

Οπτικές αναπαραστάσεις στα σχολικά βιβλία Χημείας και Βιολογίας Γυμνασίου

Βασίλης Αμαριωτάκης¹, Βάσω Σπηλιωτοπούλου², Γιώργος Ιωαννίδης¹

¹ Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Πατρών

² Γενικό Τμήμα Παιδαγωγικών Μαθημάτων, ΑΣΠΑΙΤΕ-Πάτρα

Περίληψη. Το πεδίο του ενδιαφέροντος μας σ' αυτή την εργασία είναι οι αναπαραστασιακές πρακτικές των σχολικών βιβλίων. Επιλέξαμε τέσσερα βιβλία, δύο χημείας και δύο βιολογίας του ελληνικού γυμνασίου. Μελετήθηκαν οι οπτικές αναπαραστάσεις ως προς τα διάφορα χαρακτηριστικά τους: το είδος τους, το επίπεδο αναπαράστασης του περιεχομένου τους, στοιχεία για τη λεζάντα που τις συνοδεύει και το σκοπό χρήσης τους. Βρέθηκε ότι γίνεται μεγαλύτερη χρήση φωτογραφιών από ότι σκίτσων και διαγραμμάτων, ότι οι περισσότερες αναπαραστάσεις αναφέρονται σε μακροσκοπικές οντότητες και φαινόμενα και ότι οι λεζάντες συνήθως δεν διευκολύνουν την ανάγνωσή τους, αφού άλλοτε δεν υπάρχουν και άλλοτε έχουν απλά περιγραφικό χαρακτήρα. Διαπιστώθηκε, επίσης, η μεγάλη πυκνότητα των οπτικών αναπαραστάσεων, που έχουν μάλλον παραδειγματικό, παρά επεξηγηματικό ρόλο.

Εισαγωγή

Η σημασία των τρόπων αναπαράστασης της γνώσης για την κατασκευή νοητικών εικόνων και εννοιολογικών σχημάτων φαίνεται να αποκτά όλο και μεγαλύτερη σημασία στη σημερινή κοινωνική και εκπαιδευτική πραγματικότητα. Ζούμε σε έναν οπτικό κόσμο, όπου η τηλεόραση, ο κινηματογράφος, οι φωτογραφίες επίμονα, σταθερά μας κατακλύζουν με εικόνες της πραγματικότητας (Pozzer-Ardenghi & Roth, 2004) όπου κι αν βρεθούμε. Ο ρόλος των τρόπων αναπαράστασης των επιστημών και ιδιαίτερα στον χώρο της εκπαίδευσης, αν και έχει τραβήξει το ερευνητικό ενδιαφέρον πολύ πρόσφατα, δεν έχει μελετηθεί εκτεταμένα. Εξακολουθούν να είναι λίγες οι ερευνητικές εργασίες που έχουν ως αντικείμενο μελέτης τον παιδαγωγικό ρόλο των τρόπων αναπαράστασης, την κοινωνιολογία ή την ψυχολογία της γνώσης και της μάθησης μέσα από αυτούς (Roth, Bowen & McGinn, 1999). Ο ρόλος αυτός αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον, όταν αναφερόμαστε στα σχολικά βιβλία αφού, αυτά εξακολουθούν να έχουν το κύριο βάρος στη μαθησιακή και διδακτική διαδικασία τόσο σε διάφορες χώρες (Tobin, 1990), όσο και στην Ελλάδα ιδιαίτερα Στην παρούσα έρευνα με τον όρο οπτική αναπαράσταση (ο.α.) ή οπτική περιγραφή εννοούμε κάθε λεκτικό ή μη λεκτικό τρόπο αναπαράστασης ενός φαινομένου ή μιας κατάστασης ή μιας έννοιας ο οποίος διαφοροποιείται από το κείμενο. Παραδείγματα ο.α. είναι οι φωτογραφίες, τα σκίτσα, οι γραφικές παραστάσεις, τα συστημικά δίκτυα, ή οι τυποποιημένες αναπαραστάσεις (χημικές εξισώσεις ή σύμβολα) κ.α.

Σκεπτικό

Η διδασκαλία και η μάθηση των φυσικών επιστημών ιδιαίτερα στη Β/θμια Εκπαίδευση, κυριαρχείται από προσανατολισμένες στα σχολικά βιβλία προσεγγίσεις. Τίθεται, έτσι το ζήτημα του κατά πόσο τα βιβλία των φυσικών επιστημών εισάγουν τους μαθητές σε

πρακτικές αλφαριθμητισμού στις φυσικές επιστήμες. Τι χαρακτηριστικά έχουν τα κείμενα των σχολικών βιβλίων, τι είδους αναπαραστάσεις επιλέγουν οι συγγραφικές ομάδες πώς οι εκπαιδευτικοί τις χρησιμοποιούν και πώς λειτουργούν αναφορικά με τη μάθηση των μαθητών; Τα ερευνητικά δεδομένα που απαντούν σε τέτοιου είδους ερωτήματα είναι περιορισμένα, αν και οι τεκμηριωμένες πληροφορίες για την ύλη και τα μέσα του αναλυτικού προγράμματος είναι σημαντικές για όλους τους εμπλεκόμενους με τη συγγραφή και διδακτική χρήση των σχολικών βιβλίων (Good, 1993).

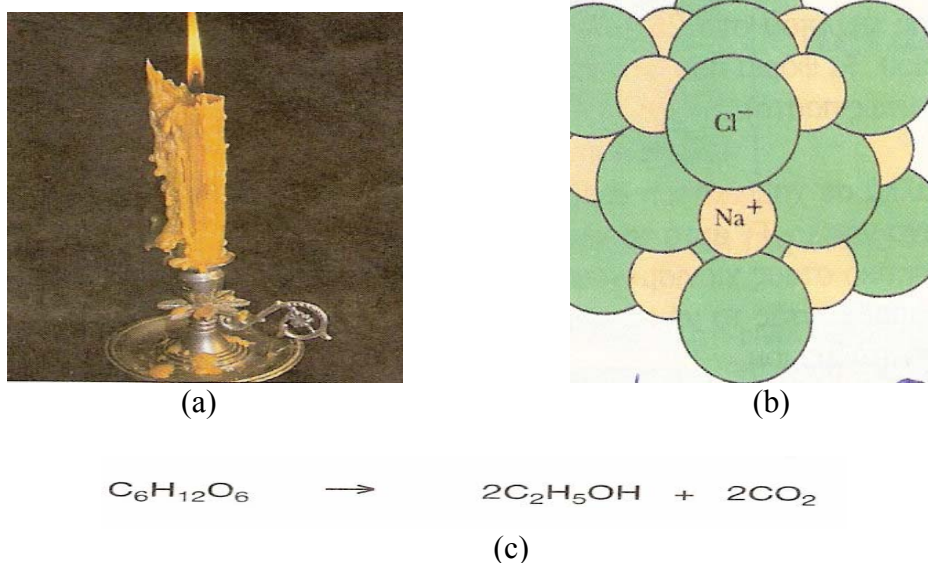
Στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα έχει αποδοθεί ιδιαίτερη σημασία στο ρόλο της 'εποπτείας' και των 'εποπτικών μέσων'. Κάτω από αυτή την οπτική, αν και η χρήση των εικόνων των βιβλίων δεν συζητείται συστηματικά, η σημασία τους θεωρείται κάτι σημαντικό και συχνά καταλαμβάνουν ένα πολύ μεγάλο μέρος τους, όπως για παράδειγμα στα βιβλία φυσικών επιστημών των δυο τελευταίων τάξεων της Α/θμιας Εκπαίδευσης. Μια παρόμοια διαπίστωση έχει γίνει και σχετικά με βιβλία βιολογίας γυμνασίου, όπου καταμετρήθηκαν 17 φωτογραφίες σε κάθε 20 σελίδες (Roth, Bowen & McGinn, 1999). Παρ' όλα αυτά, μια φωτογραφία δεν αξίζει χίλιες λέξεις και από μόνη της (όπως και μια λέξη) μπορεί να μη σημαίνει τίποτε (Bowen & Roth, 2002, Wittgenstein, 1994/58). Μόνο μέσα από την επαναλαμβανόμενη χρήση σε παρόμοιες καταστάσεις, η σχέση μιας λέξης με άλλες λέξεις, μιας φωτογραφίας με άλλες φωτογραφίες και λέξεις εγκαθίσταται.

Κάθε αναπαράσταση έχει δύο ειδών ιδιότητες: τις ιδιότητες του «οχήματος» και τις ιδιότητες του περιεχομένου (Κουλαϊδής 2000). Το όχημα της αναπαράστασης είναι κυριολεκτικά το μέσο δια του οποίου μεταφέρεται ως μήνυμα το περιεχόμενο της αναπαράστασης. Το περιεχόμενο αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο ένα αντικείμενο (ή ιδιότητα ή κατάσταση) παρουσιάζεται ή συλλαμβάνεται στη σκέψη. Στη Διδακτική των Επιστημών, το θέμα της επιλογής (ή και τροποποίησης) του οχήματος των αναπαραστάσεων αποκτά ιδιαίτερη σημασία, κάτι που συνδέεται με την ανάδειξη αλλά και απεικόνιση εκείνων των πλευρών των συγκεκριμένων αναπαραστάσεων που είναι κρίσιμες για την διδακτική παρέμβαση. Χρειάζεται δηλαδή ένας τρόπος συστηματικής μελέτης και επιλογής των αναπαραστάσεων για την απεικόνιση της τρέχουσας «επιστημονικής» άποψης (που αντιστοιχεί στον τρόπο με τον οποίο η επιστημονική κοινότητα χειρίζεται το περιεχόμενο του κάθε γνωστικού αντικείμενου), καθώς και της σχολικής εκδοχής της επιστημονικής γνώσης. Απαραίτητη, επίσης, είναι η διάσταση της γνώσης για τα ερμηνευτικά πλαίσια που οι μαθητές κατέχουν και χειρίζονται ανεξάρτητα από (ή και παράλληλα με) την «επιστημονική» και τη «σχολική» γνώση. Και ενώ οι τρόποι κατασκευής και χρήσης μιας αναπαράστασης έχουν κεντρικό ρόλο στις επιστήμες και στην τεχνολογία (Latour 1987), μόλις πρόσφατα οι ερευνητές εστίασαν την προσοχή τους στην χρήση των ο.α. ή περιγραφών στην «σχολική επιστήμη».

Στα σχολικά βιβλία των Φυσικών Επιστημών η χρήση των ο.α. είναι αρκετά διαδεδομένη. Οι ο.α. αποκτούν ιδιαίτερη σημασία σε μαθήματα όπως της Χημείας και της Βιολογίας, όπου μεγάλο μέρος των οντοτήτων, εννοιών και φαινομένων δεν είναι διαθέσιμα στην άμεση εποπτεία και εμπειρία μας. Σύμφωνα με ποσοτική ανάλυση που έγινε σε διάφορα βιβλία Βιολογίας βρέθηκαν 2,24 αναπαραστάσεις ανά σελίδα στα βιβλία της Κορέας, 1,88 αναπαραστάσεις ανά σελίδα στα βιβλία της Βραζιλίας και 1,47 αναπαραστάσεις ανά σελίδα στα βιβλία της Βορείου Αμερικής (Han, and Roth 2005). Η χρήση των ο.α. έχει αποτέλεσμα η ανάγνωση των σχολικών βιβλίων των Φυσικών Επιστημών να μην είναι γραμμική αφού ο αναγνώστης θα πρέπει να διαβάζει το κυρίως κείμενο, πίνακες, διαγράμματα, σκίτσα κ.α. ταυτόχρονα ή διαδοχικά. Οι χημικές (οπτικές) αναπαραστάσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στη στήριξη των μαθητών ώστε να αναπτύξουν τις θεμελιώδεις αρχές που χρησιμοποιούνται στην κατανόηση χημικών οντοτήτων σε επιστημονικό επίπεδο (Wu et al., 2001). Οι οπτικές αυτές αναπαραστάσεις διακρίνονται σε μακροσκοπικές, σε μικροσκοπικές και σε συμβολικού

επιπέδου [(Gabel, 1998), (Johnstone, 1993)]. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτών των επιπέδων αναπαράστασης παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.

Στις μακροσκοπικές ο.α. η χημική διαδικασία είναι παρατηρήσιμη (ένα κερί καίγεται), στις μικροσκοπικές τα φαινόμενα περιγράφονται από την κίνηση των ατόμων ή μορίων ή υποατομικών σωματιδίων, ενώ τέλος το συμβολικό επίπεδο αναπαράστασης χρησιμοποιεί εξισώσεις σύμβολα, αριθμούς κτλ (Wu et al., 2001). Η κατανόηση των δύο τελευταίων ειδών αναπαράστασης είναι ιδιαίτερα δύσκολη για τους μαθητές, καθώς το περιεχόμενο των αναπαραστάσεων αυτών δεν εμπίπτει στο πεδίο των προσωπικών τους εμπειριών, αναπαριστά αόρατες οντότητες ή φαινόμενα και για την οπτικοποίησή τους απαιτείται μια αφαιρετική ικανότητα.



Εικόνα 1. παραδείγματα μακροσκοπικής (a), μικροσκοπικής (b) και συμβολικής (c) αναπαράστασης από τα σχολικά βιβλία Χημείας των Β' και Γ' Γυμνασίου

Πράγματι, τα σχολικά βιβλία περιέχουν διάφορα είδη αναπαραστάσεων, τα οποία μπορεί να είναι πιο ελκυστικά από ένα κείμενο, αλλά απαιτούν διαφορετικούς τρόπους μετάφρασης και επεξεργασίας από τους μαθητές (Han, & Roth 2005). Έρευνες, όπως αυτή των Alesandrini & Rigney (1981) αναφέρουν ότι η εικονιστική παρουσίαση και επανάληψη στο μάθημα της ηλεκτροχημείας βοήθησε τους μαθητές κολεγίου να έχουν καλύτερη επίδοση στην εικονιστική αναγνώριση των εννοιών που διδάσκονταν.

Τρεις παράγοντες φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματική λειτουργία των ο.α. στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία:

α) Το γεγονός ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη μετάφραση μιας ο.α., για παράδειγμα μιας φωτογραφίας, αφού το νόημα αυτής εξαρτάται από την διαλεκτική σχέση μεταξύ του τρόπου με τον οποίο ο φωτογράφος βλέπει την ίδια την φωτογραφία και της αντίληψης του αναγνώστη (Poizzer, and Roth, 2004).

β) Το γεγονός ότι η διαδικασία μετάφρασης μιας εικονιστικής αναπαράστασης (φωτογραφία ή σκίτσο) εξαρτάται και από το περιεχόμενο του κειμένου που τις περιβάλλει (είτε ως λεζάντα είτε ως το κυρίως κείμενο) (Han, and Roth 2005).

γ) Ενώ οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι με την ύπαρξη φωτογραφιών στα σχολικά βιβλία κανένας δεν φροντίζει να τους δώσει τις απαραίτητες οδηγίες για το πώς πρέπει να τις διαβάσουν και να τις αναλύουν (Poizzer, and Roth, 2003b).

Η ταυτότητα της έρευνας

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να κατανοήσουμε καλύτερα την παιδαγωγική των οπτικών αναπαραστάσεων στα σχολικά βιβλία Γυμνασίου. Τα δεδομένα που παρουσιάζονται εδώ αποτελούν μέρος μιας ευρύτερης ερευνητικής προσπάθειας που εξετάζει τόσο τις ο.α. των σχολικών βιβλίων όσο και την “ανάγνωση” κάποιων ο.α. των βιβλίων από τους μαθητές (Αμαριωτάκης, 2006). Σ’ αυτή την εργασία μελετώνται και αναλύονται οι ο.α. των βιβλίων Χημείας και Βιολογίας ως προς διάφορες διαστάσεις, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, τη λειτουργία τους και την πυκνότητά τους στα βιβλία. Επιλέχθηκαν τα σχολικά βιβλία Βιολογίας και Χημείας που διδάσκονται (σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα) στις τρεις τάξεις του Ελληνικού Γυμνασίου. Τα βιβλία αυτά έχουν συνταχθεί από διαφορετικές συγγραφικές ομάδες και διαφέρουν ως προς τη φιλοσοφία και τη δομή ενοτήτων ή σελίδων. Μελετήθηκαν όλες οι οπτικές αναπαραστάσεις που περιλαμβάνονται στη διδακτέα ύλη, όπως περιγράφεται από το αναλυτικό πρόγραμμα κάθε τάξης και κάθε μαθήματος. Εντοπίστηκαν, στη συνέχεια, άξονες με βάση τους οποίους έγινε η κατηγοριοποίηση.

Μελετήθηκαν οι ο.α. και εντοπίστηκαν διάφορα χαρακτηριστικά τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά κατηγοριοποιήθηκαν ως προς 4 άξονες: (1) το είδος της αναπαράστασης, (2) το περιεχόμενο, (3) τη λεζάντα και (4) το σκοπό της χρήσης κάθε μιας (Σχήμα 1). Αναλυτικότερα ως προς το είδος της αναπαράστασης οι ο.α. διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

α) **Φωτογραφίες**, τις απόλυτα ρεαλιστικές απεικονίσεις ενός αντικείμενου ή ενός φαινομένου όπως αυτό θα γίνονταν αντιληπτό από τον αναγνώστη στην καθημερινή ζωή, ανεξάρτητα από αν αυτό παρουσιάζεται στην απεικόνιση σε μεγέθυνση ή σε σμίκρυνση.

β) **Σκίτσα**, που περιγράφουν κάποιο αντικείμενο ή φαινόμενο, αλλά έγιναν με την χρήση μολυβιού ή ηλεκτρονικού υπολογιστή. Αυτά μπορεί να είναι προσεγγιστικές απεικονίσεις της πραγματικότητας (τα λεγόμενα ρεαλιστικά σκίτσα). Μπορεί όμως να εκφράζει την καθαρά προσωπική άποψη του συγγραφέα για το πώς θα έπρεπε να απεικονιστεί ένα φαινόμενο (π.χ. κίνηση) ή ένα αντικείμενο το οποίο μπορεί να γίνεται αντιληπτό από τις αισθήσεις αλλά όχι από την όραση ή να είναι αόρατο με γυμνό μάτι όπως είναι ένα ηχητικό κύμα ή ένα κύτταρο.

γ) **Διαγράμματα**, που δηλώνουν τη σχέση δύο ή περισσότερων μεγεθών (κυρίως μαθηματική), ή τη μεταβολή ή την κατανομή ενός μεγέθους στο σύνολο, όπως τα διαγράμματα, τα ιστογράμματα, τα ραβδογράμματα και οι πίτες (Δεν έχουν περιληφθεί οι πίνακες).

δ) **Συμβατικές επιστημονικές αναπαραστάσεις**, που περιλαμβάνουν χημικούς τύπους (σπανιότερα και μαθηματικούς), ή σύμβολα (όπως η αναπαράσταση των προσομοιωμάτων) οι οποίες χρησιμοποιούνται από την επιστημονική κοινότητα. Τέτοιες θεωρούνται ότι είναι η χρήση σφαιριδίων για την απεικόνιση ατόμων ή μορίων σε μικροσκοπικές αναπαραστάσεις ή η χρήση του εξάγωνου για την αναπαράσταση του εξαμελή ανθρακικού δακτυλίου.

Ως προς το περιεχόμενο, θεωρούμε μια ο.α. ως:

α) **μακροσκοπική** όταν περιγράφει ένα φαινόμενο αντιληπτό με τις αισθήσεις ή ένα αντικείμενο (π.χ. μια πειραματική διαδικασία ή μια συσκευή),

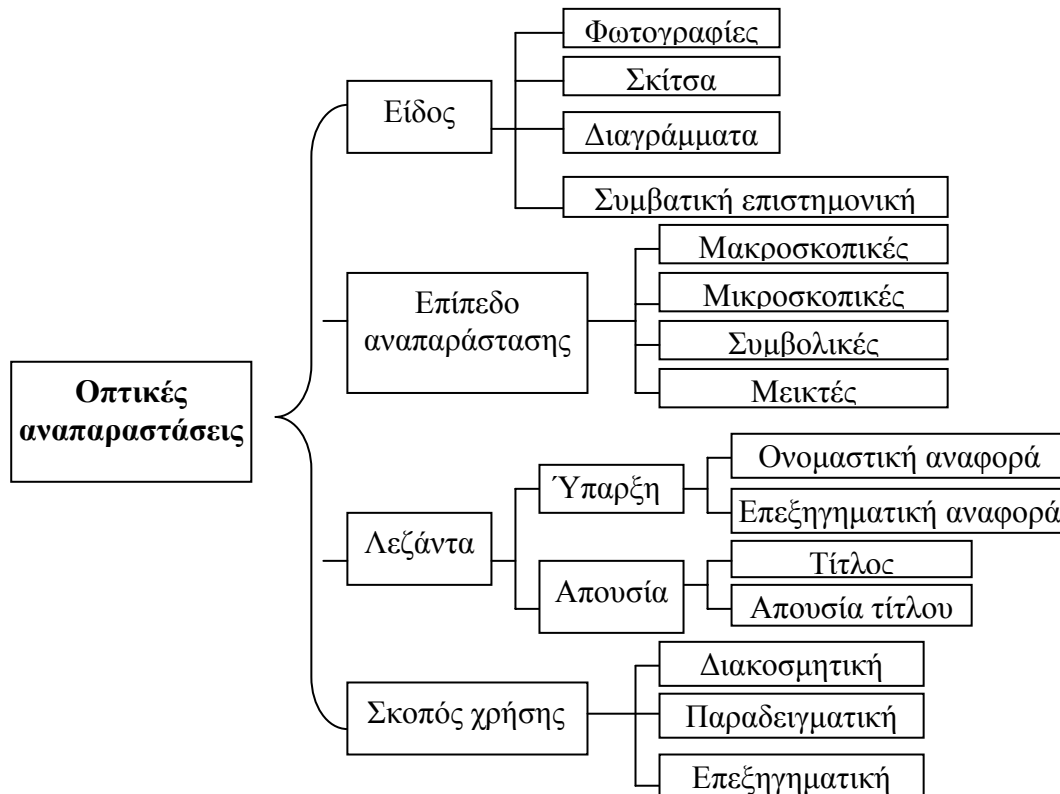
β) **μικροσκοπική**, όταν απεικονίζονται συστατικά του μικρόκοσμου (π.χ. άτομα ή μόρια) τα οποία δεν είναι ορατά δια γυμνού οφθαλμού,

γ) **συμβολική**, όταν περιλαμβάνει συγκεκριμένους συμβολισμούς ή γενικότερα κώδικες της επιστημονικής γλώσσας (π.χ. η αναπαράσταση της δημιουργίας ενός πολυμερούς ή ενός αμινοξέος της πεπτιδικής αλυσίδας με χρήση χημικών εξισώσεων) (Εικ. 1),

δ) **μεικτή**, όταν περιλαμβάνονται δύο τουλάχιστον από τις πιο πάνω κατηγορίες. Η χρήση αναλογίας στα βιβλία στην παρούσα έρευνα, θεωρείται ως μία μεικτή αναπαράσταση.

Ως προς τη χρήση λεζάντας, οι ο.α. κατηγοριοποιούνται σε

α) **χωρίς λεζάντα** και σε αυτές β) που **συνοδεύονται από λεζάντα**. Με τον όρο **λεζάντα** εννοούμε συνοδευτικό κείμενο (έκτασης από μια λέξη έως και μια παράγραφο) πάνω ή κάτω από την οπτική αναπαράσταση σε διακριτά πλαίσια και όχι μέσα σε αυτήν. Κάποιες λεκτικές πληροφορίες μέσα στην αναπαράσταση θεωρούνται ως τίτλοι και όχι ως λεζάντες. Όταν υπάρχουν λεζάντες αυτές μπορεί να χαρακτηρισθούν είτε ως **ονομαστικές**, αν μόνο περιγράφει τι απεικονίζεται, είτε ως **επεξηγηματικές**, αν σε αυτήν παρέχονται στον μαθητή λεπτομέρειες που πρέπει να προσέξει στην αναπαράσταση ή πληροφορίες που δεν περιέχονται σε αυτήν.



Σχήμα 1 Συστημικό δίκτυο για τα χαρακτηριστικά των οπτικών αναπαραστάσεων

Τέλος, ο σκοπός της χρήσης των ο.α. καθορίζεται με βάση τον αριθμό νέων πληροφοριών που παρέχονται στον αναγνώστη σε σχέση με της πληροφορίες που υπάρχουν στο κυρίως κείμενο της σελίδας ή της παραγράφου στις οποίες βρίσκονται οι ο.α.. Έτσι διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

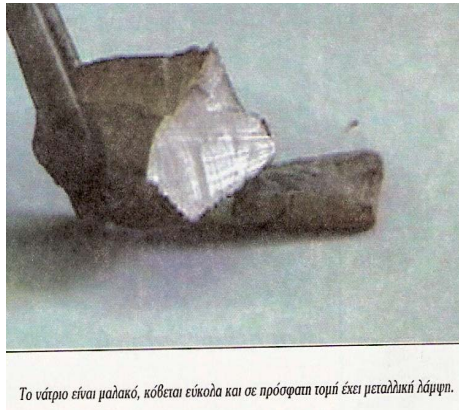
α) **Διακοσμητικές** όταν δεν σχετίζονται άμεσα με το κείμενο της σελίδας ή της παραγράφου στις οποίες αυτές αντιστοιχούν. Οι πληροφορίες που παρέχουν στον αναγνώστη δεν αποτελούν τμήμα της διδακτέας ύλης αλλά κυρίως αφορούν θέματα της καθημερινής ζωής χωρίς όμως αυτά να χαρακτηρίζονται ως παραδείγματα. Αντιπροσωπευτικό δείγμα διακοσμητικής αναπαράστασης είναι τα εξής: στο βιβλίο της Χημείας της Γ΄ Γυμνασίου στο κεφαλαίο το οποίο αναφέρεται στην αιθανόλη, υπάρχει η φωτογραφία μιας αποθήκης οινοποιείου η οποία απεικονίζει μια σειρά από βαρέλια. Στο κείμενο που υπάρχει αναφέρεται η αλκοολική ζύμωση, αλλά δεν αναφέρεται τίποτα για οινοποιεία. Η φωτογραφία σχετίζεται βέβαια με την αιθανόλη, αλλά δεν γίνεται καμία αναφορά για τους χώρους στους οποίους πραγματοποιούμε την αλκοολική ζύμωση.

β) **Παραδειγματικές**, οι οποίες σχετίζονται άμεσα με το κείμενο της σελίδας ή της παραγράφου στις οποίες αυτές αντιστοιχούν. Πιο συγκεκριμένα υπάρχει γι' αυτές αναφορά

στο κυρίως κείμενο, ενώ οι ίδιες δεν παρέχουν περισσότερες πληροφορίες στον αναγνώστη πέραν αυτών που υπάρχουν στο κείμενο.

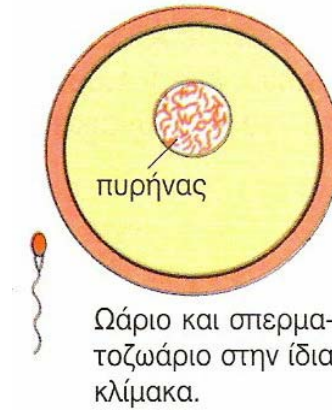
γ) **Επεξηγηματικές** που σχετίζονται άμεσα με το κείμενο της σελίδας ή της παραγράφου στις οποίες αυτές αντιστοιχούν. Παρέχουν επιπλέον πληροφορίες στον αναγνώστη οι οποίες έχουν και αυτές άμεση σχέση με τη διδακτέα ύλη δεν αναγράφονται όμως στο κυρίως κείμενο.

Παράδειγμα για την κατηγοριοποίηση τριών ο.α., αναφορικά με τις πιο πάνω κατηγορίες, παρουσιάζεται στις Εικόνες 2 και 3.

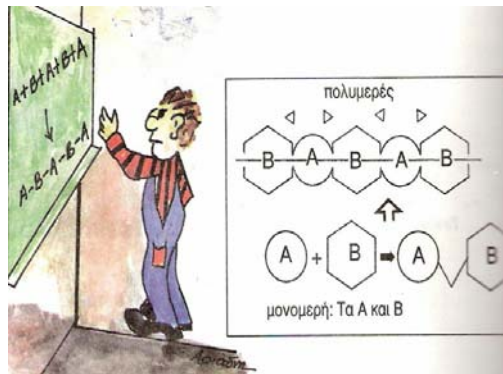


Το νάτριο είναι μαλακό, κόβεται εύκολα και σε πρόσφατη τομή έχει μεταλλική λάμψη.

(a)



(b)



(c)

Εικόνα 2. Παράδειγμα κατηγοριοποίησης οπτικών αναπαραστάσεων των σχολικών βιβλίων. (a) Βιβλίο Χημείας Γ' Γυμνασίου: φωτογραφία, μακροσκοπική αναπαράσταση, με χρήση παραδειγματική και επεξηγηματική λεζάντα (b) Βιβλίο Βιολογίας Γ' Γυμνασίου: σκίτσο, μικροσκοπική αναπαράσταση, με χρήση επεξηγηματική και επεξηγηματική λεζάντα. (c) Βιβλίο Χημείας Γ' Γυμνασίου: σκίτσο, μεικτή αναπαράσταση, με χρήση επεξηγηματική, χωρίς λεζάντα αλλά με τίτλο.

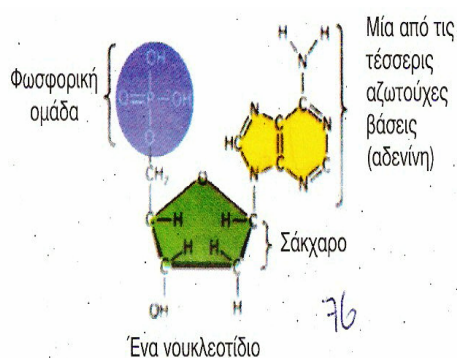
Αποτελέσματα και σχόλια

Αναφορικά με την αναλογία ο.α. ανά σελίδα, μετρήθηκε ο αριθμός των σελίδων κάθε βιβλίου μαζί με τις ο.α., οι οποίες αντιστοιχούν στη διδακτέα ύλη του αντίστοιχου μαθήματος. Δεν υπολογίστηκαν οι σελίδες, στις οποίες υπάρχουν οι ερωτήσεις – προβλήματα - δραστηριότητες που αναθέτει ο καθηγητής στους μαθητές ως εργασία για το σπίτι. Κατανομή των ο.α. ανά κατηγορία παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

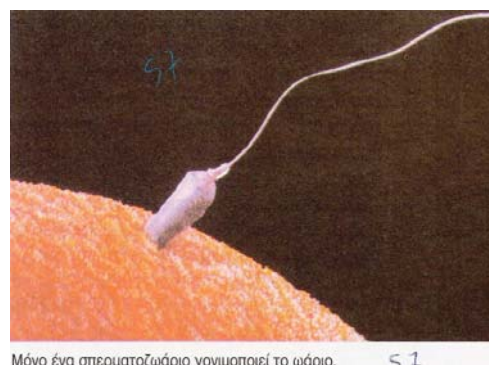
Στο βιβλίο Χημείας της Β' Γυμνασίου, σε σύνολο 90 σελίδων, υπάρχουν συνολικά 197 οπτικές αναπαραστάσεις. Ο μέσος όρος είναι 2,18 ο.α. ανά σελίδα. Από αυτές οι 130 είναι φωτογραφίες, 41 σκίτσα, 4 διαγράμματα και 22 συμβατικές επιστημονικές αναπαραστάσεις.

Αναφορικά με το περιεχόμενο, 169 εξ αυτών χαρακτηρίστηκαν ως μακροσκοπικές, 11 μικροσκοπικές, 5 συμβολικές και 12 μεικτές. Στο σύνολο τους, 172 από αυτές έχουν λεζάντα εκ των οποίων σε 86 ονομαστική και σε 86 επεξηγηματική. Σε 25 από αυτές δεν υπάρχει λεζάντα, όμως σε 7 από αυτές υπάρχει τίτλος. Τέλος, 41 από αυτές χαρακτηρίστηκαν ως διακοσμητικές, 90 παραδειγματικές και 66 επεξηγηματικές.

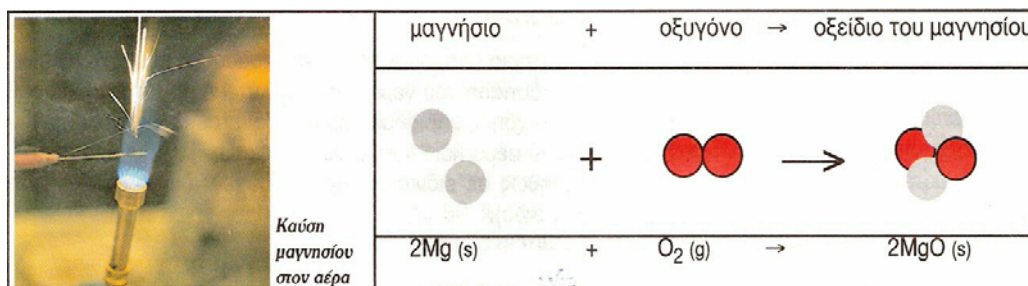
Στο βιβλίο Χημείας της Γ' Γυμνασίου, σε σύνολο 91 σελίδων υπάρχουν 201 απεικονίσεις (2,2 απεικονίσεις ανά σελίδα). Από αυτές 152 είναι φωτογραφίες, 24 σκίτσα, 4 διαγράμματα και 21 συμβατικές επιστημονικές. Οι απεικονίσεις που χαρακτηρίστηκαν ως μακροσκοπικές είναι 168 ενώ ως μικροσκοπικές 8, συμβολικές 19 και μικτές 6. Από αυτές 144 έχουν λεζάντες, σε 72 από τις οποίες γίνονται περιγραφική αναφορά και στις υπόλοιπες 72 επεξηγηματική. Χωρίς λεζάντα βρέθηκαν 57 αναπαραστάσεις εκ των οποίων 52 δεν έχουν ούτε τίτλο. Τέλος 26 χαρακτηρίστηκαν διακοσμητικές, 159 παραδειγματικές και 16 επεξηγηματικές.



(a)



(b)



(c)

Εικόνα 3. Παράδειγμα κατηγοριοποίησης οπτικών αναπαραστάσεων των σχολικών βιβλίων. (a) Βιβλίο Βιολογίας Γ' Γυμνασίου: συμβατική επιστημονική, μικροσκοπική αναπαράσταση, με χρήση επεξηγηματική και αναφορική λεζάντα αλλά και τίτλους (b) Βιβλίο Βιολογίας Γ' Γυμνασίου: φωτογραφία, μικροσκοπική αναπαράσταση, με χρήση παραδειγματική και επεξηγηματική λεζάντα. (c) Βιβλίο Χημείας Β' Γυμνασίου: φωτογραφία και συμβατική επιστημονική, μεικτή αναπαράσταση, με χρήση επεξηγηματική, χωρίς λεζάντα αλλά με τίτλο.

Στο βιβλίο Βιολογίας της Α' Γυμνασίου μετρήθηκαν 229 οπτικές αναπαραστάσεις σε 108 σελίδες (διδασκείας ύλης), δίνοντας έτσι ένα μέσο όρο 2,12 αναπαραστάσεων ανά σελίδα. Από αυτές 95 είναι φωτογραφίες, 133 σκίτσα, 1 διάγραμμα, ενώ δεν υπάρχουν καθόλου συμβατικές επιστημονικές αναπαραστάσεις. Οι μακροσκοπικές παραστάσεις ήταν 171, οι μικροσκοπικές 55, οι μικτές 3, ενώ δεν υπήρχαν συμβολικές. Σε αυτές, οι 183 έχουν λεζάντα

εκ των οποίων 128 έχουν ονομαστική αναφορά και 55 επεξηγηματική αναφορά. Χωρίς λεζάντα βρέθηκαν 46 αναπαραστάσεις ενώ 41 από αυτές δεν έχουν ούτε τίτλο. Οι διακοσμητικές φωτογραφίες είναι 18, οι παραδειγματικές 160, ενώ οι επεξηγηματικές 51.

Στο βιβλίο Βιολογίας της Γ΄ Γυμνασίου και σε 113 σελίδες διδακτέας ύλης (1,92 αναπαραστάσεις ανά σελίδα), βρέθηκαν 217 οπτικές αναπαραστάσεις από τις οποίες οι 154 είναι φωτογραφίες, 56 σκίτσα, 1 διάγραμμα και 6 συμβατικές επιστημονικές αναπαραστάσεις. Από αυτές 166 χαρακτηρίστηκαν μακροσκοπικές, 45 μικροσκοπικές, 5 συμβολικές και 1 μεικτή. 176 αναπαραστάσεις έχουν λεζάντα εκ των οποίων 106 ονομαστική και 70 επεξηγηματική. Χωρίς λεζάντα βρέθηκαν 41 αναπαραστάσεις, 6 εξ αυτών με τίτλο και 35 χωρίς τίτλο. Τέλος 28 αναπαραστάσεις χαρακτηρίστηκαν διακοσμητικές, 164 παραδειγματικές και 25 επεξηγηματικές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Κατανομή των οπτικών αναπαραστάσεων ανά κατηγορία στα βιβλία.

Βιβλίο	Χημεία Β Γυμνασίου	Χημεία Γ Γυμνασίου	Βιολογία Α Γυμνασίου	Βιολογία Γ' Γυμνασίου
Σελίδες	90	91	108	113
Αριθμός ο.α.	197	201	229	217
Είδος αναπαράστασης				
Φωτογραφίες	130	152	95	154
Σκίτσα	41	24	133	56
Διαγράμματα	4	4	1	1
Συμβατικές επιστημονικές	22	21	0	6
Περιεχόμενο αναπαράστασης				
Μακροσκοπική	169	168	171	166
Μικροσκοπική	11	8	55	45
Συμβολική	5	19	0	5
Μεικτή	12	6	3	1
Είδος λεζάντας				
Περιγραφική	86	72	128	106
Επεξηγηματική	86	72	55	70
Χωρίς λεζάντα, με τίτλο	7	5	5	6
Χωρίς λεζάντα και χωρίς τίτλο	18	52	41	35
Σκοπός χρήσης				
Διακοσμητική	41	26	18	28
Παραδειγματική	90	159	160	164
Επεξηγηματική	66	16	51	25

Συμπεράσματα και συνέπειες για τη διδακτική πράξη

Ένα από τα ευρήματα αυτής της μελέτης σχετίζεται με τον αριθμό των οπτικών αναπαραστάσεων (ο.α) που περιλαμβάνονται στα σχολικά βιβλία Χημείας και Βιολογίας Γυμνασίου. Φαίνεται ότι περιλαμβάνονται περισσότερες ο.α από ό, τι σε σχολικά βιβλία φυσικών επιστημών σε άλλες χώρες. Αυτές είναι κυρίως φωτογραφίες, σε μικρότερο αριθμό σκίτσα, σε ακόμη μικρότερο αριθμό συμβατικές επιστημονικές αναπαραστάσεις και ελάχιστα

διαγράμματα. Στην έρευνα των Roth, Bowen & McGinn (1999) σε σύγκριση ανάμεσα σε γραφικές παραστάσεις επιστημονικών κειμένων και σχολικών βιβλίων της οικολογίας, διαπιστώθηκε ότι στα σχολικά βιβλία κυριαρχούν οι φωτογραφίες, γραφικές παραστάσεις χωρίς κλίμακες και μονάδες, γραφικά μοντέλα χωρίς λεζάντες. Στα κείμενα των επιστημονικών περιοδικών οι γραφικές παραστάσεις (πίνακες με στατιστικά στοιχεία, ιστογράμματα, ποικίλα Καρτεσιανά διαγράμματα) είναι λεπτομερείς, με επεξηγηματικές πληροφορίες, ενώ συνδυάζουν με νόημα τη γραφική παράσταση με τη λεζάντα και το κυρίως κείμενο.

Ένας αριθμός ο.α. δεν συνοδεύονται από λεζάντες και όταν υπάρχει λεζάντα συνήθως ονομάζει την οντότητα που αναπαρίσταται. Μόνο ένα 24% των ο.α. του βιβλίου της Βιολογίας Α΄ Γυμνασίου διαθέτει μια επεξηγηματική λεζάντα.

Το επίπεδο αναπαράστασης κυρίως στα βιβλία της Χημείας είναι μακροσκοπικό με μικροσκοπικές αναπαραστάσεις 6% και 4% στα βιβλία Β΄ και Γ΄ Γυμνασίου αντίστοιχα. Στα βιβλία της Βιολογίας οι μικροσκοπικές αναπαραστάσεις συναντώνται συχνότερα, αφού εδώ τα αντικείμενα μελέτης, όπως κύτταρα, DNA, ανήκουν έτσι και αλλιώς στην κλίμακα του μικρόκοσμου. Επιβεβαιώνεται η ύπαρξη της εμπειρικής αντίληψης ότι ο μαθητής μαθαίνει κυρίως από τις άμεσες εμπειρίες του από τον μακρόκοσμο. Η αναφορά σε χαρακτηριστικά της δομής της ύλης, φαίνεται να εξακολουθεί να είναι ένα ταμπού, αν και αποτελεί πλαίσιο απαραίτητο για το κτίσιμο της επιστημονικής εξήγησης και έστω κι αν σήμερα υπάρχει διάχυση του μικρόκοσμου στην καθημερινή κοινωνική πραγματικότητα.

Ο κύριος λόγος για τον οποίον χρησιμοποιούνται οι ο.α. στα σχολικά βιβλία φαίνεται να είναι ο παραδειγματικός τους χαρακτήρας. Στόχος είναι να προσφέρουν στους μαθητές μια δυνατότητα οπτικοποίησης των εννοιών που αναφέρονται και αναλύονται στο κυρίως κείμενο των βιβλίων, ενώ η παροχή επιπρόσθετης πληροφορίας ή διεύρυνση του γνωστικού πεδίου είναι δευτερεύουσα επιλογή. Περίπου το 14% των ο.α. στα τέσσερα βιβλία παίζουν καθαρά διακοσμητικό ρόλο και δεν προσφέρουν κάποια ουσιαστική στήριξη στη μάθηση του περιβάλλοντος κειμένου.

Τίθεται επομένως το θέμα πόσο κατάλληλες είναι οι ο.α. των σχολικών βιβλίων για να στηρίζουν τους μαθητές όταν προσπαθούν να διαβάσουν τα σχολικά τους βιβλία, τόσο αναφορικά με το τι είναι αυτό που αναπαριστούν, όσο και με πώς το περιγράφουν στις λεζάντες και το συνδέουν με το περιεχόμενο του κειμένου. Φαίνεται να απαιτείται περισσότερη εμβάθυνση στην ανθρωπολογία και οντολογία των ο.α. και σε διαδικασίες που αυτή η γνώση θα περάσει στην εκπαίδευση των μαθητών μέσα από τη συμμετοχή τους και την άσκησή τους στις επιστημονικές πρακτικές. Αυτό σχετίζεται επίσης, άμεσα με τις επιλογές του εκπαιδευτικού για το πώς τις εντάσσει και τις αξιοποιεί στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία. Η παράμετρος της ανάγνωσης των ο.α. από τους μαθητές θεωρείται μια πολύτιμη πηγή γνώσης και τα ευρήματά μας από το δεύτερο μέρος της έρευνας για το τι βλέπουν οι μαθητές στις ο.α. έχει διευρύνει την αντίληψή μας για το ρόλο τους στη διδακτική πράξη.

Παραπομπές

- Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι. Ε., Περάκη Β. & Σαλαμαστράκης Σ. (2002). Βιολογία Γενικής Παιδείας Β΄ τάξης Ενιαίου Λυκείου. ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Μαρμαρωτή, Π. (2001). Η κατανόηση της Φωτοσύνθεσης από μαθητές Γυμνασίων της Αττικής. Ερευνητική Εργασία Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη Διδακτική της Χημείας. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Χημείας.
- Abu-Salah, K. M. (1992). Simplified unifying basis for teaching the applications of the laws of thermodynamics to biological systems. *Biochemical Education*, 20, 99-103.

- Akeroyd, F. M. (1983). Teaching the Krebs cycle. *Journal of Biological Education*, 17, 245-246.
- Anderson, T. R. & Grayson, D. J. (1994). Improving students' understanding of carbohydrate metabolism in first-year biochemistry at tertiary level. *Research in Science Education*, 24, 1-10.
- Treagust, D. F., Duit, R. & Fraser, B. J. (1996). Overview: Research on students' preinstructional conceptions-The driving force for improving teaching and learning in science and mathematics. In: Treagust, D. F., Duit, R. & Fraser, B. J. (eds.), pp. 1-14. *Improving teaching and learning in science and mathematics*, Teacher College Press, New York.
- Tuckman B. W. (1999) *Conducting educational research*. 5th ed., Harcourt Brace College Publishers.
- Wood, E J. (1990). Biochemistry is a difficult subject for both student and teacher. *Biochemical Education*, 18, 170-171.
- Yarden, H., Marbach-Ad, G. & Gershoni J. M. (2004). Using the concept map technique in teaching introductory cell biology to college freshmen. *Bioscene*, 4, 3-13.