

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Θ. ΚΩΤΣΗΣ

**Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗΣ
ΣΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

Ιωάννινα 2000

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης*

Η σημασία της εικονογράφησης στα διδακτικά βιβλία της φυσικής

Περίληψη

Στο εισαγωγικό μέρος της μελέτης αυτής επισημαίνεται ο σημαντικός ρόλος της όρασης και της εικόνας στην διαδικασία της μάθησης. Ακολούθως εξηγείται γιατί η εικόνα έχει σημαντική και ισότιμη θέση με το κείμενο που συνοδεύει στην ανάπτυξη ενός νοητικού μοντέλου και το πώς αυτή συνεισφέρει στην περιγραφή μιας έννοιας. Επίσης αναφέρεται η ανάγκη παρουσίασης των εννοιών της Φυσικής με ανάλογες εικόνες για την κατασκευή των νοητικών μοντέλων που τις περιγράφουν. Τέλος περιγράφεται η σημερινή κατάσταση της εικονογράφησης των διδακτικών βιβλίων της Φυσικής, όπου συμπεράσματα της σημειολογίας και της γνωστικής ψυχολογίας μάλλον αγνοούνται, δημιουργώντας πιθανές παρανοήσεις στην κατανόηση και αφομοίωση εννοιών της Φυσικής που στηρίζονται κατά πολύ στη κατασκευή των ανάλογων νοητικών μοντέλων.

The importance of illustration in the text books of Physics

Abstract

In the introduction of this study, the significant role of the vision and image in the learning procedure is pointed out. Next it is explained why image has an important and equal place with the text that accompanies to the development of an intellectual model and how it contributes to the description of a meaning. The need to present physics' concepts with proportion images for the construction of the intellectual models that describe them is next outlined. Finally is described the present situation of illustrations in physics textbooks, where conclusions of Semiology and Cognitive Psychology are probably ignored, causing misunderstanding to the comprehension and assimilation of Physics' concepts which are mostly based on the construction of intellectual models.

* Επίκουρος Καθηγητής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Εισαγωγή

Πολλές σύγχρονες έρευνες έχουν τονίσει ότι η εικονογράφηση των βιβλίων παίζει ένα τεράστιο ρόλο στη επικοινωνία του αναγνώστη με το βιβλίο. Οι εικόνες καθιστούν τα πεζά κείμενα που συνοδεύουν πιο ενδιαφέροντα και ευχάριστα για τον αναγνώστη, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντος και της περιέργειάς του για το περιεχόμενο και έτσι προσελκύουν την προσοχή του. Ειδικά στην περίπτωση του παιδικού βιβλίου η εικονογράφηση¹ α) αναπτύσσει την προφορική, την αφαιρετική ικανότητα, την αίσθηση του χώρου και την οπτική αντίληψη του παιδιού, β) είναι ένα προϊόν που δημιουργείται ειδικά για το παιδί γ) ενισχύει το κείμενο και το καθιστά περισσότερο κατανοητό και δ) επεκτείνει τις πληροφορίες που περιέχει το κείμενο.

Επειδή η διδασκαλία δεν είναι τίποτα άλλο παρά η μεταφορά μηνυμάτων για να μεταδωθούν στους μαθητές έννοιες, ιδέες, σχέσεις, καταστάσεις κ.λ.π., έχουν χρησιμοποιηθεί τρόποι μετάδοσής των μηνυμάτων με κώδικες διαφορετικούς από αυτόν της προφορικής διδασκαλίας, όπως αυτός των εποπτικών μέσων. Ένα εποπτικό μέσο είναι αυτό της ακίνητης εικόνας που μία μορφή της είναι η εικονογράφηση των βιβλίων.

Ο άνθρωπος έχει αποδειχθεί ότι μαθαίνει με την συμβολή και των αισθήσεων του, όπου κυρίαρχη θέση έχει η μάθηση μέσου της όρασης². Έρευνες έχουν αποδείξει ότι ο άνθρωπος διατηρεί μόνο το 10% των όσων διαβάζει, το 20% των όσων ακούει και το 30% των όσων βλέπει³. Ωστόσο το ποσοστό αυτό γίνεται 50% των όσων ακούει και συγχρόνως βλέπει και 70% των όσων ακούει, βλέπει και συγχρόνως προβληματίζεται πάνω τους με την συζήτηση.

Πίνακας 1. Συμβολή των διαφόρων αισθήσεων στη μάθηση

| Αίσθηση | Ποσοστό μάθησης |
|----------------|------------------------|
| Γεύση | 1% |
| Αφή | 1.5% |
| Όσφρηση | 3.5% |
| Ακοή | 11% |
| Όραση | 83% |

1. Blair Lent, There's much more to the picture than meets the eye, στο συλλογικό τόμο Signposts to Criticism of children's Literature, ed. By Robert Bator, Chicago, American Library Assosiation, 1983, σ. 157-158.

2. Πατάπης Σταμάτης, Μεθοδολογία Διδασκαλίας Φυσικής, Παν/μιο Αθηνών, 1995, σ. 214.

3. Κόκκοτας Παναγιώτης, Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Εκδόσεις Γρηγόρη, 1989, σ. 189

Είναι προφανές λοιπόν ότι αποτελεσματική διδασκαλία είναι αυτή που χρησιμοποιεί σε μεγάλο βαθμό και την αίσθηση της όρασης, γιατί άλλωστε η σύγχρονη διδασκαλία περιέχει διάφορα οπτικά υλικά, όπως χάρτες, διαφάνειες, μικροδιαφάνειες-slides, ταινίες κ.λ.π. Το ίδιο συμπέρασμα ισχύει και για τη παραγωγή των διδακτικών βιβλίων, όπου είναι αδιανόητη η ύπαρξη βιβλίου χωρίς την ανάλογη εικονογράφηση. Στη περίπτωση διδακτικών βιβλίων της Φυσικής, επιστήμης που στηρίζεται κατά κύριο και σημαντικό λόγο στη παρατήρηση, η ύπαρξη εικονογράφησης ενός βιβλίου είναι απόλυτα ταυτόσημη με την ύπαρξη του βιβλίου.

Ο ρόλος της εικόνας στην ανάπτυξη ενός νοητικού μοντέλου

Οι επιστήμες της σημειολογίας και της γνωστικής ψυχολογίας χρησιμοποιούν όρους και θεωρίες για να αναλύσουν τις λειτουργίες καταγραφής των διαφόρων πληροφοριών στη μνήμη του ανθρώπου. Ο εξωτερικός κόσμος είναι δυνατόν να παρασταθεί στο νου του ανθρώπου με δύο μορφές⁴: μια λεκτική, η οποία βασίζεται σε λέξεις ή άλλους γραφικούς κώδικες και μια εικονική, η οποία βασίζεται σε εικόνες, σχεδιαγράμματα κ.λ.π..

Η λεκτική αναπαράσταση αποτελείται από διακριτά σύμβολα τα οποία μπορούν να διαχωριστούν. Κατά συνέπεια είναι δυνατόν να προσδιορισθεί η μικρότερη δυνατή μονάδα που είναι το γράμμα. Αντίθετα στην εικονική αναπαράσταση δεν είναι προφανής ο προσδιορισμός της βασικής μονάδας από την οποία αποτελείται.

Στην λεκτική αναπαράσταση τα σύμβολα είναι οργανωμένα σύμφωνα με ένα σύνολο κανόνων (γραμματικών, συντακτικών). Αντίθετα, η εικονική αναπαράσταση δεν φαίνεται να ακολουθεί παρόμοιους περιορισμούς δεδομένου ότι δεν υπάρχουν ιδιαίτερες κατηγορίες συμβόλων.

Τέλος, η λεκτική αναπαράσταση είναι «αφηρημένη» αφού δεν έχει άμεση σχέση με ένα δεδομένο αισθητηριακό χαρακτηριστικό, έστω και εάν η πληροφορία την οποία μεταφέρει προέρχεται από κάποια συγκεκριμένη μορφή αντίληψης (γεύση, αφή κ.λ.π.) και δεν έχει στοιχεία αναλογίας με το αναπαριστώμενο αντικείμενο για τον απλό λόγο ότι η σχέση μεταξύ των λεκτικών συμβόλων και της έννοιας την οποία περιγράφουν έχει επιλεγεί με τρόπο αυθαίρετο. Οι εικονικές αναπαραστάσεις είναι πιο συγκεκριμένες, αφού έχουν μόνο οπτικό χαρακτήρα, είναι δηλαδή ισχυρά συνδεδεμένες με ένα συγκεκριμένο αισθητηριακό χαρακτηριστικό, ανεξάρτητα από την πηγή αντίληψης με

4. Eysenck, M.W. & Keane, M.T. *Cognitive Psychology: A Student's Handbook*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Inc, 1990

το αναπαριστώμενο αντικείμενο από την οποία προέρχεται η πληροφορία και έχουν στοιχεία αναλογίας με το σημαινόμενο.

Μπορούμε να διακρίνουμε δύο τύπους νοητικών αναπαραστάσεων, την αναλογική και την προτασιακή, οι οποίες βρίσκονται σε μια μορφή αντιστοιχίας με τις εξωτερικές παραστάσεις. Η αναλογική αναπαράσταση αφορά εικόνες που μπορεί να είναι οπτικής, ακουστικής, γευστικής κ.λ.π. φύσης και αντιστοιχεί με την εικονική εξωτερική αναπαράσταση. Μια νοητική εικόνα - όπως η εικονική αναπαράσταση - είναι ασυνεχής (δεν μπορεί να προσδιορισθεί η μικρότερη δομική της μονάδα), χρησιμοποιεί χαλαρούς κανόνες συνδυασμού, δεν περιέχει όλα τα στοιχεία του ερεθίσματος αλλά συγκροτείται από επιμέρους δομημένα στοιχεία και είναι συγκεκριμένη με την έννοια ότι συνδέεται με ένα ιδιαίτερο αισθητηριακό χαρακτηριστικό. Η κατασκευή μιας νοητικής εικόνας επηρεάζεται από τις γνώσεις του ατόμου.

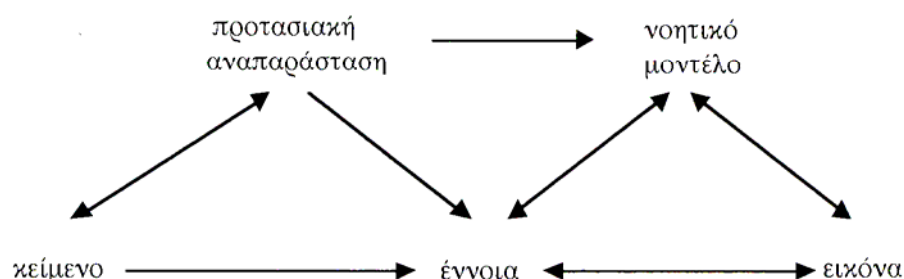
Η προτασιακή αναπαράσταση μπορεί να θεωρηθεί ως μια περιγραφή της παρουσιαζόμενης έννοιας σε μια υποθετική νοητική γλώσσα. Οι προτάσεις που συνιστούν μια προτασιακή αναπαράσταση αποτελούνται από σύνθετα νοητικά σύμβολα, όμοια -σε ένα βαθμό τουλάχιστον- με τις προτάσεις και τις φράσεις της φυσικής γλώσσας. Η προτασιακή, δηλαδή, αναπαράσταση προσεγγίζει τη λεκτική εξωτερική αναπαράσταση καθώς είναι αφηρημένης μορφής (δεν εξαρτάται από κάποιο συγκεκριμένο αισθητηριακό χαρακτηριστικό), είναι συνεχής (υπάρχει προσδιορισμένη ελάχιστη δομική μονάδα) και εξαρτάται από ισχυρούς κανόνες συνδυασμού.

Η προτασιακή αναπαράσταση και η νοητική εικόνα λειτουργούν συμπληρωματικά η μία ως προς την άλλη καθώς βασίζονται σε διαφορετικές αρχές αναπαράστασης. Η προτασιακή αναπαράσταση προσφέρει το εννοιολογικό πλαίσιο μέσα στο οποίο με τη βοήθεια της νοητικής εικόνας γίνεται η καταγραφή των λεπτομερειών και των φυσικών χαρακτηριστικών των πληροφοριών που προσλαμβάνονται.

Η επιστήμη της Φυσικής είναι εξορισμού, η επιστήμη που ερευνά τα φυσικά φαινόμενα. Από την εποχή του Νεύτωνα σημαντικό εργαλείο στην έρευνα της Φυσικής ήταν και εξακολουθεί να είναι η παρατήρηση των φυσικών φαινομένων, δηλαδή μια διαδικασία που έχει δεδομένο την διαδικασία της όρασης και ότι προκύπτει από αυτή. Η αποτύπωση της παρατήρησης είναι πολλές φορές συνδεδεμένη με την εικόνα του υπό εξέταση φαινομένου. Είναι επόμενο λοιπόν η απόδοση των εννοιών στη Φυσική να είναι άμεσα συνδεδεμένη με την εικονική αναπαράσταση των ίδιων των εννοιών ή με στοιχεία που συνδέονται με αυτές. Δεν είναι τυχαίο ότι από την εποχή του Νεύτωνα οι επιστήμονες που δημιούργησαν την κλασική φυσική, που ισχύει και διδάσκεται μέχρι σήμερα, χρησιμοποίησαν εικόνες (σχέδια) για καταγράψουν την ανα-

κάλυψή τους και για να επικοινωνήσουν με την τότε επιστημονική κοινότητα. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και σήμερα για την μετάδοση των γνώσεων της φυσικής είτε απευθύνεται σε μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, είτε απευθύνεται σε φοιτητές Πανεπιστημίου. Δεν υπάρχει σχολικό εγχειρίδιο αλλά ούτε και πανεπιστημιακό σύγγραμμα Φυσικής, που να μην περιλαμβάνει εικόνες, σκίτσα, ή διαγράμματα, δηλαδή εικονικές αναπαραστάσεις που σίγουρα δεν ενέχουν τον ρόλο της διακόσμησης.

Έννοιες της Φυσικής που είναι συνδεδεμένες με τον μικρόκοσμο π.χ. δομή της ύλης, δομή του ατόμου, κ.λ.π. είναι απολύτως αναγκαίο η κατασκευή ενός νοητικού μοντέλου, όπου κατέχει σημαντική θέση η εικονική αναπαράσταση. Το νοητικό μοντέλο, μια μορφή αναπαράστασης⁵ μπορεί να είναι μια εξ ολοκλήρου αναλογική αναπαράσταση ή ένα συνδυασμός αναλογικής και προτασιακής αναπαράστασης. Το νοητικό μοντέλο δεν αποτελεί μια εικονική αναπαράσταση της έννοιας, καθώς, νοητικά μοντέλα δημιουργούνται και για έννοιες που δεν μπορούν να τύχουν επεξεργασίας από την οπτική αντίληψη, όπως ο ρυθμός μεταβολής ενός μεγέθους, ή η ποσότητα ενός μεγέθους, π.χ. ρυθμός μεταβολής της ενέργειας ή ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. Αντίθετα με τις προτασιακές αναπαραστάσεις που είναι αφηρημένες και απροσδιόριστες καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή πολλών διαφορετικών περιπτώσεων μιας κατάστασης, τα νοητικά μοντέλα είναι συγκεκριμένα και προσδιορισμένα μια και είναι κυρίως αναλογικά και αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένες καταστάσεις.



Σχήμα 1. Διαγραμματική απεικόνιση της σχέσης μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής συμβολικής και αναλογικής αναπαράστασης⁶

5. Johnson-Laird, P.N. Mental Models. Towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Campridge University Press, 1983

6. Schnotz, Zink & Pfeiffer, Visualisation in Learning and Instruction: Effects of Graphic Representation Formats on the Structure and Appliction of Knowledge. Friedrich-Schiller-University of Jena, Research report 5, 1995

Προτασιακές αναπαραστάσεις και νοητικά μοντέλα αλληλεπιδρούν συνεπώς και συμπληρώνουν το ένα το άλλο. Οι προτασιακές αναπαραστάσεις χρησιμεύουν ως βάσεις για την κατασκευή νοητικών μοντέλων και τα αποτελέσματα από την επιθεώρηση του μοντέλου καταγράφονται και κωδικοποιούνται στην προτασιακή αναπαράσταση την οποία και μεταβάλλουν. Η εφαρμογή της παραπάνω θεωρίας στην περίπτωση που μια έννοια περιγράφεται από μια πρόταση ή ένα κείμενο και από μια εικόνα καταλήγει στο διάγραμμα του σχήματος 1.

Μια έννοια μπορεί, λοιπόν, να περιγραφεί τόσο από ένα κείμενο όσο και από μια εσωτερική προτασιακή αναπαράσταση. Έτσι, το τρίγωνο αριστερά αντιπροσωπεύει αναπαραστάσεις που γίνονται με την βοήθεια συμβόλων. Οι σχέσεις μεταξύ των αναπαραστάσεων σ' αυτή την περίπτωση δεν είναι σχέσεις αναλογίας και συμμετρίας γι' αυτό και παριστάνονται με βέλη που έχουν μονή φορά. Μια έννοια μπορεί, επίσης, να παρασταθεί μέσω μιας εξωτερικής εικόνας ή ενός εσωτερικού νοητικού μοντέλου. Το τρίγωνο δεξιά αντιπροσωπεύει τις αναπαραστάσεις που γίνονται με την βοήθεια αναλογικών μοντέλων ή εικονικών σημείων. Οι σχέσεις μεταξύ των αναπαραστάσεων στην περίπτωση αυτή είναι σχέσεις συμμετρίας και αναλογίας και γι' αυτό παριστάνονται από διπλά βέλη.

Σύμφωνα με την παραπάνω προσέγγιση, εικόνες και νοητικά μοντέλα βασίζονται στις αρχές της αναλογικής αναπαράστασης. Οι σχέσεις αναλογίας δεν είναι μόνο συμμετρικές αλλά και μεταθετικές. Εάν δηλαδή μια έννοια μοιράζεται κάποια κοινά χαρακτηριστικά με την εικόνα από την οποία παριστάνεται και τα ίδια χαρακτηριστικά χρησιμοποιούνται από το νοητικό μοντέλο για την εσωτερική της αναπαράσταση, τότε η ίδια σχέση αναλογίας υπάρχει και μεταξύ της εικόνας και του νοητικού μοντέλου.

Η δημιουργία, συνεπώς, μιας τέτοιας σχέσης αναλογίας μεταξύ της εικόνας και του νοητικού μοντέλου οδηγεί στην κατανόηση της εικόνας. Ένα νοητικό μοντέλο κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα ιδιαίτερα γραφικά, μορφολογικά στοιχεία της εικόνας να αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα στοιχεία του νοητικού μοντέλου και οι χωρικές σχέσεις (η θέση και η διαδοχή των διαφόρων στοιχείων που παρουσιάζονται από την εικόνα) να ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένες σημασιολογικές σχέσεις του νοητικού μοντέλου. Κατά συνέπεια, η κατανόηση μιας εικόνας είναι μια διαδικασία μεταφοράς και καταγραφής των εξωτερικών οπτικών - χωρικών σχέσεων που παρουσιάζονται στην εικόνα σε ένα σύστημα εσωτερικών σημασιολογικών σχέσεων. Αυτή η διαδικασία είναι αμφίδρομη. Είναι, δηλαδή, πιθανό να κατασκευαστεί ένα νοητικό μοντέλο στη βάση μια εικόνας και είναι επίσης πιθανόν να αξιολογηθεί ένα μοντέλο με βάση κάποια εικόνα.

Στην περίπτωση των ρεαλιστικών εικόνων που απεικονίζουν πραγματικά αντικείμενα τα στοιχεία αναλογίας εικόνας και αντικείμενου είναι εύκολα αναγνωρίσιμα αν και περιορίζονται από την δυνατότητα του δυδιάστατου να απεικονίσει πληροφορίες του τρισδιάστατου χώρου. Στην περίπτωση των γραφικών παραστάσεων, των πινάκων και των διαγραμμάτων η σχέση τους με τα μεγέθη που παριστούν είναι περισσότερο ασαφής και δεν αναγνωρίζεται εύκολα καθώς ένα ραβδόγραμμα, ή μια καμπυλόγραμμη γραφική παράσταση κ.λ.π. δεν αναφέρεται σε χωρικές σχέσεις αλλά προβάλλει ποσότητες και μεταβολές μεγεθών. Βέβαια, παρά τις διαφορές σημαίνοντος - σημαινόμενου, μια σχέση αναλογίας υπάρχει και σ' αυτή την περίπτωση.

Το ερώτημα που τίθεται είναι πώς γίνονται κατανοητά τα διάφορα εικονικά σύμβολα, δηλαδή πώς ο αναγνώστης αντιλαμβάνεται το νόημά τους. Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ένα σύμβολο γίνεται κατανοητό, εάν με βάση αυτό το σύμβολο το άτομο δημιουργεί μια νοητική παράσταση του σημαινόμενου. Οι νοητικές αναπαραστάσεις ή τα νοητικά μοντέλα αναφέρονται σε ορισμένα χαρακτηριστικά της κατάστασης την οποία περιγράφουν.

Η εικόνα και οι έννοιες της Φυσικής

Οι έννοιες της φυσικής είναι ουσιαστικά ανθρώπινα δημιουργήματα που έχουν σαν σκοπό να κατανοήσουμε τον κόσμο που μας περιβάλλει. Η έννοια π.χ. της δύναμης είναι ουσιαστικά μέρος ενός νοητικού μοντέλου για την ερμηνεία ουσιαστικά της μεταβολής της κινητικής κατάστασης ενός σώματος. Το εικονικό σύμβολό της είναι ένα βέλος (διάνυσμα) που συνδέεται με μία ρεαλιστική εικόνα. Τι συνδυασμός μπορεί να γίνει μεταξύ συμβόλου και ρεαλιστικής εικόνας ώστε να αποδοθεί η εικονική αναπαράσταση του νοητικού μοντέλου και τι επίδραση έχουν οι τυχόν διαφορετικές εικονικές αναπαραστάσεις στον μαθητή; Τέτοια ερωτήματα μπορούν να διατυπωθούν για όλο το εύρος της φυσικής επιστήμης, χωρίς όμως να μπορούν να δοθούν βιβλιογραφικά ανάλογες απαντήσεις.

Γενικά αναφέρεται ότι η αποτελεσματική εικονογράφηση⁷ λειτουργεί σε τρία επίπεδα:

- 1) Φυσικό (η μορφή), όπου η εικόνα ερμηνεύεται ως προς την αναγνώριση από τα χρώματα, τις σχέσεις των γραμμών, τις ακολουθίες των μορφών και τα ζωγραφικά μοτίβα.

7. Panofski Erwin, *Meaning in the Visual Arts*, Penguin, σ. 53-67, 1993

- 2) Τυπικό (το θέμα), όπου η εικόνα ερμηνεύεται ως προς την ταύτιση των παραπάνω με αναπαραστάσεις ή σημασίες αναπαραστατικές.
- 3) Συμβολικό, όπου κατανοείται η γενικότερη σημασία της εικόνας, δηλαδή το περιεχόμενο ή η εγγενής σημασία της.

Ενώ θα έπρεπε η εικονογράφηση ενός βιβλίου να στηρίζεται στα τρία προαναφερθέντα επίπεδα, στην περίπτωση εγχειριδίων της φυσικής δεν συμβαίνει. Δεν είναι τυχαίο, ότι μία πρόσφατη μελέτη (Ιανουάριος 2000) του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, στηριζόμενη στην υπάρχουσα σύγχρονη βιβλιογραφία για τον «Καθορισμό Προδιαγραφών για την Παραγωγή Εποπτικών και Βοηθητικών Μέσων», όσον αφορά την εικονογράφηση των βιβλίων, ειδικά για τα βιβλία της Φυσικής, δίνει οδηγίες που σχετίζονται για συνδυασμό χρωμάτων, πάχος γραμμών, γραμματοσειρές δηλαδή για το φυσικό επίπεδο μίας εικόνας, χωρίς να αναφέρονται προδιαγραφές για τα άλλα δύο επίπεδα μιας εικόνας, δηλαδή για το τυπικό και το συμβολικό, που είναι τα πιο σημαντικά στην διαδικασία της μάθησης εννοιών της Φυσικής. Η ίδια μελέτη ενώ αναφέρεται στο ρόλο της εικονογράφησης δεν μπορεί να δώσει προδιαγραφές για το ποιά μπορεί να είναι αυτή. Η έλλειψη έρευνας πάνω στο τμήμα αυτό της διδακτικής, είχε σαν αποτέλεσμα την ανάθεση της εικονογράφησης σε καλλιτέχνες χωρίς γνώση ούτε του αντικειμένου της Φυσικής, ούτε του μαθητή. Έτσι υπάρχουν εγχειρίδια στο δημοτικό, που αναφέρονται στη Φυσική, όπου δεν ισχύουν πολλά από τα γενικά συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί για την εικονογράφηση του παιδικού βιβλίου⁸. Αν και ο ρόλος της εικόνας είναι να προβληματίσει, να συμπληρώσει, να εμπλουτίσει το κείμενο και να αποτελέσει ερέθισμα για παραπέρα ερευνητικές προσπάθειες⁹ το αποτέλεσμα είναι ότι οι εικόνες: «Είναι απλουστευτικά 'παιδικές' και στυλιζαρισμένες, αδιάφορες καθώς και ελάχιστη σχέση έχουν με την πραγματικότητα»¹⁰. Είναι γεγονός ότι από το να γίνεται αρνητική κριτική των πραγμάτων είναι προτιμότερο να προτείνεται το πως αυτά μπορούν να βελτιωθούν ή και να αλλάχθούν. Αυτό όμως προϋποθέτει διεξοδική έρευνα στο συγκεκριμένο τμήμα της διδακτικής της Φυσικής. Ενώ για το σύνολο του νοητικού μοντέλου υφίσταται βιβλιογραφία¹¹, για την εικονική αναπαράσταση μάλλον υπάρχει πρό-

8. Κώτσης Κ. & Ασωνίτης Π. Η Εικονογράφηση στο Εγχειρίδιο «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο της Ε' Δημοτικού». Το σχολείο και το σπίτι, 425, 2000

9. Ερευνώ το φυσικό κόσμο Ε' Τάξης. (Βιβλίο για τον δάσκαλο), ΟΕΔΒ σ. 6

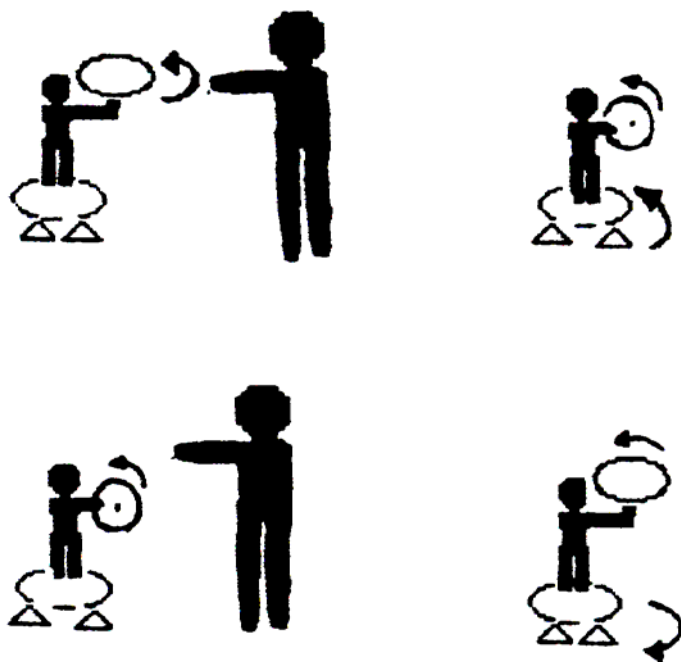
10. Ντεκάστρο Μαρίζα, Εικόνες και ανάγνωση, Το Βήμα της Κυριακής, 13 Ιουνίου 1999

11. Σταυρίδου Ελένη, Μοντέλα Φυσικών Επιστημών, Εκδόσεις Σαββάλας, 1995

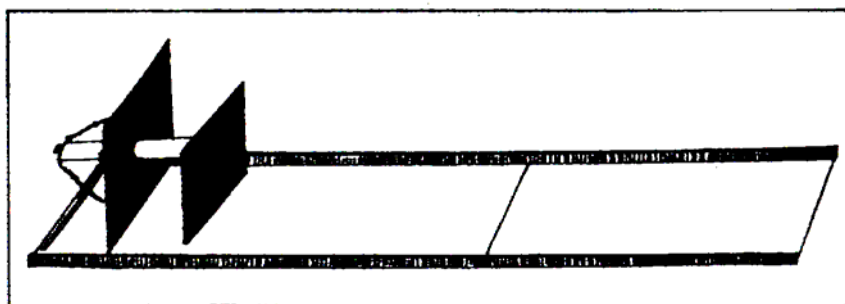
βλημα όσον αφορά την Φυσική επιστήμη. Είναι γεγονός ότι η στατική εικόνα δεν μπορεί να αποδώσει, στην διαδικασία της μετάδοσης της γνώσης το ίδιο με την κινούμενη εικόνα, δηλ. Βίντεο, DVD, CD-Rom κ.λ.π. Επειδή η επιστήμη της διδακτικής της φυσικής αναπτύχθηκε την τελευταία εικοσιπενταετία, όπου παράλληλα αναπτύχθηκαν τεχνολογικά τα αντίστοιχα μέσα της κινούμενης εικόνας, π.χ. συσκευές βίντεο, ηλεκτρονικές υπολογιστές, πολλοί επιστήμονες του κλάδου της διδακτικής της φυσικής, εστράφησαν στον κλάδο της εκπαιδευτικής τεχνολογίας για την μετάδοση εννοιών της φυσικής. Παρόλη την ώθηση της τεχνολογικής εκπαίδευσης στη δομή της σύγχρονης κοινωνίας, δεν έχει αλλάξει μέχρι τώρα το γεγονός, ότι το πρώτο εργαλείο για την μετάδοση της γνώσης θα είναι το βιβλίο. Ακόμα και η πιο σύγχρονη τεχνολογική εφαρμογή, είτε στη εκπαίδευση είτε οπουδήποτε αλλού έχει την ανάγκη της άμεσης υποστήριξης ενός εγχειριδίου οδηγιών, όπου συνυπάρχουν κείμενα με συνδυασμό εικόνων. Όσον αφορά την σημερινή πραγματικότητα στην σύγχρονη Ελληνική εκπαίδευση, μόνο ένα μικρό ποσοστό των σχολείων της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν σύγχρονα τεχνολογικό υλικό, και από αυτό το ποσοστό μόνο ένα πολύ μικρό μέρος του χρησιμοποιείται. Το γεγονός αυτό κάνει επιτακτική την ανάγκη την εύρεση των κατάλληλων εικόνων για αποδοθούν έννοιες που σχετίζονται με το γνωστικό αντικείμενο του μαθήματος της Φυσικής.

Είναι γνωστή η παλαιά κινέζικη παροιμία «μία εικόνα αξίζει όσο χίλιες λέξεις». Η παροιμία αυτή, πολλές φορές, χάνει την ισχύ της με την έννοια ότι για να εξηγηθεί μία εικόνα βιβλίου της φυσικής θα πρέπει να συνοδεύεται από χίλιες λέξεις λεζάντας ή για την κατανόησή της θα πρέπει να απευθυνθεί κανείς στο ίδιο το κείμενο. Αυτό δεν συμβαίνει όμως μόνο στα εγχειρίδια του δημοτικού αλλά και σε πανεπιστημιακά συγγράμματα που απευθύνονται σε φοιτητές. Χαρακτηριστικές εικόνες τέτοιων εικονογραφήσεων βιβλίων φυσικής παρουσιάζονται στα σχήματα 2 και 3. Το σχήμα 2 παρουσιάζει την εικονογράφηση για την έννοια της στροφορμής από διδακτικό σύγγραμμα¹² διδασκαλίας Φυσικής που απευθύνεται σε φοιτητές ΠΤΝ και ΠΤΔΕ. Η ίδια η εικόνα χρειάζεται επεξήγηση για το τι παρουσιάζει, η οποία όμως δεν δίνεται στην λεζάντα της εικόνας, αλλά μέσα στο κείμενο και μάλιστα σε σελίδες προηγούμενες της σελίδας της εικόνας.

12. Χατζηγεωργίου Γιάννης, Η Φυσική μέσα από τα μάτια του μικρού παιδιού. Εκδόσεις Γρηγόρη 1998. Αθήνα, σ. 230

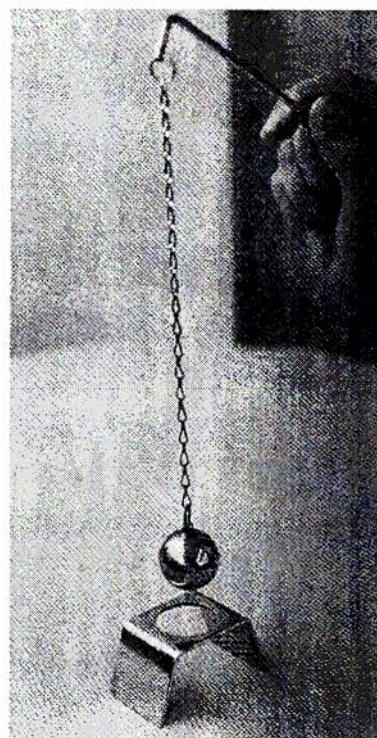


Σχήμα 2. Εικονογράφηση για την έννοια της στροφορμής από διδακτικό σύγγραμμα διδασκαλίας Φυσικής σε φοιτητές ΠΤΝ και ΠΤΔΕ.



Σχήμα 3. Εικονογράφηση για την απεικόνιση πειραματικής συσκευής εκτίναξης αντικειμένων από διδακτικό σύγγραμμα διδασκαλίας Φυσικής σε φοιτητές ΠΤΝ και ΠΤΔΕ.

Κάτι ανάλογο φαίνεται και στο σχήμα 3, σε άλλο σύγγραμμα¹³, που απευθύνεται σε φοιτητές των ιδίων τμημάτων, όπου η εικόνα παρουσιάζει μια συσκευή εκτίναξης αντικειμένων για να χρησιμοποιηθεί σε πείραμα. Είναι αδύνατο αν δεν διαβάσει ο αναγνώστης το κείμενο να αντιληφθεί περί τίνος πρόκειται και πως λειτουργεί η συσκευή. Ειδικά στην περίπτωση απεικόνισης πραγματικών αντικειμένων, όπως μιας πειραματικής συσκευής δεν θα πρέπει ο αναγνώστης να προσπαθεί να φανταστεί την συσκευή, γιατί με την βοήθεια αυτής πρέπει να φανταστεί το πείραμα που θα κάνει και τις έννοιες της Φυσικής που συνδέονται με αυτό. Στο ίδιο βιβλίο¹⁴ μια άλλη συσκευή παρουσιάζεται με φωτογραφία, σχήμα 4, όπου στη περίπτωση αυτή πραγματικά δεν χρειάζεται καμία επεξήγηση και ο αναγνώστης έχει την εικόνα της συσκευής και αρχίζει να σκέφτεται τι μπορεί να κάνει με αυτή, όπου εδώ οδηγείται με το κείμενο που συνοδεύει την εικόνα.

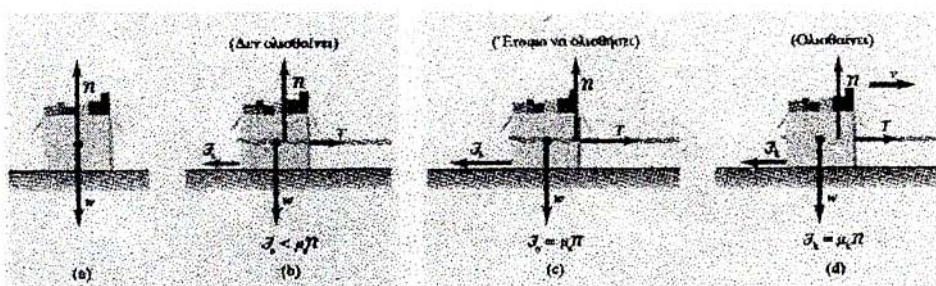


Σχήμα 4. Εικόνα για την απεικόνιση πειραματικής συσκευής από διδακτικό σύγγραμμα διδασκαλίας Φυσικής σε φοιτητές ΠΤΝ και ΠΤΔΕ

13. Ραβάνης Κώστας. Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση. Εκδόσεις Τυπωθήτω, 1999. Αθήνα. σ. 324

14. Βλέπε ο.π. σ. 308

Υπάρχουν περιπτώσεις, όπου η μεθοδολογία της διδασκαλίας εννοιών της φυσικής, ενώ στηρίζεται ακριβώς στο ίδιο νοητικό μοντέλο, γεγονός που εύκολα το διακρίνει κανείς από το κείμενο, υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην εικονική αναπαράστασή του, όπως φαίνεται στα σχήματα 5 και 6. Στο σχήμα 5 είναι η εικονική αναπαράσταση (έγχρωμη) της τριβής από πανεπιστημιακό σύγγραμμα¹⁵ που απευθύνεται σε φοιτητές Θετικών Σχολών, ενώ το σχήμα 6 είναι η αντίστοιχη εικονική αναπαράσταση (ασπρόμαυρη) από άλλο πανεπιστημιακό σύγγραμμα¹⁶. Οι εικόνες αυτές παρουσιάστηκαν σε φοιτητές του ΠΤΔΕ με την μορφή διαφάνειας και τους ζητήθηκε η άποψη τους αν αντιλαμβάνονται τότε εμφανίζεται η τριβή και που οφείλεται¹⁷. Η εικονική αναπαράσταση του σχήματος 5 επειδή είναι έγχρωμη βοήθησε τους φοιτητές να ξεχωρίσουν εύκολα τις δυνάμεις που εξασκούνται στο σώμα, ενώ το βέλος και ένθετο σχήμα στην εικονική αναπαράσταση του σχήματος 6 βοήθησε τους φοιτητές να αντιληφθούν αμέσως το τι συμβαίνει μεταξύ των επιφανειών και υφίσταται η τριβή.



Σχήμα 5. Εικονική αναπαράσταση της έννοιας της τριβής από πανεπιστημιακό σύγγραμμα που απευθύνεται σε φοιτητές Θετικών Σχολών

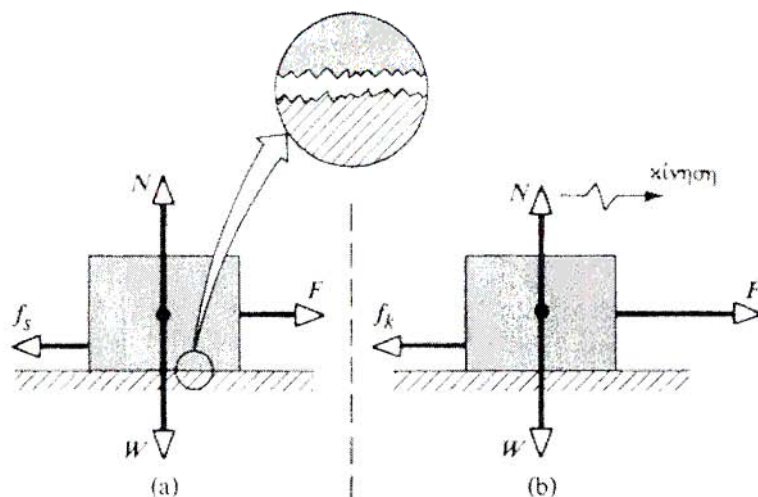
Είναι φανερό ότι συνδυασμός των θετικών στοιχείων της κάθε εικονικής αναπαράστασης μπορεί να έχει καλύτερα αποτελέσματα για την κατασκευή της εικονικής αναπαράστασης του νοητικού μοντέλου της τριβής. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Αγγλική έκδοση του αντιστοίχου συγράμματος της αναφοράς [16] είναι έγχρωμη ενώ η Ελληνική ασπρόμαυρη. Τα κριτήρια της δια-

15. Young Hugh. Φυσική Τόμος Ι. Μηχανική. Θερμοδυναμική. Μετάφραση- Επιμέλεια ομάδας Πανεπιστημιακών. Εκδόσεις Παπαζήση 1994, σ. 121

16. Serway R., Physics for Scientists & Engineers. Τόμος Ι. Μηχανική. Μετάφραση Λ. Ρεσβάνη. Αθήνα, 1990, σ.107

17. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής δεν έχουν ανακοινωθεί ακόμη.

φοροποίησης αυτής δυστυχώς δεν είναι ούτε παιδαγωγικής κατεύθυνσης, ούτε ψυχολογικής, αλλά μόνο οικονομικού κόστους της έκδοσης. Το κριτήριο αυτό ο σύγχρονος ερευνητής της εκπαίδευσης σίγουρα θα πρέπει να αγνοήσει, την στιγμή που τεράστια κεφάλαια δαπανούνται για την έρευνα, αλλά και προς την ίδια κατεύθυνση βρίσκεται και η διάθεση των χρηματοδοτικών φορέων.



Σχήμα 6. Εικονική αναπαράσταση της έννοιας της τριβής από πανεπιστημιακό σύγγραμμα που απευθύνεται σε φοιτητές Θετικών Σχολών.

Η συνδυασμένη, λοιπόν, χρήση εικόνων και κειμένων βοηθάει το άτομο να κατασκευάζει με τρόπο ευθύ και άμεσο τις προτασιακές αναπαραστάσεις και τα νοητικά μοντέλα, στα οποία καταγράφονται οι προσλαμβανόμενες πληροφορίες. Η κατανόηση των πληροφοριών που παρουσιάζονται σε εικόνες και κείμενα δεν είναι μια μηχανική διαδικασία η οποία εξαρτάται μόνο από τον τρόπο παρουσίασης και οργάνωσής τους. Είναι μια γνωστική διαδικασία η οποία επηρεάζεται από την ικανότητα, τις γνώσεις, τους στόχους του αναγνώστη, και το είδος των γνώσεων που καλείται να αποκτήσει. Αυτή η εξάρτηση της κατανόησης από τον αναγνώστη και το αντικείμενο που πρέπει να μάθει συνεπάγεται ότι ο κάθε αναγνώστης θα δώσει προσοχή σε διαφορετικά στοιχεία του κειμένου και της εικόνας και αυτά θα έχουν μεγαλύτερο βάρος στην κατασκευή του νοητικού του μοντέλου καθώς επίσης ότι και τα διαφορετικά στοιχεία του νοητικού μοντέλου θα λάβουν διαφορετική επεξεργασία.

Επίλογος

Η επιστήμη της φυσικής στηρίζεται κατά το πρώτο στην παρατήρηση και εν συνεχεία στο πείραμα, για την κατασκευή των εννοιών της και των μοντέλων της, για τη μελέτη και την κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Αφού σύμφωνα με τη θεωρία των νοητικών μοντέλων τα κείμενα και οι εικόνες δρουν συμπληρωματικά, όχι επειδή το ένα συμπληρώνει τα σημασιολογικά κενά του άλλου, αλλά επειδή χρησιμοποιούν για την παρουσίαση μιας έννοιας ποιοτικά διαφορετικούς τρόπους, οι οποίοι συμβάλλουν με διαφορετικό τρόπο στην δημιουργία του νοητικού μοντέλου, θα πρέπει να δοθεί η ανάλογη προσοχή και στα δύο αυτά συστατικά, όταν παρουσιάζονται έννοιες της φυσικής. Θα πρέπει και το κείμενο και η εικόνα να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη, διότι υπάρχει ο κίνδυνος παραποίησης της έννοιας στη διαδικασία της μάθησης αν το ένα συστατικό υστερεί σε συνεισφορά έναντι του άλλου. Για να προσδιορισθεί όμως ποια εικόνα θα σχετισθεί με ένα νοητικό μοντέλο μιας έννοιας της Φυσικής πρέπει να υπάρξει επιστημονική έρευνα προς την κατεύθυνση αυτή και να πάψει η υπόθεση αυτή⁴ ορίζεται από καλλιτέχνες και από το οικονομικό κόστος της κάθε έκδοσης. Χρειάζεται η έρευνα αυτή να γίνει τόσο προς την κατεύθυνση των μαθητών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης όσο και προς την κατεύθυνση φοιτητών που σχετίζονται με τον ένα ή άλλο τρόπο με την επιστήμη της Φυσικής.