

Φύλλα Δραστηριοτήτων Μοντελοποίησης στην Κινηματική -υποστηριζόμενα από το Εκπαιδευτικό Λογισμικό Δημιουργός Μοντέλων-

Στέλιος Ορφανός* & Αγγελική Δημητρακοπούλου**

*Καθηγητής Φυσικός, Υπ. Διδάκτορας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου,
stelios@rhodes.aegean.gr,

**Αν. Καθηγήτρια, ΤΕΠΑΕΣ, Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και
Διδακτικής Μηχανικής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Α. Δημοκρατίας 1, 85100,
Ρόδος, adimitr@rhodes.aegean.gr

Περίληψη

Κατά την αξιοποίηση ανοικτών διερευνητικών περιβαλλόντων για τη μάθηση και τη διδασκαλία, κεντρικό ρόλο παίζουν οι δραστηριότητες που συνοδεύουν το λογισμικό, καθώς και οι υποκείμενες παιδαγωγικές και διδακτικές στρατηγικές. Η παρούσα εισήγηση αναφέρεται συνοπτικά στο εκπαιδευτικό λογισμικό μοντελοποίησης «Δημιουργός Μοντέλων», και εστιάζει σε χαρακτηριστικά ορισμένων δραστηριοτήτων που έχουν εφαρμοστεί σε σχολικές τάξεις. Σκοπός της εισήγησης είναι αφενός η παρουσίαση των χαρακτηριστικών των δραστηριοτήτων και κυρίως των συνοδευτικών φύλλων εργασίας των μαθητών αναφορικά με φαινόμενα που μελετά η Κινηματική (Φυσική), αφετέρου δε η συνοπτική παρουσίαση συμπερασμάτων από την ανάλυση των δεδομένων των διδασκαλιών που πραγματοποιήθηκαν με μαθητές Γ' Γυμνασίου.

Λέξεις κλειδιά: Μοντελοποίηση, Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Δραστηριότητες, Φύλλα Εργασίας Μαθητών, Προσομοίωση, Κινούμενη εικόνα, Κινηματική, Ταχύτητα, Θέση.

Εισαγωγή

Οι περισσότεροι μαθητές αντιλαμβάνονται τη Φυσική ως συλλογή και απομνημόνευση νόμων και εξισώσεων, κάτι που προφανώς δεν τους επιτρέπει να διακρίνουν την «όμορφη δομή του Φυσικού κόσμου» που αποκαλύπτεται από την επιστήμη (Hestenes, 1992). Η Νευτωνική θεωρία όπως κάθε επιστημονική θεωρία, ορίζει ένα Κόσμο Εννοιών. Αυτός ο κόσμος συνίσταται από μοντέλα-έννοιες των πραγματικών αντικειμένων και διαδικασιών του πραγματικού κόσμου. Μια βασική δραστηριότητα για την κατανόηση της Επιστήμης της Φυσικής, είναι η δημιουργία μοντέλων για τα φυσικά φαινόμενα. Μερικά από τα βασικά σημεία που συνεισφέρει η μοντελοποίηση

υποστηριζόμενη από υπολογιστή είναι στην κατανόηση και συγκρότηση των ίδιων των επιστημονικών εννοιών καθώς και στη σχέση μεταξύ τους.

Σε αντίθεση με την παραδοσιακή διδασκαλία (όπου πολλές έννοιες εισάγονται με μία σειριακή ακολουθία, που δεν εφοδιάζει τους μαθητές με όλη την αναγκαία πληροφορία για να τις κατανοήσουν), σ' ένα περιβάλλον μοντελοποίησης, οι έννοιες συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια σχέσεων κατανοητών από τα παιδιά, ενώ ελέγχονται μέσω της δυνατότητας εκτέλεσης και κρίσης της συμβατότητας με τον πραγματικό κόσμο. Στην πραγματικότητα η 'εκτέλεση' ενός μοντέλου που εξελίσσεται στον χρόνο, υπόκειται σε κριτική: συγκρίνεται με την αρχική πρόθεση και πρόβλεψη, και στη περίπτωση που δεν είναι το επιθυμητό, γίνονται τροποποιήσεις στο τρέχων μοντέλο, ή δημιουργείται άλλο, προκειμένου να δοκιμαστεί και πάλι η συμβατότητά του. Η διαδικασία αυτή μπορεί να επαναληφθεί έως ότου οι μαθητές καταλήξουν στο μοντέλο που θα δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η διδασκαλία της Φυσικής μέσω της μοντελοποίησης μπορεί λοιπόν να δομηθεί συνολικά σαν ενότητα, σε αντίθεση με την παραδοσιακή διδασκαλία, που παρουσιάζεται τμηματικά με μορφή επεισοδίων, με αποτέλεσμα να δημιουργείται η εντύπωση στους μαθητές, ότι οι έννοιες είναι απομονωμένες και δε σχετίζονται μεταξύ τους.

Διαδικασίες μοντελοποίησης με σκοπό τη μάθηση, μπορούν να σχεδιαστούν είτε γύρω από παραδοσιακό πειραματικό υλικό στα εργαστήρια φυσικής, είτε γύρω από τεχνολογικά περιβάλλοντα μάθησης, και συγκεκριμένα από εκπαιδευτικά λογισμικά. Οι δραστηριότητες μοντελοποίησης είναι από τη φύση τους τυπικές δραστηριότητες *μάθησης μέσω διερεύνησης*. Δεδομένου ότι οι μαθητές (ιδιαίτερα στην Ελλάδα) δεν είναι εξοικειωμένοι σε συστηματικές διαδικασίες πειραματισμού, διερεύνησης, και ακόμα περισσότερο μοντελοποίησης, είναι απαραίτητο να υποστηριχτούν στην νοητική τους διαδρομή, μέσα από προσχεδιασμένα αλλά ευέλικτα φύλλα δραστηριοτήτων, ικανά να τους υποστηρίξουν σε αυτή την πορεία.

Η παρούσα εισήγηση, εστιάζει στη δημιουργία φύλλων δραστηριοτήτων, για ένα θέμα προσφιλές της κινηματικής (κίνηση αυτοκινήτου σε εθνική οδό), και παρουσιάζει ως παράδειγμα ένα επιμέρους φύλλο δραστηριότητας που σχεδιάστηκε ειδικά για τη διαπραγμάτευση ενός ακατάλληλου μοντέλου που παρήγαγε μια από τις ομάδες μαθητών. Τα εν λόγω φύλλα δραστηριοτήτων σχεδιάστηκαν για μαθητές της Γ' Γυμνασίου, που χρησιμοποιούν το εκπαιδευτικό λογισμικό μοντελοποίησης ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ, ένα λογισμικό που παρουσιάζεται συνοπτικά σε ενότητα που ακολουθεί.

Γενικά Χαρακτηριστικά και Διδακτικοί Στόχοι των Δραστηριοτήτων

Οι δραστηριότητες και τα φύλλα εργασίας που θα παρουσιαστούν μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά με την τρέχουσα διδασκαλία. Μπορούν είτε να χρησιμοποιηθούν όπως είναι, είτε να τροποποιηθούν, ή να δώσουν στους εκπαιδευτικούς την αφορμή να αναπτύξουν άλλες δραστηριότητες. Στο σχεδιασμό των δραστηριοτήτων για το λογισμικό μοντελοποίησης λήφθηκαν υπόψη παράγοντες που

αναφέρονται στη σχέση του μαθητή με τη μοντελοποίηση, καθώς και σε άλλους συναφείς που αναφέρονται στα μοντέλα σαν γνωστικά εργαλεία. Κυρίαρχος όμως παράγοντας ήταν η συμβολή της μοντελοποίησης στην οικοδόμηση των εννοιών της Φυσικής. Οι γενικοί στόχοι επικεντρώνονταν στα ακόλουθα σημεία:

- στη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών της Φυσικής, από τους μαθητές.
- στη οργάνωση των εννοιών της φυσικής, δηλαδή στο πέρασμα από το αρχικό διαισθητικό πλαίσιο, στο οργανωμένο επιστημονικά,
- στη ερμηνεία των φαινομένων της καθημερινής ζωής με τη βοήθεια των επιστημονικών μοντέλων της φυσικής,
- στην κατανόηση των επιστημονικών μοντέλων,
- στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε λογισμικού (εδώ ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ), για το οποίο σχεδιάστηκαν.

Ο συλλογισμός των μαθητών για τα φαινόμενα της καθημερινής ζωής είναι διαφορετικός από αυτόν που ενεργοποιούν οι ειδικοί και ζητείται να αναπτυχθεί από τους μαθητές. Βασικός στόχος για την επινόηση των δραστηριοτήτων ήταν η εστίαση σε θέματα κατανοητά και ενδιαφέροντα για το μαθητή, που βρίσκεται σε ηλικία από 15-16 ετών, που συνδέουν οικεία φαινόμενα της καθημερινής ζωής με τη διδασκόμενη ύλη.

Οι δραστηριότητες σχεδιάζονται με βάση την υπόθεση εργασίας ότι το κεντρικό θέμα μελέτης με τα επιμέρους ερωτήματα των συνοδευτικών φύλλων δραστηριοτήτων, θα βοηθήσουν τους μαθητές -κατά την αλληλεπίδραση με το λογισμικό και τις αλληλεπιδράσεις με τις άλλες ομάδες ή/και τον διδάσκοντα της σχολικής τάξης-, να κατανοήσουν ποιοτικά τα βασικά μεγέθη της κινηματικής, τις σχέσεις που τα συνδέουν, καθώς και τα όρια ισχύος των σχέσεων αυτών σε διαφορετικές περιπτώσεις (συνθήκες). Συμπερασματικά, οι ειδικοί στόχοι μάθησης είναι οι ακόλουθοι:

- Κατανόηση των μεγεθών που περιγράφουν την κίνηση.
- Κατανόηση των διαγραμμάτων και των 'μυστικών τους'.
- Ποιοτική και ποσοτική κατανόηση των σχέσεων.
- Ανάπτυξη στρατηγικών διερεύνησης και μοντελοποίησης.

Βασικά Χαρακτηριστικά του "ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ ΜΟΝΤΕΛΩΝ"

Παρόλο που τα διερευνητικά λογισμικά έχουν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ τους, συχνά εμπεριέχουν διαφορετικά δομικά στοιχεία, που ενδεχόμενα να είναι κρίσιμα, όταν πρόκειται για μαθητές σε διαδικασία εννοιολογικής συγκρότησης. Χρειάζεται λοιπόν να εστιάσουμε για λίγο στα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε στις διδασκαλίες, του ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ ΜΟΝΤΕΛΩΝ.

Οι επιστήμονες αναλύουν τα φαινόμενα με όρους εννοιών και νόμων. Όμως η πραγματικότητα μπορεί να 'ειδωθεί' δίχως κανένα είδος επιστημονικής έννοιας. Οι μαθητές που είναι σε διαδικασία οικοδόμησης εννοιών, ερμηνεύουν και κατηγοριοποιούν την πραγματικότητα με όρους πραγματικών αντικειμένων και γεγονότων και όχι αφηρημένων εννοιών (Chi et all.1981). Παρόλα αυτά, τα

περισσότερα περιβάλλοντα μοντελοποίησης και προσομοίωσης προαπαιτούν και επιβάλλουν τον αφηρημένο συλλογισμό και ειδικά τη χρήση μεταβλητών. Οι προσομοιώσεις που παρουσιάζουν, είναι αφηρημένες, παρουσιάζοντας για παράδειγμα την κίνηση ενός αντικειμένου που είναι εκ των προτέρων μοντελοποιημένο (ένα υλικό σημείο, ή ένας μικρός κύκλος ή τετράγωνο, που αναπαριστά ένα κινητό), όπως συμβαίνει στα Interactive Physics, Modellus, κ.ά.)

Ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ είναι ένα εκπαιδευτικό λογισμικό μοντελοποίησης (Dimitracopoulou et al. 1999), που έχει πιστοποιηθεί από το Ελληνικό Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, και σχεδιάστηκε ειδικά για να επιτρέπει σε ένα ευρύ φάσμα μαθητών (11-17 ετών), να εκφράσει τις ιδέες του και να τις εξελίξει σταδιακά. Έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί με στόχο, τόσο την υποστήριξη της μάθησης μέσω διαδικασίας μοντελοποίησης, όσο και την οικοδόμηση των εννοιών που εμπλέκονται στα υπό μοντελοποίηση φαινόμενα.

Προκειμένου να επιτρέψει στους μαθητές να εκφράσουν καταρχάς τις ιδέες τους, προαπαιτούμενο κάθε εννοιολογικής αλλαγής (Twigger et al. 1994), βασίζεται σε ένα ευρύ φάσμα βασικών 'συστατικών στοιχείων' μοντελοποίησης στη θέση των μοναδικών αφηρημένων 'μεταβλητών'. Έτσι, προσφέρει τρεις βασικές κατηγορίες 'οντοτήτων' από τις πιο αντικειμενοστραφείς στις πιο αφηρημένες. α) «οντότητες αντικείμενα» με ιδιότητες που μπορούν να θεωρηθούν ως «πρωτο-μεταβλητές», ικανές να εξελιχθούν σε πιο αφηρημένες (βλέπε Εικόνα 1^α). β) οντότητες «αφηρημένα αντικείμενα», με μία μόνο μεταβλητή, όπως αυτά των περισσότερων λογισμικών μοντελοποίησης ή προσομοίωσης (βλέπε Εικόνα 1β), γ) οντότητες «αφηρημένες μεταβλητές» - επιστημονικές έννοιες (Dimitracopoulou & Komis, 2003).

Οι οντότητες που εστιάζουν σε αντικείμενα (και τις οποίες συνήθως επιλέγουν για να εργαστούν μαθητές 11-15 ετών), αναπαριστούν συγκεκριμένα αντικείμενα με ιδιότητες, που είτε εμπλέκονται και παίζουν ρόλο σε ένα φαινόμενο είτε όχι (π.χ. χρώμα κινητού). Ο χειρισμός της ιδιότητας κάθε οντότητας έχει συνήθως οπτική συνέπεια: π.χ. η μικρή μεγάλη μάζα ενός αυτοκινήτου, παρουσιάζεται ως διαφορετική κατηγορία αυτοκινήτου, π.χ. μικρό ιδιωτικό αυτοκίνητο, φορτηγάκι, μεγάλο φορτηγό.



Σχήμα 1.: Προσομοίωση με «κινούμενη εικόνα»

Για την περίπτωση των σχεδιασμένων κινούμενων εικόνων έχουν διερευνηθεί και υιοθετηθεί σε αρκετές περιπτώσεις ειδικές κωδικοποιήσεις, προκειμένου να

οπτικοποιηθεί η μεταβολή των τιμών των μεταβλητών (π.χ. η οπτικοποίηση της θέσης, γίνεται ουσιαστικά με το φόντο της κίνησης, αυτή της ταχύτητας με σκίαση (θόλωμα) της εικόνας του κινούμενου αντικειμένου, κλπ.). Από προηγούμενες δοκιμές με μαθητές (Ορφανός & Δημητρακοπούλου, 2003) βρέθηκε ότι υπήρξαν συγκεκριμένα θετικά αποτελέσματα προς την κατεύθυνση: (α) της κατανόησης του διανυσματικού χαρακτήρα των μεγεθών της ταχύτητας και της θέσης, (β) της οικοδόμησης των επιστημονικών εννοιών, μέσω εμπλουτισμού του περιεχομένου τους.

Οι ιδιότητες των οντοτήτων συνδέονται με σχέσεις. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει σχέσεις από τρεις κατηγορίες σχέσεων που υποστηρίζονται από το λογισμικό: τις ποιοτικές σχέσεις, τις ημιποσοτικές και τις ποσοτικές σχέσεις. Οι δραστηριότητες που θα συζητήσουμε αξιοποιούν τις ημιποσοτικές και ποσοτικές σχέσεις. Στις ημιποσοτικές σχέσεις οι μαθητές προσδιορίζουν την κατεύθυνση των σχέσεων, δηλαδή με ποιο τρόπο συν-μεταβάλλονται οι μεταβλητές. Παραδείγματα ημιποσοτικών σχέσεων είναι οι σχέσεις που αναφέρονται στη συμμεταβολή «αυξάνει το ένα μέγεθος αυξάνει και το άλλο» (η σχέση αυτή είναι πρώτου βαθμού) ή στη σχέση «αυξάνει το ένα μέγεθος το άλλο αυξάνει κατά πολύ» (η σχέση αυτή αντιστοιχεί σε δευτεροβάθμια εξίσωση).

Περιγραφή των δραστηριοτήτων

Γενική Δομή

Οι δραστηριότητες που δίδονται στους μαθητές για να εργαστούν, αποτελούν τμήματα θεμάτων μελέτης και φαινομένων που συναντούν στην καθημερινή ζωή. Το παρών γενικό θέμα μελέτης αναφέρεται στην κίνηση ενός μοτοσικλετιστή σε ευθύγραμμο τμήμα της Εθνικής οδού. Το γενικό αυτό θέμα, μπορεί να αναλυθεί σε επιμέρους θέματα μελέτης που έχουν σχεδιαστεί ανά συνάντηση-μάθημα. Για παράδειγμα, το γενικό θέμα της κίνησης ενός αυτοκινήτου στην εθνική οδό, μπορεί να αναλυθεί σε πέντε επιμέρους θέματα που εστιάζουν, όσον αφορά στο επιστημονικό τους περιεχόμενο: (α) στην ανάλυση κίνησης με σταθερή ταχύτητα, δημιουργώντας μοντέλα και αναπαραστάσεις δεδομένων με ημιποσοτικές σχέσεις εμπεριέχοντας τη μεταβλητή της θέσης του κινητού, (β) στην ανάλυση της ίδιας κίνησης δημιουργώντας μοντέλα που εμπεριέχουν την ταχύτητα και την επιτάχυνση, (γ) ανάλυση κίνησης με ταχύτητα μεταβαλλόμενη, (δ) στην επιπλέον ποσοτικών-αλγεβρικών σχέσεων για τις ανωτέρω κινήσεις, (ε) στην επιπλέον διερεύνηση και αξιοποίηση των αλγεβρικών σχέσεων, σε ειδικές συνθήκες. Ο χρονικός σχεδιασμός για την ολοκλήρωση ενός επιμέρους θέματος μελέτης, είναι περίπου μία ώρα. Το κάθε επιμέρους θέμα μελέτης αποτελείται από 3 μέχρι 5 φύλλα δραστηριότητας μαθητών. Συνολικά, έχουν παραχθεί 17 φύλλα εργασίας, για το παρών γενικό θέμα μελέτης. Ο αναγνώστης μπορεί να τα αναζητήσει στον δικτυακό τόπο του έργου «Δημιουργός Μοντέλων».

Τα φύλλα δραστηριότητας βοηθούν στη διδακτική διαχείριση του θέματος μελέτης, με δύο κυρίως τρόπους:

(α) Αναλύουν ένα σύνθετο ερώτημα, σε επιμέρους σταδιακά ερωτήματα, καθοδηγώντας τους μαθητές στη διαδικασία της διερεύνησης/μοντελοποίησης, αλλά

και της ουσιαστικής παρατήρησης και καταγραφής των δεδομένων που παρέχονται από την προσομοίωση ενός δυναμικού μοντέλου, και κυρίως από τις πολλαπλές αναπαραστάσεις (πίνακες τιμών, ραβδογράμματα, διαγράμματα συμμεταβολών).

(β) Χωρίζουν τη δραστηριότητα σε επιμέρους ενότητες, επιτρέποντας μια πιο ευέλικτη διαχείριση από τις ομάδες των μαθητών (που εργάζονται με διαφορετικό ρυθμό), στα πλαίσια των διδακτικών ωρών. Η κάθε ομάδα μπορεί να εργάζεται ανεξάρτητα, έχοντας όμως και σαφή σημεία αναφοράς που διευκολύνουν τη γενική δια-ομαδική συζήτηση στην τάξη.

Αξιζει να σημειωθεί ότι οι δραστηριότητες που εφαρμόσαμε με το ΔΗΜΙΟΥΡΓΟ ΜΟΝΤΕΛΩΝ δεν προ-απαιτούν από τους μαθητές ιδιαίτερες γνώσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών, ούτε κάποιες ιδιαίτερες γνώσεις χρήσης του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού. Θεωρήθηκε ότι είναι καλύτερα τόσο η εξοικείωση με το λογισμικό, όσο και η εισαγωγή στη μοντελοποίηση να γίνεται σταδιακά μέσω των φύλλων δραστηριοτήτων. Στην πραγματικότητα, τα αρχικά φύλλα δραστηριοτήτων σχεδιάζονται και με στόχο να εξοικειωθούν οι μαθητές με τη διεπιφάνεια χρήσης του λογισμικού και τη λειτουργικότητά του. Φάνηκε ότι αυτό επιτυγχάνεται εύκολα και αρκετά σύντομα.

Περιγραφή ενός επιμέρους θέματος μελέτης

Οι διδασκαλίες που βασίζονται σε θέματα μελέτης μέσω διερευνητικού περιβάλλοντος μάθησης, όπως ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ, απαιτούν και από τους διδάσκοντες να αναζητούν τις καλύτερες στρατηγικές, ώστε οι μαθητές να επιτύχουν το πιο πλούσιο μαθησιακό αποτέλεσμα.

Η διαπραγμάτευση του θέματος μελέτης (που παρουσιάστηκε συνοπτικά στη προηγούμενη ενότητα) έγινε σε ώρες συμπληρωματικές του ωρολογίου προγράμματος του σχολείου. Υπήρχε κατά συνέπεια η δυνατότητα και η άνεση χρόνου να επεξεργάζονται οι μαθητές τα θέματα μελέτης μέσα από μια καθαρά διερευνητική προσέγγιση, δίχως επεμβάσεις και παροχή έτοιμων απαντήσεων και γνώσεων από τον εκπαιδευτικό. Η βασική αρχή που ακολουθήθηκε σε όλη την πορεία των δραστηριοτήτων, ήταν να μην επεμβαίνει ο εκπαιδευτικός παρά μόνο σε θέματα, που σχετίζονται με την χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού, αλλά και τη διαπραγμάτευση ανάμεσα στις ομάδες των μαθητών.

Πράγματι, μια από τις πιο σημαντικές λειτουργίες του διδάσκοντα, κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων διερευνητικής μάθησης, από τους μαθητές της τάξης του, είναι η *διαχείριση των διαφορετικών και αντικρουόμενων συμπερασμάτων* ανάμεσα σε *διαφορετικές ομάδες μαθητών*, αλλά και η θεσμοθέτηση των κοινών συμπερασμάτων. Συνήθως, οι ομάδες μαθητών παρουσιάζουν τα μοντέλα τους και τα τεκμηριώνουν με βάση τα δεδομένα, είτε προφορικά είτε γραπτά μέσα από τη σύνταξη μιας «έκθεσης-μοντελοποίησης». Τις περισσότερες φορές ο τρόπος αυτός είναι επαρκής ώστε οι ομάδες να διαμορφώσουν μια κοινή άποψη μέσα από τις επιμέρους αλλαγές των δικών τους παραγωγών, και κυρίως είναι κατάλληλος όταν μια ή περισσότερες ομάδες επιχειρούν να πείσουν για την ορθότητα των ευρημάτων τους. Χρειάζεται όμως να

αναρωτηθούμε ορισμένες φορές, αν μια τέτοια προσέγγιση είναι επαρκής, όταν μη κατάλληλα μοντέλα μιας ή περισσότερων ομάδων μαθητών φαίνεται να αναδεικνύουν σοβαρά προβλήματα κατανόησης. Σε μια τέτοια περίπτωση, αντί για την προσέγγιση της συναίνεσης και της ενιαίας απόφασης των ομάδων μαθητών, χρειάζεται να επιχειρηθεί η αντίστροφη προσέγγιση, αυτή της κοινής προσπάθειας όλης της *κοινότητας των μαθητών* (οι διαφορετικές ομάδες μιας τάξης), να αναλύσει το 'μη κατάλληλο μοντέλο', εστιάζοντας στην πραγματικότητα στο «λάθος».

Θα περιγράψουμε στη συνέχεια ένα επιμέρους θέμα μελέτης, καθώς και τα αντίστοιχα φύλλα δραστηριότητας, που σχεδιάστηκαν ειδικά για τη διαπραγμάτευση ενός συγκεκριμένου λανθασμένου μοντέλου, που παρήγαγε μια ομάδα μαθητών. Τα φύλλα δραστηριότητας επινοήθηκαν από τον διδάσκοντα και δόθηκαν στο σύνολο των ομάδων μαθητών της τάξης κατά τη διάρκεια του επόμενου μαθήματος.

(Α) Το 'Λανθασμένο' μοντέλο μιας ομάδας μαθητών

Το θέμα μελέτης αναφερόταν σε κίνηση ενός μοτοσικλετιστή, που κινείται σε ευθύγραμμο τμήμα της εθνικής οδού με σταθερή ταχύτητα. Το φύλλο δραστηριότητας ανέφερε ότι ο μοτοσικλετιστής κινείται έχοντας διαρκώς σταθερή ταχύτητα, ενώ ένα από τα ερωτήματα παρακινούσε τους μαθητές να δημιουργήσουν ένα μοντέλο, συνδέοντας τη θέση και το χρόνο με την κατάλληλη σχέση.

Μια συγκεκριμένη ομάδα μαθητών, δημιούργησε μοντέλο επιλέγοντας όμως την ιδιότητα της ταχύτητας του μοτοσικλετιστή, αντί για την ιδιότητα της θέσης. Η σχέση που επιλέχθηκε από την εν λόγω ομάδα ήταν η ημιποσοτική σχέση [$\uparrow\uparrow$] που συμβολίζει μια σχέση που περιγράφεται λεκτικά ως εξής: «όταν η μια μεταβλητή (ανεξάρτητη) αυξάνει, η άλλη μεταβλητή (εξαρτημένη) αυξάνει κατά πολύ». Εσωτερικά, το λογισμικό υλοποιεί μια μαθηματική σχέση δευτέρου βαθμού, όταν ο χρήστης συνδέσει δύο μεταβλητές με τη σχέση αυτή και τρέξει το μοντέλο (βλέπε μοντέλο Εικόνας 2).

Οι μαθητές έδωσαν τις απαντήσεις στο φύλλο δραστηριότητας, και αναφέρονταν στην πρόβλεψή τους για την προσομοίωση που θα παράγει μοντέλο καθώς και στο αποτέλεσμα της σύγκρισης μετά από τη δοκιμή-τρέξιμο του μοντέλου. Λόγω της σχέσης που επέλεξαν (αλλά και λόγω του ότι η μέγιστη τιμή της ταχύτητας ήταν σχετικά μικρή), η ταχύτητα έφθανε πολύ σύντομα στην τελική τιμή της. Προχώρησαν στο επόμενο φύλλο, όπου βασικό θέμα ήταν η μελέτη των διαγραμμάτων. Το λογισμικό δίνει τις γραφικές αναπαραστάσεις των μεγεθών που επιλέγει ο χρήστης. Το διάγραμμα που δημιούργησε το λογισμικό με άξονες ταχύτητα και χρόνο, ήταν τμήμα παραβολής.

Εκτός από τα φύλλα δραστηριότητας, είχε ζητηθεί από τους μαθητές να ετοιμάσουν έκθεση αναφοράς για τη συνολική διαδικασία μοντελοποίησης, παρουσιάζοντας και σχολιάζοντας ενδεχόμενα ενδιάμεσα μοντέλα που δοκίμασαν (και τελικά θεωρήθηκαν μη κατάλληλα), και τεκμηριώνοντας την καταλληλότητα του τελικού μοντέλου με τη βοήθεια των απαραίτητων στοιχείων. Προκειμένου να ετοιμάσουν μια τέτοια έκθεση, οι μαθητές συνήθως αποθηκεύουν και εισάγουν, σε ένα ειδικά μορφοποιημένο έγγραφο, τις εικόνες από τα μοντέλα που δημιουργούν, και τις αναπαραστάσεις των

δεδομένων που προκύπτουν συνοδευοντάς τα με παρατηρήσεις ή σχόλια. Η συγκεκριμένη ομάδα μαθητών στην έκθεση αναφοράς εισήγαγε μια εικόνα που παρουσίαζε το μοντέλο τους, και το αντίστοιχο διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου σημειώνοντας το σχόλιο: "*η ταχύτητα μεγαλώνει ενώ ο χρόνος παραμένει σταθερός*".

Φάνηκε λοιπόν, τόσο από το εν λόγω σχόλιο όσο και από την πορεία της δραστηριότητας της ομάδας αυτής, ότι δημιούργησαν ένα μοντέλο που δεν ήταν κατανοητό από αυτούς τους ίδιους. Συγκεκριμένα:

- ⇒ Οι ιδιότητες (τα μεγέθη) που επέλεξαν δεν ήταν αυτές που ζητούνταν από το φύλλο εργασίας. Αρκετές φορές οι μαθητές θέλοντας να απαντήσουν και να φτιάξουν το μοντέλο στην οθόνη διαβάζουν επιόλαια τα φύλλα εργασίας. Στο συγκεκριμένο θέμα, στο περιγραφικό κείμενο αναφέρεται η έννοια της ταχύτητας, αλλά αυτό που τους ζητείται αφορά στη θέση.
- ⇒ Ενδεχόμενα οι μαθητές να μην είχαν κατανοήσει τη σχέση με την οποία συνέδεσαν την ταχύτητα με τον χρόνο.
- ⇒ Οι μαθητές δεν ήταν ικανοί να ερμηνεύσουν τη γραφική παράσταση της ταχύτητας με το χρόνο για το μοντέλο που δημιούργησαν. Ενδεχόμενα, εξ αιτίας αυτής της γραφικής παράστασης (η μορφή της οποίας δεν τους ήταν γνωστή) να διατύπωναν την έκφραση ότι η ταχύτητα αυξάνει ενώ ο χρόνος παραμένει σταθερός.
- ⇒ Οι μαθητές δεν επιβεβαίωσαν την έκφραση που διατύπωναν για τη γραφική παράσταση, μέσω της προσομοίωσης κατά την εκτέλεση του μοντέλου, όπου θα ήταν ικανοί να διακρίνουν ότι ο χρόνος δε μένει σταθερός.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η πορεία της εν λόγω ομάδας είχε γίνει αντιληπτή από τον διδάσκοντα. Παρόλα αυτά, η επιλογή του ήταν να μην παρέμβει μέχρι να φτάσουν οι ίδιοι οι μαθητές σε κατάσταση να αντιληφθούν την έλλειψη συνέπειας στο συλλογισμό τους, τουλάχιστον σε σχέση με τα ερωτήματα που έπρεπε να διαπραγματευτούν. Τα μέλη της ομάδας μαθητών το αντιλήφθηκαν προς το τέλος της διδακτικής ώρας, όπου δεν υπήρχαν τελικά επαρκή χρονικά περιθώρια, ώστε να επεξεργαστούν επαρκώς τα ερωτήματα, και να τροποποιήσουν τις πρότερες απαντήσεις τους.

(B) Φύλλο δραστηριότητας για διαπραγμάτευση λανθασμένου μοντέλου

Η δραστηριότητα αποτελείται από τρία φύλλα, με στόχο να ολοκληρωθεί σε μία συνάντηση, διάρκειας μίας περίπου ώρας. Τα ερωτήματα του φύλλου δραστηριότητας έχουν εκφραστεί με συγκεκριμένο τρόπο και σειρά, έχοντας σαν στόχο να διερευνήσουν οι μαθητές βήμα-βήμα τα σημεία που είναι κατανοητά, και κυρίως να εντοπίσουν εκείνα στα οποία υπάρχουν δυσκολίες, και κατά συνέπεια χρειάζεται να εμβαθύνουν στην ποιοτική ερμηνεία. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 'λανθασμένο μοντέλο' αντιστοιχεί σε ένας είδος κίνησης που τυπικά δεν μελετάται από τους μαθητές Γ' Γυμνασίου (σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών).

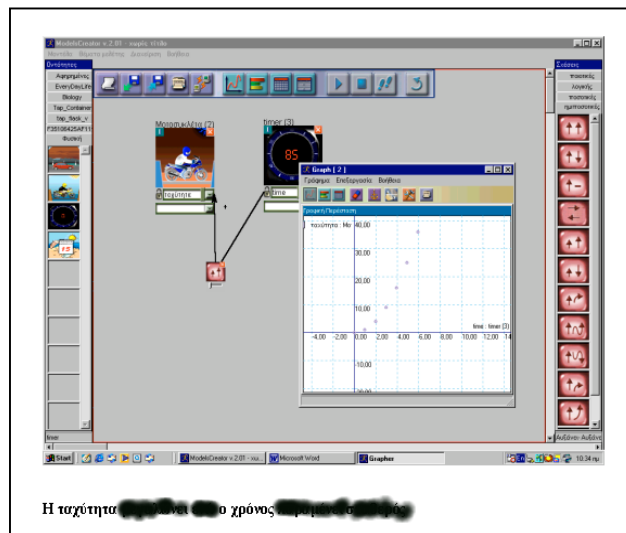
Κατά το πρώτο φύλλο δραστηριότητας, ζητείται από τους μαθητές να συλλογιστούν, και να απαντήσουν σε ερωτήματα χωρίς τη βοήθεια του λογισμικού (προκειμένου να αναλύσουν και να συλλογιστούν επαρκώς, κάνοντας προβλέψεις νοητικά). Δίδεται η εικόνα ενός μοντέλου (του μοντέλου που είχε δημιουργήσει η μία ομάδα μαθητών

στην προηγούμενη συνάντηση), δίχως να παρουσιάζεται η αντίστοιχη γραφική παράσταση (βλέπε τμήμα Εικόνας 2) και ζητείται από τους μαθητές:

- Να εκτιμήσουν τι κίνηση αναπαριστά το μοντέλο. Το είδος των απαντήσεων που περιμένουμε εδώ, δεν είναι απαντήσεις με ακρίβεια (π.χ. του τύπου «μεταβαλλόμενη», ή και ακόμα «δεν το έχουμε μάθει» -αναγνωρίζοντας ότι δεν έχουν συναντήσει παρόμοια περίπτωση-, «δεν ξέρω», κλπ).
- Να σχεδιάσουν τη γραφική παράσταση της ταχύτητας ως προς το χρόνο και στη συνέχεια να δικαιολογήσουν τη μορφή που σχεδίασαν. Η ερώτηση αυτή είχε κύριο στόχο να ελεγχθεί κατά πόσο καταλαβαίνουν την ημιποσοτική σχέση που υπάρχει στο μοντέλο της εικόνας, καθώς και το είδος της γραφικής παράστασης που αντιστοιχεί στη σχέση αυτή.
- Να περιγράψουν λεκτικά και ποιοτικά πως μεταβάλλεται η ταχύτητα καθώς αυξάνει ο χρόνος. Η ερώτηση αυτή τέθηκε γιατί το σχόλιο που είχαν γράψει οι μαθητές ήταν ότι: "Η ταχύτητα μεγαλώνει ενώ ο χρόνος παραμένει σταθερός".

Στο δεύτερο φύλλο δραστηριότητας ζητήθηκε από τους μαθητές να δημιουργήσουν με το λογισμικό το μοντέλο που τους παρουσιάστηκε προηγούμενα. Τα κύρια ερωτήματα ήταν τα ακόλουθα:

- Να ζητήσουν τη γραφική παράσταση της ταχύτητας σε σχέση με το χρόνο από το λογισμικό.
- Να συγκρίνουν τη γραφική παράσταση που πρόβλεψαν, με αυτή που δίνει το λογισμικό και να γράψουν τα σχόλια τους.



Εικόνα 2. Απόσπασμα από Έκθεση-Μοντελοποίησης ομάδας μαθητών

Αξίζει να τονιστεί ότι θα μπορούσε κάλλιστα να δοθεί στους μαθητές το έτοιμο κατασκευασμένο μοντέλο που είχε παράγει η συγκεκριμένη ομάδα στη προηγούμενη

συνάντηση. Ο βασικός λόγος που προτιμήθηκε να δημιουργήσουν εξ αρχής το ίδιο μοντέλο, είναι για να προσέξουν ουσιαστικά ποιες ιδιότητες είναι επιλεγμένες, ποια σχέση τις συνδέει και με ποιο τρόπο (ποια είναι η ανεξάρτητη και ποια η εξαρτημένη μεταβλητή).

Στο τρίτο φύλλο δραστηριότητας δόθηκε το απόσπασμα της έκθεσης μοντελοποίησης των μαθητών, που παρουσίαζε το μοντέλο μαζί με το διάγραμμα, καθώς και το αντίστοιχο επεξηγηματικό σχόλιο, σκεπάζοντας όμως τμήματα αυτού (Εικόνα 2).

Ζητήθηκε από τους μαθητές να απαντήσουν σε μια σειρά ερωτημάτων με βάση το μοντέλο, την προσομοίωση, το διάγραμμα καθώς και το 'μυσο-κρυμμένο σχόλιο της ομάδας, όπως τα ακόλουθα:

- Παρατηρείτε μόνο το διάγραμμα και κατόπιν απαντήστε πως μεταβάλλεται η ταχύτητα σε σχέση με το χρόνο;
- Συμφωνεί η γραφική παράσταση με το μοντέλο;
- Σε ποια κίνηση αναφέρεται η γραφική παράσταση;
- Ποια κίνηση περιγράφει το μοντέλο;
- Ποια κίνηση δείχνει η προσομοίωση της ταχύτητας στο μοντέλο αυτό;

Στη συνέχεια τους δόθηκε και το πλήρες κείμενο που είχε γράψει αρχικά η ομάδα: "*Η ταχύτητα μεγαλώνει ενώ ο χρόνος παραμένει σταθερός*" και τους ζητήθηκε:

- Με βάση το μοντέλο και τη βοήθεια οποιασδήποτε άλλης αναπαράστασης (σχέση, προσομοίωση, διάγραμμα, πίνακας τιμών), που δίνει το λογισμικό μοντελοποίησης ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ, τεκμηριώστε την άποψή σας με επαρκή και ικανοποιητικό τρόπο προκειμένου να αντιπαραβάλλετε τις απόψεις σας με αυτές μιας άλλης ομάδας μαθητών.

Παρατηρήσεις για τη λειτουργία των Μαθητών

Αξίζει να καταγράψουμε μερικές γενικές παρατηρήσεις που προκύπτουν από τις ενέργειες των μαθητών με τα φύλλα δραστηριότητας κατά την αλληλεπίδρασή τους με διερευνητικό εκπαιδευτικό λογισμικό:

- Ενώ ζητείται από τους μαθητές να καταγράψουν τις προβλέψεις τους για τη συμπεριφορά ενός μοντέλου που δημιούργησαν πριν από την εκτέλεσή του, μερικοί μαθητές καταγράφουν στα φύλλα στη θέση της πρόβλεψης, την παρατήρηση της συμπεριφοράς μετά την εκτέλεση του μοντέλου. Επιμένουν έτσι, στη διαισθητική δημιουργία ενός μοντέλου, και στη βελτίωσή του μέσα από αλληπάλληλες δοκιμές, αποφεύγοντας τη ρητή και τεκμηριωμένη έκφραση των λόγων δημιουργίας του εκ των προτέρων. Χάνεται έτσι, ένα βασικό κομμάτι από το συλλογισμό τους, κατά τη διαδικασία επιστημονικής μοντελοποίησης που είναι η πρόβλεψη, η σύγκριση και η αιτιολόγηση. Το φαινόμενο αυτό, μπορεί να αντιμετωπιστεί με το να δίνονται στους μαθητές τμηματικά τα φύλλα δραστηριότητας ακόμα και κατά τη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας. Έμμεσα με τον τρόπο αυτό, αντιμετωπίζεται παράλληλα και το άγχος που συχνά δημιουργεί στους μαθητές ο όγκος των σελίδων των φύλλων δραστηριότητας όταν τις παραλαμβάνουν όλες μαζί.

- Οι μαθητές έχουν την τάση να μη διαβάζουν με προσοχή τις οδηγίες στα φύλλα δραστηριότητας, προτιμώντας κυρίως να αλληλεπιδρούν με το λογισμικό στον υπολογιστή.
- Στο σχεδιασμό των δραστηριοτήτων τίθενται ερωτήματα, ώστε οι μαθητές να απαντήσουν με τη βοήθεια μιας συγκεκριμένης αναπαράστασης. Αρκετές φορές όμως μη γνωρίζοντας τις ιδιαιτερότητες κάθε αναπαράστασης, χρησιμοποιούν μια οποιαδήποτε προκειμένου να απαντήσουν στο ερώτημα.

Γενικά, είναι σημαντικό να παρατηρείται και να καταγράφεται λεπτομερώς η λειτουργία των μαθητών κατά τη διάρκεια διερευνητικών δραστηριοτήτων, προκειμένου τόσο οι διδάσκοντες να σχεδιάζουν κατάλληλα τα συνοδευτικά φύλλα δραστηριοτήτων, όσο και να αναπτύσσουν εναλλακτικές διδακτικές στρατηγικές διαχείρισης. Η λειτουργία, η συμπεριφορά και οι δυσκολίες των μαθητών ποικίλει σε σχέση με τα διαφορετικά εκπαιδευτικά λογισμικά αλλά και τα θέματα μελέτης. Υπάρχουν όμως και σημαντικά κοινά σημεία, κυρίως όσα πηγάζουν από εννοιολογικές δυσκολίες αλλά και δυσκολίες στην εφαρμογή στρατηγικών διερεύνησης. Ο αναγνώστης μπορεί να αναζητήσει συμπεράσματα παρατήρησης μαθητών σε δραστηριότητες διερεύνησης και μοντελοποίησης με το περιβάλλον ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ, σε άλλα δημοσιεύματα (Ορφανός & Δημητρακοπούλου 2003, Orfanos & Dimitracopoulou, 2003).

Συζήτηση

Η επινόηση θεμάτων μελέτης, και η διαμόρφωση σεναρίων με διερευνητικά λογισμικά δε συνιστά μια απλή διαδικασία. Απαιτεί επιλογές που να ικανοποιούν ταυτόχρονα ένα συνδυασμό στόχων (π.χ. δραστηριότητα που να ενεργοποιεί τον μαθητή, να είναι ουσιαστική στη μάθηση, να συμβάλλει στην οικοδόμηση βασικών εννοιών, να προάγει υψηλούς μαθησιακούς στόχους σύνθετων συλλογισμών, εφικτότητα στις συνθήκες και τους περιορισμούς των αναλυτικών προγραμμάτων και των συνθηκών διδασκαλίας, κλπ). Ακόμα πιο σύνθετη ίσως είναι η επινόηση, σύνθεση και παραγωγή συγκεκριμένων φύλλων δραστηριοτήτων, εφόσον οι παράγοντες που υπεισέρχονται είναι πολλαπλοί και συχνά αντικρουόμενοι, και απαιτούν επιλογές που μπορεί να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά μαθητές με διαφορετικές ικανότητες (για παράδειγμα, οι επιλογές που αφορούν στο είδος και τη σειρά των ερωτημάτων, και χρειάζεται να υποστηρίζουν την καθοδηγούμενη διερεύνηση, να μην καθοδηγούν βήμα προς βήμα, αλλά και επιτρέπουν την ελεύθερη διερεύνηση).

Σε κάθε περίπτωση τα φύλλα δραστηριότητας είναι απαραίτητα προκειμένου οι μαθητές να εργαστούν σε ένα ανοικτό διερευνητικό περιβάλλον. Επιπρόσθετα, συχνά οι καθηγητές είναι απαραίτητο να επαναπροσδιορίζουν τα φύλλα που διαθέτουν προσαρμόζοντάς τα, ή και δημιουργώντας νέα, ανάλογα με την πορεία εξέλιξης των μαθητών τους.

Ευχαριστίες: Εκφράζουμε τις ευχαριστίες μας προς τους μαθητές του Βενετοκλείου, 3^{ου} Γυμνασίου, Ρόδου που πραγματοποίησαν τις δραστηριότητες, καθώς και στη Διευθύντρια του σχολείου Κα Παπαδάκη Μαρία, που με μεγάλη προθυμία μας παρεχώρησε το εργαστήριο

πληροφορικής του σχολείου για να γίνουν οι δραστηριότητες με το περιβάλλον ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ (χρηματοδότηση έργο ΠΗΝΕΛΟΠΗ / Γ'ΚΠΣ) καθώς και με το συνεργατικό περιβάλλον MODELLINGSPACE (IST/EDUCATION & TRAINING / SCHOOL OF TOMORROW).

Βιβλιογραφία

- Chi, M.T.H., Feltovich, P. and Glaser, R. (1981) Categorisation and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, pp 121-152.
- Dimitracopoulou A.& Komis V. (2003). Design Principles for an Open and Wide ModellingSpace for Learning, Modelling & Collaboration in Sciences and Mathematics, In (Ed) C. Constantinou & Z. Zacharias “*Computer Based Learning in Sciences*”, Proceedings of Sixth International Conference CBLIS, 5-10 July, 2003, Nicosia, Cyprus, pp. 1005-1019
- Dimitracopoulou A., Komis B., Apostolopoulos P. & Politis P. (1999). “Design principles of a new modelling environment for young students, supporting various types of reasoning and interdisciplinary approaches” *AI-ED 99, 9th International Conference on Artificial Intelligence in Education*, Le Mans, France, pp. 109-120
- Hestenes David, (1992), Modeling Games in the Newtonian World. *Am. J. Phys.* 60, 732-748.
- Orfanos S. & Dimitracopoulou A. (in press 2003). Technology based modelling activities in learning concepts relations in kinematics. *2nd International Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education (m-ICTE 2003)*, Badajoz, Spain, December 3-6.
- Twigger L, Byard M., Driver R., Draper S., Hartley R., Hennesy S., Mohamed R., O' Malley C., O'Shea T., & Scanlon E., (1994). The conception of force and motion of students aged between 10 and 15 years: an interview study designed to guide instruction. *Int. J. Sci. Educ.*, 5(16), 523-537 .
- Δημητρακοπούλου Α., (1999). Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας στη διδακτική των φυσικών επιστημών: Τι προσφέρουν και πως τις αξιοποιούμε; Εδικό Αφιέρωμα στη Πληροφορική και Εκπαίδευση, *ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ*, 3^η Περίοδος, Vol. Η', No 30, Άνοιξη 1999, σελ.48-58.
- ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ: www.ecedu.upatras.gr/modelscreator/
- Ορφανός, Σ. & Δημητρακοπούλου, Α., (υπό έκδοση). Συμβολή της προσομοίωσης του λογισμικού Δημιουργός Μοντέλων στη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών της Κινηματικής, *Προοπτικές Εξελίξεις και Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.*, 8^ο Κοινό Συνέδριο Ένωσης Ελλήνων Φυσικών & Ένωσης Κυπρίων Φυσικών, Καλαμάτα, 2003.

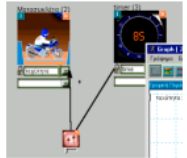
Παράρτημα

Φύλλα δραστηριότητας για διαπραγμάτευση λανθασμένου μοντέλου



ΦΥΣΙΚΗ
Θέμα Μελέτης Ταξίδι
4^ο Θέμα Μελέτης Διαγράμματα
φύλλο 1
Ομάδα.....ημερομηνία.../.../200

Στη σημερινή συνάντηση θα ασχοληθούμε με την μελέτη των διαγραμμάτων, που προέρχουν από μοντέλα που δημιουργήσατε στο Ήσκαδεντικό λογισμικό.
Το **φύλλο 1** θα το συμπληρώσετε χωρίς να ανοίξετε το λογισμικό.
Παρατηρήστε το μοντέλο της επόμενης σελίδας στα παρακάτω ερωτήματα:



Τι κίνηση αναπαριστά το μοντέλο της εικόνας;

Διασκελεργίζετε την ερώτησή σας

Τετραδίο εργασιών μαθητή Φυσική

Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας ως προς το χρόνο

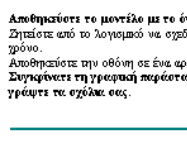


Διασκελεργίζετε τη μορφή της γραφικής παράστασης που σχεδιάσατε, (εναλλάξια αποποιήστε γιατί σχεδιάσατε ευθεία ή καμπύλη).

Πως μεταβάλλεται η ταχύτητα όταν ο χρόνος αυξάνεται;

Τετραδίο εργασιών μαθητή Φυσική

4^ο Θέμα Μελέτης Διαγράμματα
φύλλο 2
Ανοίξτε το λογισμικό και δημιουργήστε το μοντέλο:



Αποθηκεύστε το μοντέλο με το όνομα της ομάδας σας-φύλλο4-α
Σημειώστε από το λογισμικό να σχεδιαστεί η γραφική παράσταση της ταχύτητας ως προς το χρόνο.
Αποθηκεύστε την οθόνη σε ένα αρχείο του word με το όνομα σας-φύλλο4-α
Συγκρίνετε τη γραφική παράσταση που σχεδιάσατε μαζί με αυτή του λογισμικού, και γράψτε τα σχέδια σας.

Τετραδίο εργασιών μαθητή Φυσική

4^ο Θέμα Μελέτης Διαγράμματα
φύλλο 3
Στην επόμενη φάση η οθόνη από το μοντέλο, που δημιουργήσατε κόπια από τις ομάδες ταξίδι και το σελίδο που έβαλε για την γραφική παράσταση.
Με βάση το μοντέλο, το διάγραμμα και το σελίδο της ομάδας θέλουμε να απαντήσουμε σε μια σειρά από ερωτήματα με στόχο να βοηθήσουμε τους συμμαθητές μας να διακρίνουν ορισμένα λεπτά σημεία στα διαγράμματα.
Παρατηρήστε μόνο το διάγραμμα και κοιτάξτε πως μεταβάλλεται η ταχύτητα σε σχέση με το χρόνο.

Συμπερνεί η γραφική παράσταση με το μοντέλο;

Σε ποια κίνηση αναπαριστά η γραφική παράσταση;
