

Η ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΤΟΝ Η.Υ. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ ΤΩΝ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ

Τσιπουριάρη Βάσω
Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και
Τεχνολογικής Εκπαίδευσης /
Εργαστήριο Παιδαγωγικών Εφαρμογών
των Η.Υ., Πάτρα
pateslab@otenet.gr

Αλιμήσης Δημήτρης
Αν. καθηγητής, Ανώτατη Σχολή
Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής
Εκπαίδευσης / Εργαστήριο
Παιδαγωγικών Εφαρμογών των Η.Υ.,
Πάτρα
pateslab@otenet.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

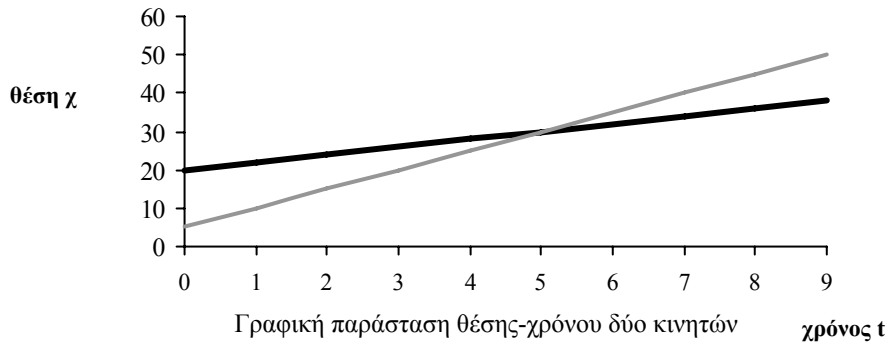
Η εργασία αυτή προτείνει τη μοντελοποίηση των κινήσεων στον Η. Υ. με χρήση του λογισμικού Modellus από τους ίδιους τους μαθητές ως υποβοηθητικό εργαλείο για τη διδακτική αντιμετώπιση των παρανοήσεων των μαθητών σε σχέση με την ερμηνεία των γραφικών παραστάσεων της Κινηματικής. Επιλέγεται ως παράδειγμα η γραφική παράσταση που δείχνει ταυτόχρονα τη μεταβολή της θέσης δύο κινητών σε σχέση με το χρόνο. Με δεδομένη τη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου των κινήσεων ζητείται η μοντελοποίησή τους και η δημιουργία κατάλληλης προσομοίωσης της κίνησης (π.χ. δυο αυτοκινήτων) στην οθόνη που θα αντιστοιχεί στη δεδομένη γραφική παράσταση. Αναμένεται ότι οι μαθητές δεν θα φτάσουν με την πρώτη απόπειρα (και ίσως όχι όλοι) σε σωστό μοντέλο παρά μόνο μετά από επαναλαμβανόμενες δοκιμές. Μέσα από τη δική τους προσωπική, επαναλαμβανόμενη ίσως, εργασία οι μαθητές θα πρέπει να πείθονται για το «λαθεμένο» χαρακτήρα των αρχικών τους αντιλήψεων, να εξοικειώνονται με τον κόσμο των γραφικών παραστάσεων και να υιοθετούν τις επιστημονικές ιδέες.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: λογισμικό μοντελοποίησης, γραφικές παραστάσεις, Κινηματική, προσομοίωση κίνησης

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

Η χρήση των γραφικών παραστάσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και η ικανότητα ερμηνείας τους από τους μαθητές βοηθάει στην αποτελεσματική κατανόηση και μάθηση των σχέσεων μεταξύ των φυσικών μεγεθών που υπεισέρχονται σε ένα φυσικό νόμο. Ωστόσο από τις σχετικές έρευνες διαπιστώνεται ότι συχνά οι γραφικές παραστάσεις που χρησιμοποιούνται στα μαθήματα Φυσικής στο λύκειο φαίνεται να προκαλούν μian από τις μεγαλύτερες δυσκολίες στους μαθητές, ενώ καταγράφεται ένα πλατιά διαδεδομένο μεταξύ των μαθητών έλλειμμα δεξιοτήτων κατασκευής και ερμηνείας γραφικών παραστάσεων, παρανοήσεις (misconceptions) σχετικά με την ερμηνεία των γραφικών και αδυναμία σύνδεσης του γραφικού με το φυσικό φαινόμενο που αναπαριστά.

Η σχετική έρευνα έχει δείξει ότι συχνά οι μαθητές δεν μπορούν να εφαρμόσουν τις έννοιες της θέσης, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης σε συνθήκες πραγματικής κίνησης (Trowbridge & McDermott, 1980 και 1981), συγχέουν φυσικά μεγέθη όπως θέση και ταχύτητα κινητού (McDermott, 1984) ή αδυνατούν να κατανοήσουν την έννοια της στιγμιαίας ταχύτητας (Alimisis, 2001). Αποδεικνύεται συχνά δύσκολο για τους μαθητές να κάνουν στέρεες συνδέσεις μεταξύ των πραγματικών φυσικών φαινομένων που διδάσκονται στο μάθημα της Φυσικής και των τυπικών μαθηματικών ή γραφικών αναπαραστάσεων (Αλιμήσης, 2000).



Για παράδειγμα στη γραφική παράσταση που δείχνει τη μεταβολή της θέσης δύο κινητών σε σχέση με το χρόνο, η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών φαίνεται να επικεντρώνει την προσοχή της στο πιο προφανές στοιχείο του γραφήματος, δηλαδή τη θέση του κινητού και να αγνοεί την κλίση της ευθείας. Έτσι οι μαθητές στο ερώτημα ποιο κινητό έχει μεγαλύτερη ταχύτητα τη στιγμή $t=2s$, αντί να ελέγξουν την κλίση των ευθειών βλέπουν ότι η θέση του Β είναι «πιο ψηλά» από το Α και συχνά απαντούν ότι το Β έχει μεγαλύτερη ταχύτητα από το Α (Αλιμήσης, 2000).

Στην εργασία αυτή προτείνεται η μοντελοποίηση στα πλαίσια μιας διδακτικής παρέμβασης με στόχο την αντιμετώπιση της σύγχυσης θέσης – ταχύτητας και της παρανόησης που προαναφέρθηκε με τελικό στόχο την κατανόηση του μέτρου της ταχύτητας και την ερμηνεία της γραφικής παράστασης θέσης - χρόνου.

Η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση χρησιμοποιεί το λογισμικό μοντελοποίησης *Modellus*. Η υποστήριξη της διαδικασίας μοντελοποίησης από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή με χρήση λογισμικού μοντελοποίησης (*Stella*, *Inspiration*, *Modellus*) καθιστά σήμερα απόλυτα εφικτή την εισαγωγή της μοντελοποίησης στην εκπαίδευση.

Το λογισμικό *Modellus* (<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>), επιλέχθηκε για τη διδακτική παρέμβαση που περιγράφεται στη συνέχεια, γιατί επιτρέπει μοντελοποιήσεις και πολλαπλές αναπαραστάσεις που βασίζονται σε ποσοτικό συλλογισμό μέσω εξισώσεων και γιατί διαθέτει μια λιτή αλλά λειτουργική επιφάνεια εργασίας και εργονομία κατάλληλη για μαθητές λυκείου. Στο παράθυρο «μοντέλο» ο μαθητής μπορεί να γράψει το *μαθηματικό μοντέλο* με μορφή εξισώσεων. Στη συνέχεια μπορεί σε άλλα βοηθητικά παράθυρα να δημιουργήσει με βάση το μαθηματικό μοντέλο και με δυνατότητα άμεσου χειρισμού των αντικειμένων προσομοιώσεις,

γραφήματα και πίνακες τιμών. Η οπτικοποίηση είναι καθοριστικό σημείο στην υποστήριξη της ανάπτυξης των συλλογισμών στα παιδιά και ευνοεί τη μετάβαση από τα συγκεκριμένα «οπτικοποιημένα» αντικείμενα στο συλλογισμό με αφηρημένες έννοιες (Teodoro, 1997).

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Αν και γενικά οι αναπαραστάσεις του γνωστικού αντικείμενου θεωρούνται σαν εφόδιο με σημαντική παιδαγωγική αξία για το μαθητευόμενο, ωστόσο έχει δείχτει από σχετικές έρευνες ότι οι αναπαραστάσεις που δημιουργούνται από τον ίδιο το μαθητή έχουν ακόμη μεγαλύτερη παιδαγωγική αξία γιατί όχι μόνο βοηθούν στην κατανόηση του προβλήματος αλλά συχνά συνιστούν και ένα σπουδαίο βήμα προς την επίλυση του (Jonassen 2000).

Η διδακτική προσέγγιση, που υιοθετήθηκε στην εργασία αυτή, προβλέπει ότι ο δάσκαλος θέτει το προς μελέτη πρόβλημα και ζητάει από τους μαθητές να κατασκευάσουν μόνοι τους ένα πρώτο μοντέλο, να το δοκιμάσουν μέσω μιας κατάλληλης προσομοίωσης, να κάνουν τις αναγκαίες αλλαγές, να το ξαναδοκιμάσουν κ.ο.κ. Η μέθοδος αυτή είναι σαφώς πιο δύσκολη αλλά θεωρείται και πιο αποδοτική από μαθησιακή άποψη, διότι είναι πιο πιθανό οι μαθητές να κατανοήσουν όσα ανακαλύπτουν μόνοι τους παρά όσα διδάσκονται από κάποιον άλλο.

Ο μαθητής καλείται να περιγράψει, εξηγήσει και προβλέψει την κίνηση με βάση μια μαθηματική περιγραφή που θα οδηγήσει σε ένα μαθηματικό μοντέλο που θα υλοποιηθεί και θα ελεγχθεί μέσω μιας κατάλληλης προσομοίωσης. Για να μπορέσει τώρα ο μαθητής να φτάσει σε μια επιτυχή αναπαράσταση της κίνησης θα πρέπει να φτάσει στην κατανόησή της, όχι κατ' ανάγκη με το πρώτο μοντέλο που θα φτιάξει αλλά μέσα από μια διαδικασία δοκιμής και αναθεώρησης διαδοχικών μοντέλων.

Προϋποτίθεται ότι οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες ανά δύο στους Η.Υ. σχολικού εργαστηρίου και είναι ήδη εξοικειωμένοι με τις βασικές λειτουργίες του λογισμικού Modellus. Αρχικά δίνεται στους μαθητές φύλλο εργασίας με το πρόβλημα. Πριν την έναρξη της εργασίας μοντελοποίησης είναι σκόπιμο να ζητηθεί από τους μαθητές να περιγράψουν γραπτώς ή προφορικώς την κίνηση με βάση το γράφημα χωρίς ο διδάσκων να σπεύσει να δώσει τη «σωστή» απάντηση.

Στη συνέχεια με δεδομένη τη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου της κίνησης ζητείται η μοντελοποίησή της και η δημιουργία κατάλληλης προσομοίωσης της κίνησης (π.χ. δυο αυτοκινήτων) στην οθόνη που θα αντιστοιχεί στη δεδομένη γραφική παράσταση. Οι μαθητές θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν την ήδη γνωστή εξίσωση θέσης-χρόνου $x=x_0+v*t$ και να δώσουν κατάλληλες τιμές στις αρχικές θέσεις και στις ταχύτητες. Παράλληλα θα πρέπει να παράγουν τη γραφική παράσταση των κινήσεων και να συγκρίνουν με αυτή του φύλλου εργασίας.

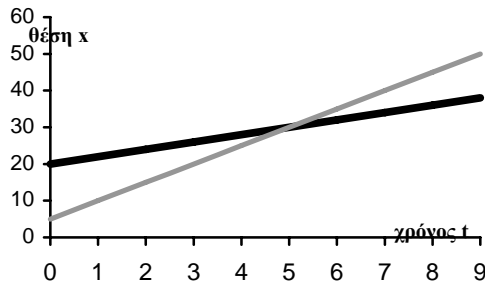
Αναμένεται ότι οι μαθητές δεν θα φτάσουν με την πρώτη απόπειρα (και ίσως όχι όλοι) σε σωστό μοντέλο παρά μόνο μετά από επαναλαμβανόμενες δοκιμές. Θεωρούμε ωστόσο ιδιαίτερα χρήσιμο να εργαστούν οι ίδιοι οι μαθητές στην κατασκευή του μοντέλου. Η εργασία της μοντελοποίησης από τους ίδιους τους μαθητές αναμένεται να τους προσφέρει την ευκαιρία να ξανασκεφτούν τις αρχικές τους ιδέες και αντιλήψεις και να φτάσουν μέσα από την προσωπική τους εμπειρία στην κατανόηση των κινήσεων που περιγράφονται στη γραφική παράσταση. Μέσα από τη δική τους

προσωπική, επαναλαμβανόμενη ίσως, εργασία οι μαθητές θα πρέπει να πείθονται για το «λαθεμένο» χαρακτήρα των αρχικών τους αντιλήψεων, να εξοικειώνονται με τον κόσμο των γραφικών παραστάσεων και να υιοθετούν τις επιστημονικές ιδέες.

Στο τέλος αυτής της εργασίας θα πρέπει να συζητηθούν τα συμπεράσματα των μαθητών. Αλλάζει η ερμηνεία των γραφικών παραστάσεων; Επιμένουν οι μαθητές στις αρχικές παρανοήσεις τους; Τους βοήθησε η οπτικοποίηση της κίνησης μέσω της προσομοίωσης να περάσουν από το συλλογισμό με αφηρημένες και συμβολικές έννοιες, όπως είναι οι γραφικές παραστάσεις, στο συλλογισμό με συγκεκριμένα αντικείμενα, όπως είναι τα αυτοκίνητα που κινούνται στην οθόνη του Η.Υ. ;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΗ

Η γραφική παράσταση δείχνει τη μεταβολή της θέσης σε σχέση με το χρόνο για δυο αυτοκίνητα Α και Β που κινούνται σε έναν ευθύ δρόμο.



1. Γράψε στο παράθυρο “μοντέλο” του προγράμματος Modellus ένα μοντέλο για τις παραπάνω κινήσεις
2. Δημιούργησε μια παρουσίαση των κινήσεων με βάση το μοντέλο που έφτιαξες
3. Δημιούργησε μια γραφική παράσταση των κινήσεων με βάση το μοντέλο που έφτιαξες
4. Είναι η γραφική παράσταση ίδια με την γραφική παράσταση των κινήσεων του προβλήματος 1;
5. Αν όχι, ξαναδούλεψε το μοντέλο και ξαναδοκίμασέ το μέχρι να πετύχεις ώστε η γραφική παράσταση στην οθόνη να δίνει την γραφική παράσταση των κινήσεων του προβλήματος 1
6. Γράψε το μοντέλο των δυο κινήσεων, στο οποίο κατέληξες
αυτοκίνητο Α:
αυτοκίνητο Β:
7. Δες πάλι την παρουσίαση των κινήσεων που δημιούργησες. Περιέγραψε την κίνηση των δυο αυτοκινήτων και σύγκρινε τις ταχύτητές τους
.....
.....
.....

Όταν τελειώσεις αποθήκευσε την εργασία σου με όνομα αρχείου το επώνυμό σου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alimisis D., Teaching the Instantaneous Velocity as the Limit of $\Delta x/\Delta t$: A Computer Based Approach, *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society*, ESERA, Aristotle University of Thessaloniki, 2001, p. 264-6.
2. Jonassen, D. (2000). *Computers as Mindtools for Schools*, Prentice Hall.
3. McDermott, L.C. (1984). Research on conceptual understanding in Mechanics, *Physics Today*, July, 24-32.
4. Teodoro, V.D. (1997). Modellus: Using a Computational Tool to Change the Teaching and Learning of Mathematics and Science, Paper presented at the UNESCO Colloquium "New Technologies and the Role of the Teacher", Open Univ., Milton Keynes, UK, 26-29 April.
5. Trowbridge D.E. & McDermott L.C. 1980, Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension, *American Journal of Physics* 48(12), 1020-28.
6. Trowbridge D.E. & McDermott L.C. 1981, Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension, *American Journal of Physics* 49, 242.
7. Αλιμήσης Δ. Η γραφική αναπαράσταση της κίνησης και οι δυσκολίες κατανόησής της από τους μαθητές, *Επιθεώρηση Φυσικής*, τ. 31, Φθινόπωρο 2000, σελ.43-48.
8. Αλιμήσης Δ., Αξιολόγηση των γνωστικών δυσκολιών του μαθήματος της Φυσικής από τους ίδιους τους μαθητές, *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, τ. 32/2001, σελ. 101-118.