

Η συμβολή των εικόνων του Διαδικτύου στην εκπαιδευτική διαδικασία: Η περίπτωση της κυτταρικής διαίρεσης

Λουκία Πρίνου & Λία Χαλκιά

Πρόλογος

Η χρήση των εικόνων στη διδασκαλία της βιολογίας κρίνεται καθοριστική για την κατανόηση των απεικονιζόμενων εννοιών από τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, πράγμα που έχει διαπιστωθεί ότι ισχύει για το σύνολο των Φυσικών επιστημών (Pinto 2000). Καθημερινά, μέσα στη σχολικές αίθουσες κατά τη διάρκεια του μαθήματος των Φ.Ε., ένας μεγάλος αριθμός εικόνων συμμετέχει μαζί με τον γραπτό και προφορικό λόγο στη μετάδοση των σχετικών νοημάτων (Lemke 1998b). Έτσι, σημαντικά ερωτήματα για τη διδακτική της βιολογίας τα οποία θα είχε ενδιαφέρον να απαντηθούν αφορούν τον τρόπο με τον οποίο επιλέγονται και «σχεδιάζονται» οι εικόνες που χρησιμοποιούνται στο μάθημα, τον τρόπο αντιμετώπισής τους από τους μαθητές κλπ.

Χαρακτηριστικό του ενδιαφέροντος που υπάρχει πρόσφατα στην εκπαιδευτική κοινότητα των Φ.Ε. είναι το γεγονός ότι αρκετοί ερευνητές ασχολούνται τα τελευταία χρόνια με τον σημαντικό ρόλο των εικόνων στην εκπαίδευση (Ogborn 1999, Lemke 1998, Pinto 2002 etc.). Η ολοένα αυξανόμενη χρήση του Διαδικτύου στην εκπαίδευση έχει δημιουργήσει μια νέα πραγματικότητα. Ένας τεράστιος αριθμός sites, που περιλαμβάνει έναν μεγάλο αριθμό εικόνων, βρίσκεται στη διάθεση των μαθητών και των εκπαιδευτικών για την επεξεργασία θεμάτων που προβλέπονται από το Αναλυτικό πρόγραμμα της σχολικής βιολογίας.

Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στο θέμα της κυτταρικής διαίρεσης και διερευνά το είδος των σχετικών εικόνων που απαντώνται σε ένα αριθμό από αυτά τα sites του WEB.

Οι «εικόνες» της βιολογίας και η τεχνολογία του μικροσκοπίου

Ιδιαίτερα ενδιαφέρον για την εκπαίδευση στη βιολογία αποτελεί η εξοικείωση των μαθητών με την τεχνολογία, η οποία βοήθησε καθοριστικά στην εξέλιξη και διαμόρφωση της ίδιας της επιστήμης της βιολογίας. Είναι κοινή διαπίστωση ότι χωρίς τη τεχνολογία των μικροσκοπίων ίσως να μην είχαν ανακαλυφθεί τα κύτταρα ποτέ και κατά συνέπεια θα είχαμε πολύ ατελή γνώση σήμερα για το φαινόμενο της ζωής. Τα επιστημονικά αυτά όργανα αποτελούν μια καλή αφορμή για την εισαγωγή της ιστορικής διάστασης στο μάθημα της βιολογίας. Στα βιβλία του Γυμνασίου οι Leeuwenhoek και Hook, κατασκευαστές των πρώτων μικροσκοπίων, είναι από τις μορφές της ιστορίας της βιολογίας στις οποίες γίνεται σχεδόν πάντοτε αναφορά. Αναφορά γίνεται επίσης σε μερικούς σταθμούς της ανάπτυξης της βιολογίας και σε πρόσωπα που συνδέονται με αυτούς και είναι κυρίως οι: Ρέντι και Παστέρ (κατάρριψη θεωρίας για την αυτόματη γένεση της ζωής), Μέντελ (ερμηνεία της κληρονομικότητας), Ουάτσον και Κρικ (δομή της έλικας του DNA), Δαρβίνος (θεωρία της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής). Αυτές οι αναφορές περιέχονται συνήθως σε ξεχωριστά ένθετα, έξω από την κύρια ροή του γνωστικού περιεχομένου και είναι και η μόνη σύνδεση του μαθήματος με την ιστορία του στο Γυμνάσιο.

Τα σημερινά φωτονικά μικροσκόπια που έχουν διαδεχθεί το μικροσκόπιο του van Leeuwenhoek επιτρέπουν -σε σχέση με τα ηλεκτρονικά μικροσκόπια- την παρατήρηση των ζωντανών κυττάρων σε δράση. Η παρούσα εποχή μάλιστα χαρακτηρίζεται ως η εποχή της αναγέννησης στην ιστορία του φωτονικού μικροσκοπίου, διότι έχουν αξιοποιηθεί ευφείς τεχνολογικές λύσεις για τη βελτίωση της ευκρίνειας της παρατήρησης και της λήψης των σχετικών εικόνων.

Οι πρώτες εικόνες από το μικροσκόπιο ήταν ζωγραφικές απεικονίσεις αυτών που παρατηρούσαν οι επιστήμονες. Τις διαδέχθηκαν φωτογραφίες που λαμβάνονταν μέσω

του μικροσκοπίου ή ζωγραφικές απεικονίσεις που δημιουργούνταν με βάση αυτές τις φωτογραφίες. Τα σχολικά εγχειρίδια της βιολογίας περιείχαν συνήθως εικόνες και των δύο ειδών, ενώ τελευταία κυριαρχούν οι σχεδιασμένες εικόνες. Οι σχεδιασμένες αυτές εικόνες είναι κυρίως αφαιρετικές, δηλαδή διατηρούν κυρίως εκείνα τα σημεία στα οποία θεωρείται σκόπιμο να εστιαστεί η προσοχή των μαθητών. Σε μερικές περιπτώσεις κρίνεται απαραίτητο να προστεθούν επιπλέον στοιχεία, όπως για παράδειγμα στην αναπαράσταση στα σχολικά εγχειρίδια του μοντέλου του «τυπικού κυττάρου», που περιέχει όλα τα οργανίδια (π.χ. και χλωροπλάστες και κεντρόσωμα), πράγμα που στην πραγματικότητα δεν είναι επιστημονικά συμβατό (χλωροπλάστες υπάρχουν μόνο στα φυτικά και κεντρόσωμα μόνο στα ζωικά κύτταρα). Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το σχεδιασμένο κύτταρο είναι μία διδακτική «κατασκευή» των βιολόγων της εκπαίδευσης, με στόχο να λειτουργήσει ως ένας «χάρτης» για τους μαθητές.

Οι «εικόνες» της βιολογίας στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια

Η διδασκαλία της βιολογίας στην Ελλάδα ξεκίνησε στο τέλος της δεκαετίας του 60. Μέχρι τότε στην εκπαίδευση διδάσκονταν μόνον φυτολογία και ζωολογία από εγχειρίδια που παρουσίαζαν τα θέματά τους με έναν περιγραφικό και -εν πολλοίς- σχολαστικό τρόπο. Η λέξη «ο φασίολος» συνοψίζει ειρωνικά την γνώμη των μαθητών εκείνης της εποχής για αυτά τα μαθήματα. Αυτό που ίσως δεν είναι γνωστό είναι ότι αυτά τα εγχειρίδια ήταν εικονογραφημένα από σημαντικούς Έλληνες καλλιτέχνες όπως οι ζωγράφοι και χαράκτες Τ.Χατζής, και Α. Τάσος..

Οι εικόνες που ιστορικά άρχισαν να εμφανίζονται στα πρώτα σχολικά βιβλία βιολογίας στην Ελλάδα ήταν κυρίως φωτογραφίες του κυττάρου και των οργανιδίων του και κάποιες αφαιρετικές αναπαραστάσεις του. Κλασικό παράδειγμα αφαιρετικής αναπαράστασης, που συναντάται ευρέως σε όλα τα εγχειρίδια αποτελεί η κυτταρική διαίρεση, η οποία και μελετάται στην παρούσα εργασία.

Οι εικόνες αυτές προέρχονταν κυρίως από πανεπιστημιακά βιβλία, δηλ. ήταν προϊόν κάθετης μεταφοράς της επιστημονικής γνώσης σε σχολική γνώση, χωρίς να μεσολαβεί ο απαραίτητος μετασχηματισμός. Ως εκ τούτου, περιείχαν πολύ πληροφορία καθώς απευθύνονταν σε ειδικό κοινό (ερευνητές, ειδικούς επιστήμονες, κτλ.) και αυτό είχε ως επακόλουθο να είναι δυσνόητες στους μαθητές αφήνοντας τους αδιάφορους. Συνήθως, οι εικόνες αυτές εμφανίζονταν στα σχολικά εγχειρίδια χωρίς να αναφέρονται καν οι πηγές προέλευσής τους, γεγονός που βελτιώθηκε τα τελευταία χρόνια, αλλά και που δείχνει τη μικρή σημασία που δινόταν στο ρόλο τους. Οι εικόνες αυτές (κυρίως ασπρόμαυρες στα πρώτα βήματα της σχολικής βιολογίας) δεν φαίνεται να είχαν ως στόχο κάποια συγκεκριμένη διδακτική λειτουργία, αλλά απλώς κάλυπταν την υποχρέωση των δημιουργών των βιβλίων για την εικονογράφηση του προϊόντος τους..

Με την πάροδο των χρόνων όσο αρχίζει να αναγνωρίζεται ο ιδιαίτερα σημαντικός ρόλος των εικόνων ως διδακτικό υλικό, αρχίζουν να εμφανίζονται νέες εικόνες σε έγχρωμη εκτύπωση, φωτογραφίες από παρατηρήσεις στο μικροσκόπιο και απεικονίσεις διαφόρων οργανιδίων, σχέδια, διαγράμματα, μοντέλα (DNA, χρωμοσωμάτων κλπ.), πίνακες κ.ά. Εικόνες που συνοδεύουν το κυρίως κείμενο με -θεωρητικά τουλάχιστον- αναβαθμισμένο ρόλο. Κάποιες από αυτές τις εικόνες ανταποκρίνονται στον λειτουργικό τους ρόλο, ενώ κάποιες άλλες παραμένουν τυπικές εικονογραφήσεις του περιεχομένου, χωρίς ιδιαίτερη διδακτική λειτουργία. Όμως, εντοπίζονται και κάποιες εικόνες (ακόμη και στα σημερινά σχολικά βιβλία), που το περιεχόμενό τους είναι σύνθετο και δεν μπορεί να γίνει αντιληπτό ενώ άλλες φορές, δημιουργούν σύγχυση στους μαθητές. Όπως γράφουν οι Pinto και Ametller «η χρήση της γλώσσας των εικόνων θεωρείται συχνά ευκολότερος και αποδοτικότερος τρόπος για να μεταδίδεται η πληροφορία αλλά αυτός ο τρόπος δεν έχει μελετηθεί επαρκώς. Οι εικόνες δεν πρέπει να θεωρούνται εύκολα και ολοφάνερα κατανοητές. Η κακή χρήση της οπτικής γλώσσας μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την

κατανόηση των εννοιών που «εκφράζονται» μέσα από την εικόνα» (Pinto & Ametller 2002).

Οι λόγοι επιλογής μελέτης των απεικονίσεων της κυτταρικής διαίρεσης

Η κυτταρική διαίρεση (μεσόφαση και μίτωση - μείωση / στη συνέχεια θα αναφέρεται μόνο η μίτωση) εξετάζεται σε όλο το φάσμα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, άλλοτε ενταγμένη στην κυτταρική βιολογία και άλλοτε ενταγμένη στη γενετική.

Η μίτωση έγινε γνωστή από τότε που ο Γερμανός ανατόμος Walter Flemming από τους ιδρυτές της κυτταρογενετικής, πρωτοπόρος στη χρήση χρωστικών που τότε μόλις είχαν ανακαλυφθεί για τη χρώση κυτταρικών δομών, ανακάλυψε το 1879 ότι μια ορισμένη κατηγορία τους αποκάλυπτε ένα νηματοειδές υλικό στον πυρήνα(αργότερα ονομάστηκαν χρωμοσώματα). Χρησιμοποιώντας τις χρωστικές αυτές περιέγραψε την όλη διαδικασία της κυτταρικής διαίρεσης την οποία ονόμασε μίτωση – από την λέξη μίτος- νήμα, και έδωσε στα διάφορα στάδια της τα ονόματα που χρησιμοποιούνται και σήμερα..

Το συγκεκριμένο φαινόμενο αποκαλύπτει έναν αξιοθαύμαστο - για την ακρίβειά του - τρόπο, με τον οποίο η φύση εξασφαλίζει τη διαίωση της ζωής. Η σχολική εμπειρία φανερώνει ότι οι μαθητές ενδιαφέρονται να δουν τον μηχανισμό με τον οποίο τα κύτταρα «διαίρονται στα δύο», αναπτύσσονται οι οργανισμοί κλπ. Δηλαδή είναι ένα φαινόμενο που άμεσα εξαρτάται από τις οπτικές του αναπαραστάσεις που δεν περιορίζονται μόνον στις εικόνες που υπάρχουν στα σχολικά εγχειρίδια. Το φαινόμενο αυτό προϋποθέτει την απεικόνιση της κίνησης, η οποία διευκολύνεται με τη χρήση φιλμ ή κινουμένου σχεδίου. Σήμερα, εικόνες της βιολογίας απαντώνται εκτός από τα βιβλία και στο Διαδίκτυο Για αυτό το λόγο η έρευνά μας έγινε στο Διαδίκτυο με σκοπό να δούμε τις εναλλακτικές προτάσεις που προσφέρει. Τα αποτελέσματα καταγράφηκαν, ταξινομήθηκαν και σχολιάστηκαν. Είναι γεγονός ότι η έρευνα μας αποκάλυψε και απρόσμενες πλευρές αξιοποίησης του φαινομένου, τις οποίες θα σχολιάσουμε στη συνέχεια.

Διερεύνηση των απεικονίσεων της μίτωσης στο διαδίκτυο

Μεθοδολογία - Αποτελέσματα

Από τον πολύ μεγάλο αριθμό sites που υπάρχουν σχετικά με την μίτωση, χρησιμοποιήθηκε ένα τυχαίο δείγμα 112 από αυτά, στα οποία απεικονίζεται με διάφορους τρόπους το φαινόμενο. Οι πηγές δημιουργίας και σχεδιασμού αυτών των sites είναι ποικίλες, όπως πανεπιστημιακά και ερευνητικά ιδρύματα, κολέγια, εκπαιδευτικοί οργανισμοί, άτομα που προβάλλουν το έργο τους στην έρευνα και στην εκπαίδευση, σχολεία κτλ.

Η μέθοδος ανάλυσης και μελέτης των σχετικών εικόνων σε αυτά τα sites είναι η ανάλυση περιεχομένου. Η ταξινόμηση τους έγινε με βάση τις προθέσεις των δημιουργών-σχεδιαστών τους. Η μεγαλύτερη κατηγορία αναφέρεται σε αναπαραστάσεις που φαίνεται να έχουν διδακτικό στόχο. Έτσι, διακρίνονται οι ακόλουθες κατηγορίες :

A) Sites (66%) με αμιγώς εκπαιδευτικό χαρακτήρα, που απευθύνονται σε μικρούς ή μεγάλους μαθητές, σπουδαστές και εκπαιδευτικούς. Πρέπει να σημειωθεί ότι ενώ γενικά στο Διαδίκτυο σε ειδικά sites Ιστορίας της βιολογίας υπάρχουν πολλές αναφορές στον τρόπο που έγινε γνωστή η κυτταρική διαίρεση μόνο σε ένα από τα sites του δείγματος που έχουν διδακτική πρόθεση συνδέεται με (υποδειγματικό) εκπαιδευτικό τρόπο η μελέτη του φαινομένου με την ιστορία της επιστήμης.

Οι εικόνες στα sites αυτής της κατηγορίας είναι κλειστής νοητικής οργάνωσης δηλαδή αποτελούν μια πρόταση «έτοιμης» κωδικοποιημένης γνώσης. Συνήθως αφαιρετικά οργανώνουν - ερμηνεύουν το συνοδευτικό κείμενο, καθοδηγούν το δέκτη με τη βοήθεια εικαστικών στοιχείων - συμβόλων και βοηθούν το μαθητή να κατασκευάσει στέρεες γνωστικές δομές για τα υπό μελέτη θέματα. (Χαλκιά και Θεοδωρίδης 2002).

Τα sites αυτής της κατηγορίας διακρίνονται σε τρεις υποκατηγορίες με κύριο κριτήριο το είδος των εικόνων που χρησιμοποιούν :

A₁) Sites (16%) που περιέχουν σειρά φωτογραφιών των σταδίων της μίτωσης: φωτογραφίες που διαμορφώνουν ένα διάγραμμα ροής, αποδίδοντας με ρεαλιστικό τρόπο την «πραγματικότητα».

Στην υποκατηγορία αυτή εντάσσονται και sites που περιέχουν εκτός των φωτογραφιών και συνοδευτικές δραστηριότητες (ενημερωτικό υλικό που εκπαιδεύει τους μαθητές να φτιάχνουν μικροσκοπικά παρασκευάσματα για την παρατήρηση του φαινομένου), οι οποίες εμπλέκουν τους «αναγνώστες» τους μαθητές ή σπουδαστές, σε πιο ενεργητικές διαδικασίες σχετικές με τη μίτωση όπως π.χ. καταμέτρηση κυττάρων ανά στάδιο κ.ά.

A₂) Sites (27%) που περιέχουν σειρά σκίτσων – σχεδίων των σταδίων της μίτωσης, τα οποία επίσης διαμορφώνουν διάγραμμα ροής του φαινομένου. Αυτό που χαρακτηρίζει όλες τις εικόνες αυτής της κατηγορίας είναι ότι πρόκειται για απεικονίσεις που λιγότερο ή περισσότερο αφαιρετικά «περιγράφουν» την εξέλιξη του φαινομένου. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται από τις πρώτες «κλασσικές» αναπαραστάσεις της μίτωσης μέχρι πιο εξελιγμένες εικαστικά απεικονίσεις της..

A₃) Sites (23%) που αξιοποιούν τις δυνατότητες της κινούμενης εικόνας και απεικονίζουν την εξέλιξη του φαινομένου ως μια σειρά κινούμενων σχεδίων. Αυτά τα sites, έχουν σε κάποιο βαθμό και «αλληλεπιδραστικά στοιχεία» αλλά κυρίως παραπέμπουν στη λογική του «cartoon»(κινούμενου σχεδίου). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν: α) είτε sites που η εικόνα τους είναι λιτή, κοντά στην νεανική αισθητική και επικεντρώνονται στην κατανόηση μόνον των βασικών αρχών του φαινομένου, β) είτε sites με ελκυστική μεν αισθητική αλλά που ταυτόχρονα αποδίδουν το φαινόμενο με περισσότερες λεπτομέρειες, ώστε να εκφράζουν πιο πιστά την επιστημονική άποψη. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσεται και μικρό ποσοστό sites που παρουσιάζουν το φαινόμενο πολυτροπικά, δηλ. αξιοποιούν εναλλακτικούς, συμπληρωματικούς τρόπους απεικόνισης του, προκαλώντας πολλαπλές εμπειρίες στο μαθητή. Έτσι, εντοπίστηκαν περιπτώσεις sites, που συνδυάζουν διάφορες εικόνες, φωτογραφίες, διαγράμματα κτλ. με animation(κίνηση). Οι εικόνες σε αυτά αναδεικνύουν και επιμέρους μεμονωμένα στοιχεία ή δομές, που παρατηρούνται κατά την εξέλιξη του φαινομένου.

B) Sites (12%) που συνδυάζουν το φαινόμενο της μίτωσης με την τεχνολογία : αποτελούν «βήμα» προβολής επιτευγμάτων της τεχνολογίας, που αναφέρονται σε τεχνικές μικροσκοπησης και φωτογράφισης υψηλής ευκρίνειας. Σε αρκετές περιπτώσεις - και κυρίως στα μάτια των μη ειδικών - το αποτέλεσμα των φωτογραφιών αυτών είναι εικαστικά εντυπωσιακό. Συχνά φαίνεται να ξεπερνούν το όριο της επιστημονικής φωτογραφίας και να συνδυάζουν την επιστήμη με την τέχνη.

Γ) Sites (8%) ερευνητικών ιδρυμάτων και φορέων που προβάλλουν και γνωστοποιούν τα αποτελέσματα των ερευνητικών εργασιών τους, σε ένα μέρος των οποίων φαίνεται να υφίσταται και η μελέτη της μίτωσης. Παράδειγμα τέτοιου είδους είναι εργασίες που έχουν ως αντικείμενό τους την μελέτη του καρκίνου.

Δ) Sites (14%) που αναδεικνύουν τη σχέση του φαινομένου της μίτωσης με άλλες κατηγορίες, απρόσμενων –πολλές φορές- φαινομένων, όπως:

α) Η μίτωση ως πηγή έμπνευσης καλλιτεχνών: Τα sites αυτά στοχεύουν στη δημιουργία ενός εικαστικού και καλλιτεχνικού αποτελέσματος και έχουν διδακτική πρόθεση β) Η μίτωση ως πηγή έμπνευσης σχεδιαστών fractals γ) Η μίτωση ως «παράδειγμα» εκμάθησης παραγωγής κινούμενου σχεδίου δ) Διάφορα π.χ : Η μίτωση ως αφορμή για την υποστήριξη μεταφυσικών ιδεών. Σε αυτό το site, απεικονίζεται με κίνηση η μίτωση και ακολουθεί κείμενο θρησκευτικού περιεχομένου όπου το κύτταρο παρουσιάζεται ως το μέλος της εκκλησίας και ο οργανισμός συμβολίζει την εκκλησία.

Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει ότι :

- το Διαδίκτυο αποτελεί για τη βιολογία ένα ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο και πολύτιμη πηγή παροχής πολυτροπικής παρουσίας του φαινομένου της μίτωσης, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην καθημερινή εκπαιδευτική διαδικασία από μαθητές και εκπαιδευτικούς που θέλοντας να υπερβούν το στενό εικονικό πλαίσιο των σχολικών βιβλίων μπορούν να εμπλουτίζουν το μάθημά τους με εναλλακτικές εικόνες.
- το Διαδίκτυο προσφέρει επίσης μεγάλο αριθμό προτάσεων για μελέτη του φαινομένου με κινούμενες εικόνες. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στους μαθητές να το μελετούν οποιαδήποτε χρονική στιγμή και με οποιονδήποτε τρόπο, πράγμα που δεν θα συνέβαινε ακόμα και αν ο καθηγητής τους είχε προβλέψει την προβολή σχετικών με το φαινόμενο εκπαιδευτικών ταινιών στη σχολική αίθουσα.
- οι σχετικές αναπαραστάσεις (εικόνες και συνοδευτικά σχόλια), αν και με εκπαιδευτική πρόθεση, παρουσιάζονται χωρίς συσχέτιση με το ιστορικό παρελθόν που γέννησε τις γνώσεις μας για το φαινόμενο της κυτταρικής διαίρεσης..
- η ισχύς των μηνυμάτων που μεταφέρονται με το Διαδίκτυο για την παρουσίαση των επιστημονικών ιδεών επιβάλλει την προσεκτική σχεδίαση αυτών των πολυτροπικών αναπαραστάσεων. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται τυποποιημένοι «κώδικες» στην κατασκευή τους, που θεωρούνται αυτονόητοι από τους δημιουργούς τους αλλά δεν είναι από τους νεαρούς μαθητές π.χ. η μονοδιάστατη απεικόνιση των κυττάρων, η χρήση των χρωμάτων, ο ρυθμός διαίρεσης των κυττάρων (στις κινούμενες εικόνες) κλπ. Έτσι, είναι χρήσιμο να δίνονται οδηγίες για την χρήση τέτοιων κωδίκων.
- σε ορισμένες περιπτώσεις οι δημιουργοί των απεικονίσεων, προκειμένου να τις κάνουν ελκυστικές στους μαθητές, με στόχο την ευκολότερη κατανόηση των εννοιών που απεικονίζονται, χρησιμοποιούν ποικίλους συμβολισμούς και σκηνοθετικά ευρήματα, όχι κατά τη γνώμη μας πάντοτε απαραίτητα.
- οι εκπαιδευτικοί είναι χρήσιμο να παρεμβαίνουν επιλέγοντας και υποδεικνύοντας στους μαθητές τους τις κατά τη γνώμη τους χρήσιμες προτάσεις του Διαδικτύου.
- η «ανάγνωση» απεικονίσεων φαίνεται να δημιουργεί κάποιες δυσκολίες στους μαθητές, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για αφαιρετικές αναπαραστάσεις (Pinto et al. 2002). Επειδή όμως το αφαιρετικό σκίτσο θεωρείται στην εκπαίδευση στις Φ.Ε. σημαντικό εργαλείο για την κατανόηση του μηχανισμού των φαινομένων, θα μπορούσαμε να ασκήσουμε τους μαθητές προοδευτικά στην «ανάγνωση» τους εάν παραθέταμε συνδυαστικά φωτογραφία και σκίτσο, δηλαδή ρεαλιστική και αφαιρετική απεικόνιση του φαινομένου. Έτσι, όταν παρατίθεται η ρεαλιστική απεικόνιση του φαινομένου παράλληλα με την αφαιρετική, οι δύο αυτές απεικονίσεις αλληλοσυμπληρώνονται, πολλαπλασιάζοντας τη διδακτική τους αποτελεσματικότητα. Πολύ λίγα όμως sites βρέθηκαν να έχουν μια τέτοια προσέγγιση.

Βιβλιογραφία

- Lemke, J (1998) *Teaching All the Languages of Science: Words, Symbols. Images and Actions* Unpublished Paper for Barcelona Conference
<http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.htm>
- Ogborn, J& Sassi, E (1999) Introduction to *Symposium: Science teachers training in an information society (STTIS) 2: The innovative use of symbolic representations and informatic tools* : ESERA Research in Science Education - Proceedings .htm
- Pinto, R. (2002) *Introduction to the Science Teacher Training in an Information Society (STTIS) 2 project* Int.J.Educ. Vol.24, no.3, 227-234
- Pinto, R. & Ametller, J. (2002) *Students difficulties in reading images. Comparing results from four national research groups.* Int.J.Educ. Vol.24, no.3, 333-341
- Χαλκιά Κρ. & Θεοδωρίδης Μ. (2002), *Η χρήση της εικόνας στα εγχειρίδια των φυσικών επιστημών: ένα σύστημα ταξινόμησης και αξιολόγησης των εικόνων*, Θέματα στην Εκπαίδευση, Εκδ. Leader Books, Τόμος 3, Τεύχος 1, σ. 79-95.