αλλά και διάφορες παραμετρικές προσομοιώσεις εμφανίζουν ραβδογράμματα των μορφών αποθήκευσης της ενέργειας ενός φυσικού συστήματος. Το Modellus αλλά και τα προηγούμενα εμφανίζουν στροβοσκοπικές αναπαραστάσεις της κίνησης ευνοούν δε και τη συσχέτιση των μαθηματικών και των γραφικών αναπαραστάσεων.

Σε πιθανή ενημέρωση ή αλλαγή του χαρακτήρα του προγράμματος σπουδών του λυκείου θα ήταν σκόπιμο να συμπεριληφθούν στόχοι όπως η συσχέτιση διαγραμματικών, γραφικών, μαθηματικών, συμβολικών και λεκτικών αναπαραστάσεων. Αυτή η ικανότητα ορθής συσχέτισης είναι πολύ σημαντική όχι μόνο στις φυσικές επιστήμες τα μαθηματικά την τεχνολογία και τα οικονομικά αλλά και στην καθημερινή ζωή.

Επίσης μελετάται η δυνατότητα δημιουργίας αναλυτικού προγράμματος που να στηρίζεται σε εκπαιδευτικά επιστημονικά πρότυπα το οποίο να διευκολύνει τη διδασκαλία προτυποποίησης και με τις ΤΠΕ. Το πρόγραμμα αυτό θα πρέπει να συνοδεύεται από ένα άρτιο σύστημα αξιολόγησης της προόδου των μαθητών και στήριξης των εκπαιδευτικών με τη δημιουργία υλικού και οδηγιών που να ανταποκρίνονται στους στόχους του προγράμματος.

### **Βιβλιογραφία**

Καλκάνης Γ., (2002), ΕκΠαιδευτική ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΕκΠαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών Πληροφόρησης (και) στην ΕκΠαιδευση στις Φυσικές Επιστήμες, 1<sup>η</sup> έκδοση, Αθήνα

Κόμης Β., (2004) Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών

Οικονομίδης Σ., Βουδούκης Ν., Σωτηρόπουλος Δ., Καλκάνης Γ. (2006) “Επίλυση προβλημάτων μηχανικής του άκαμπτου σώματος στο τεχνολογικά σύγχρονο εκπαιδευτικό εργαστήριο φυσικών επιστημών” 5<sup>ο</sup> Συνέδριο ΕΤΠΕ Θεσσαλονίκη.

Πατρινόπουλος Μ. (2006) ΟΛΟκληρωμένο ΤΕΧΝΟλογικά Εκπαιδευτικό Εργαστήριο Σχεδίαση Ανάπτυξη Εφαρμογές στις Φυσικές Επιστήμες» Διδακτορική Διατριβή ΠΤΔΕ Εθν. Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Cortright RN, Collins HL, Rodenbaugh DW & DiCarlo SE. Student retention of course content is improved by collaborative-group testing.

Danid Hestenes, Malcolm Wells & Gregg Swackhamer (1992), Jane Jackson (2007). Force Concept Inventory.

Johnson DW and Johnson RT. (1996) Meaningful and Manageable Assessment Through Cooperative Learning. Edina, MN:Interaction, 1996.

Linn, Davis, & Bell, (2004) Internet Environments for Science Education

Oikonomidis S., Sotiropoulos D., Kalkanis G (2005) “Investigating air resistance using extractor fan filters and plummet in MBL” Πρακτικά Συνεδρίου "2nd International Conference on: Hands on Science: Science in a Changing Education”



Pintrich, P.R. & Schrauben, B. (1992). Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic tasks. In D. Schunk & J. Meece (Eds.), Student perceptions in the classroom: Causes and consequences. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp.

Rao SP, Collins HL, and DiCarlo SE. (2002). Collaborative testing enhances student learning.

Sarantos Oikonomidis, Vassilis Grigoriou, Dimitrios Sotiropoulos, Vasiliki Serepa, George Kalkanis: The learner as a co-creator through collaborative task-based learning of a hands-on experimental apparatus, and potential media, 3rd International Conference on "Hands-on Science", Braga, Portugal, September 4 to 9, 2006

Sneiderman Ben. «Leonardo's Laptop» Human needs and the new computing technologies. The MIT Press (2003)

Tuckman, B.W. (1997). Using tests as an incentive to motivate procrastinators to study. Journal of Experimental Education, 66, 141-147.

<http://www.learning-styles-online.com/inventory/Memletics-Learning-Styles-Inventory.xls>

<http://users.sch.gr/sarecon/teaching.htm>

<http://users.sch.gr/sarecon/edusoft.htm>