

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2005)

3ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ



Ψηφιοποίηση μηχανικών αναλογιών που αντιπροσωπεύουν φυσικοχημικές έννοιες και φαινόμενα με χρήση των προγραμμάτων Flash και Dreamweaver

Αναστασία Γεωργιάδου, Νικόλαος Γράβος, Νικόλαος Σπυρέλλης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Γεωργιάδου Α., Γράβος Ν., & Σπυρέλλης Ν. (2024). Ψηφιοποίηση μηχανικών αναλογιών που αντιπροσωπεύουν φυσικοχημικές έννοιες και φαινόμενα με χρήση των προγραμμάτων Flash και Dreamweaver. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 258–263. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/6237>

ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΝΑΛΟΓΙΩΝ ΠΟΥ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΟΥΝ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ FLASH ΚΑΙ DREAMWEAVER

Γεωργιάδου Αναστασία
Δρ. Διδακτικής Φ.Ε., Επιμορφώτρια
ΤΠΕ, Πειραμ. Λύκειο Αναβρύτων
E-mail: anavasi@otenet.gr,
tgeorg@sch.gr

Γράβος Νικόλαος
ΜΔΕ Διδακτικής Χημείας
Χημικός Βιομηχανίας
E-mail: nchemgravos@hotmail.com

Σπυρέλλης Νικόλαος
Καθηγητής Τμήματος Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ
E-mail: nspyr@orfeas.chemeng.ntua.gr, spyrellis@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία, αποδίδονται με τη μορφή της ανθρωπομορφικής αναλογίας οι έννοιες του χημικού δεσμού και της χημικής αντίδρασης. Ειδικότερα, μελετάται ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός και ο ομοιοπολικός δεσμός, καθώς και οι οξειδοαναγωγικές και οι μεταθετικές αντιδράσεις. Στην κατηγορία των οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων δίνονται οι ανθρωπομορφικές αναλογίες και οι προσομοιώσεις των αντιδράσεων σύνθεσης, αποσύνθεσης και διάσπασης, καθώς και απλής αντικατάστασης. Στην κατηγορία των μεταθετικών αντιδράσεων δίνονται οι ανθρωπομορφικές αναλογίες και οι προσομοιώσεις των αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης και μελετάται το φαινόμενο της εξουδετέρωσης. Μηχανικές αναλογίες- δοκιμασμένες για την αποτελεσματικότητά τους ως διδακτικά εργαλεία- που ανευρίσκονται στη σχολική χημική βιβλιογραφία ψηφιοποιήθηκαν με σκοπό να αποδοθεί δυναμικά η κίνηση των ανθρωπομορφών οι οποίες αντιπροσωπεύουν χημικά στοιχεία, ιόντα ή ενώσεις που σχηματίζουν δεσμούς και προϊόντα αντιδράσεων. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του δικτυακού ψηφιακού υλικού είναι τα προγράμματα Dreamweaver (ανάπτυξη ιστοσελίδας) και Flash. (απόδοση κίνησης). Η εφαρμογή προσφέρεται να υποστηρίξει το e-learning.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Χημικός δεσμός, είδος χημικής αντίδρασης, διδακτικό εργαλείο, ανθρωπομορφική αναλογία, ψηφιοποίηση μηχανικής αναλογίας, e-learning

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μάθημα της Χημείας περιλαμβάνει έννοιες, ορισμούς, φαινόμενα και παρατηρήσεις, που πολλές φορές, προκειμένου να προσεγγίσουμε την κατά το δυνατόν πιστότερη ερμηνεία και ανάλυσή τους, απαιτείται ιδιαίτερη προσπάθεια τόσο από τον καθηγητή της Χημείας, όσο και από τους μαθητές. Ο καθηγητής της Χημείας οφείλει να γνωρίσει στους μαθητές τα χημικά φαινόμενα και τους χημικούς νόμους, ενώ παράλληλα θα πρέπει να παρουσιάσει τον υλικό κόσμο μέσα από την παρατήρηση και το πείραμα. Στο δύσκολο αυτό έργο του δρουν επικουρικά τα πολύτιμα διδακτικά εργαλεία (Rigney & Lutz, 1993).

Οι βασικές αρχές διδασκαλίας, που ο καθηγητής χρησιμοποιεί ως γνώμονα, στο σχεδιασμό της διδασκαλίας του είναι αυτές της εποπτείας, του εποικοδομητισμού, της επαγωγής, της καθοδηγούμενης ανακάλυψης, του παιδοκεντρισμού, καθώς και της ελκυστικότητας και του ενδιαφέροντος (Γεωργιάδου, Σπυρέλλης, κ.ά 1997). Μάλιστα, για την επίτευξη του καλύτερου δυνατού μαθησιακού αποτελέσματος καταφεύγει στη χρήση ερωτήσεων, σωκρατικών διάλογων, λύση προβλημάτων, γνωστικής σύγκρουσης, εννοιολογικών χαρτών, δραματικού παιχνιδιού,

μεταφορών, αναλογιών, μοντελοποιήσεων και, τα τελευταία χρόνια, προσομοιώσεων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ειδικότερα, με τη βοήθεια του υπολογιστή και τη χρήση των νέων τεχνολογιών (πολυμέσων), οι μαθητές μπορούν να κατανοούν τις νέες φυσικοχημικές έννοιες, αφού διευκολύνονται από μαθησιακά περιβάλλοντα, τα οποία παρέχουν πολλαπλές αναπαραστάσεις της πραγματικότητας.

ΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΧΗΜΕΙΑ

Ο καθηγητής της Χημείας πλαισιώνει το μάθημά του με την εισαγωγή αναλογιών (Treagust 1992), μοντέλων, και παραδειγμάτων, τα οποία εξυπηρετούν κοινούς σκοπούς στη διαδικασία της μάθησης (Σταυρίδου 1995 & 1991), με αποτέλεσμα το «ξένο» να καταστεί «οικείο». Συγκεκριμένα, με τη σωστή εισαγωγή και την κατάλληλη χρήση των διδακτικών αυτών εργαλείων καθίσταται αποτελεσματική η κατανόηση και η μάθηση πληθώρας εννοιών, νόμων, φαινομένων και θεωριών της Χημείας σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Οι αναλογίες, τα μοντέλα και τα παραδείγματα διευκολύνουν την κατανόηση αφηρημένων εννοιών, είτε υποδεικνύοντας ομοιότητες με τον πραγματικό κόσμο είτε οπτικοποιώντας την αφηρημένη έννοια (Reinders 1991). Επιπλέον, προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών, ενεργοποιούν τη σκέψη τους και ανοίγουν νέους ορίζοντες στη διαδικασία της μάθησης.

Συμπληρωματικά, θα πρέπει να αναφερθούν και οι περιπτώσεις εκείνες όπου οι επιστήμονες και όχι μόνο, προσδίδουν ανθρώπινες ιδιότητες και συμπεριφορές σε άψυχα αντικείμενα ή αφηρημένες έννοιες, προκειμένου να καταστήσουν εύληπτες τις απόψεις ή τις ιδέες τους. Τότε γίνεται λόγος για τη χρήση των ανθρωπομορφικών αναλογιών (Σαραντόπουλος 1997 & 2000). Οι ανθρωπομορφικές αναλογίες βρίθουν στη Χημεία (Ingham and Gilbert 1991). Η χημική συγγένεια, ο χημικός δεσμός και οι ακόρεστες ενώσεις μπορούν να αποδοθούν ως ανθρωπομορφικές αναλογίες στο μάθημα της Χημείας (Γεωργιάδου Α., κ.ά. 1993).

Στην παρούσα εργασία αποδίδονται με τη μορφή ανθρωπομορφικών αναλογιών οι έννοιες του χημικού δεσμού και της χημικής αντίδρασης. Ειδικότερα, αποδίδεται ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός και ο ομοιοπολικός δεσμός, καθώς και οι οξειδοαναγωγικές και οι μεταθετικές αντιδράσεις. Στην κατηγορία των οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων δίνονται παράλληλα ανθρωπομορφικές αναλογίες και προσομοιώσεις των αντιδράσεων σύνθεσης, αποσύνθεσης και διάσπασης, καθώς και απλής αντικατάστασης. Στην κατηγορία των μεταθετικών αντιδράσεων δίνονται ανθρωπομορφικές αναλογίες και προσομοιώσεις των αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης και μελετάται το φαινόμενο της εξουδετέρωσης.

ΟΙ ΤΠΕ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΟΥΝ ΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Είναι γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια οι νέες τεχνολογίες βρίσκονται σε μια διαδικασία ένταξης και ενσωμάτωσής τους στα διάφορα εκπαιδευτικά συστήματα και σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Είναι εμφανής η προσπάθεια για ανάπτυξη υπολογιστικής και δικτυακής υποδομής στα σχολεία, αλλά και υπολογιστικής υποστήριξης της μάθησης μέσω της χρήσης λογισμικού και ψηφιακού υλικού (Losfeld J., 1984). Οι υπολογιστικές και δικτυακές τεχνολογίες στον τομέα της μάθησης παρέχουν τόσο στους διδάσκοντες, όσο και στους διδασκόμενους, τη δυνατότητα προσέγγισης της γνώσης αποδεσμευμένης από το χώρο και το χρόνο. Πρόκειται, λοιπόν, για έναν εναλλακτικό τρόπο εκπαίδευσης που δίνει στον εκπαιδευόμενο τη δυνατότητα πρόσβασης στο εκπαιδευτικό υλικό μέσω του διαδικτύου και που ονομάζεται e-learning. Το e-learning προϋποθέτει διαδικασία εκμάθησης μέσω προγραμμάτων που υποστηρίζονται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τις σύγχρονες τεχνολογίες της πληροφορίας και των επικοινωνιών.

Γενικά, κάθε πρόγραμμα ή λογισμικό που επιτρέπει τη χρήση του υπολογιστή στην εκπαίδευση αποδίδεται με τον όρο «εκπαιδευτικό λογισμικό». Την καταλληλότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού για τη χρήση του στην εκπαιδευτική διαδικασία οριοθετεί ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός του, ο οποίος πρέπει να στηρίζεται σε σύγχρονες παιδαγωγικές αρχές, όπως είναι η εποικοδομητική αντίληψη για τη μάθηση, η συνεργατική μάθηση και η αποφυγή των διακρίσεων (φυλετικών, κοινωνικών, κ.α.).

Επιπρόσθετα, ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού λογισμικού προϋποθέτει τη συνεργασία πολλών γνωστικών κλάδων και ειδικών από αντίστοιχους επιστημονικούς χώρους, όπως είναι η γνωστική ψυχολογία, οι καλές τέχνες, η κοινωνιολογία και η φιλοσοφία. Μάλιστα, η συνδυαστική χρήση των διάφορων πολυμεσικών πόρων, όπως είναι το κείμενο / υπερκείμενο, τα γραφικά (εικόνες, πίνακες, γραφήματα), ο ήχος, το κινούμενο σκίτσο και το βίντεο, ολοκληρώνει το σχεδιασμό ενός επιτυχημένου εκπαιδευτικού λογισμικού.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Τα εργαλεία ανάπτυξης του δικτυακού αυτού ψηφιακού υλικού με μορφή ιστοσελίδων που χρησιμοποιήθηκαν είναι κυρίως το Dreamweaver (Crowder, 2001), και το Flash (Pucknell, Hogg, Swann, 2004).

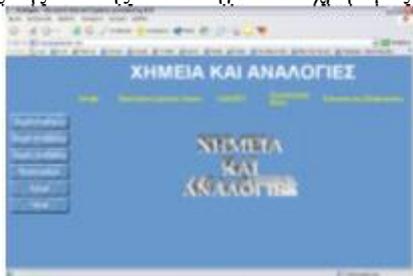
ΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ - ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ Η/Υ

1. Για επεξεργασία εικόνας το πρόγραμμα **Photoshop 7.0.1** της εταιρίας Adobe.
2. Για επεξεργασία ήχου το πρόγραμμα **Cool Edit 2000** της εταιρίας Syntrillium.
3. Για τις κινούμενες εικόνες (animation) το **FLASH MX** της Macromedia.
4. Για δημιουργία ιστοσελίδας το **DREAM WEAVER MX** της Macromedia.

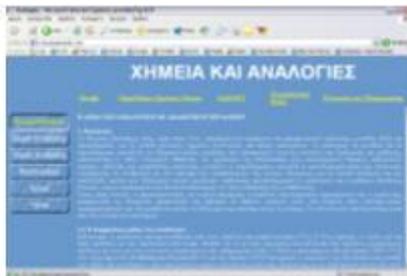
Για να αξιοποιηθούν καλύτερα οι προτεινόμενες στην εργασία ιστοσελίδες απαιτείται ο υπολογιστής να διαθέτει: Επεξεργαστή Pentium III στα 800 MHz., Μνήμη RAM 128 MB, ανάλυση οθόνης 1024x758 pixel, ελεύθερο χώρο στο σκληρό δίσκο 400 MB.

ΟΔΗΓΟΣ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ

Ξεκινώντας ο χρήστης την παρακολούθηση του ψηφιακού υλικού θα βρεθεί στην εισαγωγική σελίδα Σχ.1. Τα κουμπιά της ιστοσελίδας δείχνουν καθαρά το τι θα συναντήσει κανείς όταν τα επιλέξει. Υπάρχει μια σειρά από κουμπιά αριστερά της οθόνης και μια από συνδέσμους στο επάνω μέρος της οθόνης που οδηγούν σε χρήσιμες συνδέσεις στο διαδίκτυο.



Σχήμα 1. Αρχική σελίδα



Σχήμα 2. Πατώντας το κουμπί “Θεωρία Αναλογιών”, εμφανίζεται στο κεντρικό τμήμα της ιστοσελίδας η θεωρία που αναφέρεται στις αναλογίες

Η μετακίνηση της γραμμής κύλισης προς τα κάτω (στο δεξιό μέρος της οθόνης) επιτρέπει στο χρήστη να δει το πλήρες κείμενο. Στη συνέχεια πατώντας το κουμπί “Χημικές Αντιδράσεις” εμφανίζεται ένα υποκατάλογος με τα είδη των χημικών αντιδράσεων.

Πατώντας τον υπερσύνδεσμο π.χ. “Διπλής αντικατάστασης” εμφανίζονται στο κεντρικό μέρος της ιστοσελίδας δυο αρχεία γραφικών (flash animation).

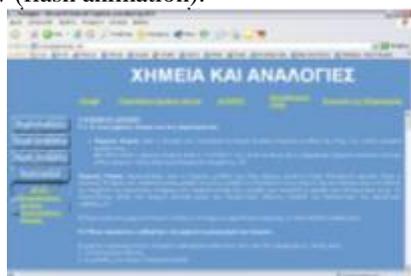


Σχήμα 3. Με το πάτημα του Play στο αρχείο *ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΔΙΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ* αρχίζει να εξελίσσεται στην οθόνη η ανθρωπομορφική αναλογία

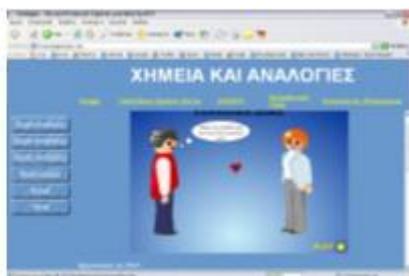


Σχήμα 4. Με το πάτημα του κουμπιού στο αρχείο *ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΔΙΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ* αρχίζει να εξελίσσεται στην οθόνη μας η ανάλογη προσομοίωση με τα κλασσικά σφαιρίδια

Πατώντας το κουμπί “Θεωρία Δεσμών” εμφανίζεται στο κεντρικό τμήμα της ιστοσελίδας η θεωρία που αναφέρεται στους χημικούς δεσμούς και ειδικότερα στον ετεροπολικό και ομοιοπολικό δεσμό. Στη συνέχεια πατώντας το κουμπί “Δεσμοί”. Πατώντας τον υπερσύνδεσμο π.χ. “Ετεροπολικός δεσμός” εμφανίζεται στο κεντρικό μέρος της ιστοσελίδας δυο αρχεία γραφικών (flash animation).



Σχήμα 5. Στο κεντρικό τμήμα της ιστοσελίδας η θεωρία που αναφέρεται στους χημικούς δεσμούς, ειδικότερα στον ετεροπολικό και ομοιοπολικό δεσμό



Σχήμα 6. Με το πάτημα του κουμπιού στο αρχείο “*ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΕΤΕΡΟΠΟΛΙΚΟΥ ΔΕΣΜΟΥ*” αρχίζει να εξελίσσεται στην οθόνη η ανθρωπομορφική αναλογία

Ολοκληρώνοντας, προτείνουμε τη χρήση της πολυμεσικής αυτής εφαρμογής, αφού προσαρμόζει τη μάθηση στα μέτρα κάθε χρήστη, ο οποίος μπορεί να κατακτήσει τη γνώση προοδευτικά και να εισχωρήσει σε γνωστικά πεδία χωρίς να διαθέτει το επαρκές γνωστικό υπόβαθρο. Βέβαια, η γνώση παρουσιάζεται με εικόνα και ήχο, προσελκύοντας όχι μόνο το ενδιαφέρον του χρήστη, άλλα και παρέχοντάς του την ίδια τη γνώση προσομοιωμένη με φυσικό και ρεαλιστικό τρόπο.

Η επιλογή των προγραμμάτων ανάπτυξης ήταν στη βάση να χρησιμοποιηθούν εντυπωσιακά προγράμματα σχεδίασης Web που πέραν της εύχρηστης εφαρμογής τους, να είναι ευχάριστα, δίνουν την αίσθηση της δημιουργικής ικανοποίησης στον δημιουργό ιστοσελίδων και μεγάλη

ποικιλία δυνατοτήτων στους σχεδιαστές στην αξιοποίηση εικόνων, ήχου, κίνησης και υψηλής ποιότητας γραφικών.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Κλείνοντας επισημαίνουμε ότι ο βασικός άξονας διεκπεραίωσης της παρούσας πολυμεσικής εφαρμογής κατευθύνεται προς την ανάπτυξη σύγχρονου εκπαιδευτικού υλικού για το μάθημα της Χημείας, που να ανταποκρίνεται στις σημερινές εκπαιδευτικές απαιτήσεις. Το υλικό αυτό θα είναι στη διάθεση των διδασκόντων τόσο στη δευτεροβάθμια, όσο και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ παράλληλα κοινή φιλοδοξία αποτελεί η σωστή και η εποικοδομητική αξιοποίησή του.

Συγκεκριμένα, η ενσωμάτωση της χρήσης της πολυμεσικής αυτής εφαρμογής στην καθημερινή εκπαιδευτική διαδικασία δύναται να συμπληρώσει το Πρόγραμμα Σπουδών, βελτιώνοντας όχι μόνο το πρόβλημα της ρευστότητας της διδασκόμενης ύλης, αλλά και της ίδιας της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Επιπλέον, πρόκειται για εκπαιδευτικό υλικό που είναι ιδιαίτερα εύχρηστο, αφού ο μαθητής μπορεί να έχει εύκολη πρόσβαση σε αυτό, δίνοντας του την δυνατότητα να προσεγγίσει και να επεξεργαστεί σύνθετες επιστημονικές έννοιες με ποικίλους συνδυασμούς και δυνατότητες. Επιπρόσθετα, αφού είναι διαδικτυακό εκπαιδευτικό υλικό, μπορεί να συντελεστεί η συνεχής, αλλά και η ποιοτική αναβάθμισή του, μεταβάλλοντας δυναμικά το επίπεδο της εκπαίδευσης. Μάλιστα, ένα ακόμα πλεονέκτημα της χρήσης του υλικού αυτού αποτελεί το γεγονός ότι είναι διαθέσιμο δωρεάν.

Η εφαρμογή των πολυμέσων στην εκπαίδευση αποτελεί πλέον αδήριτη ανάγκη. Η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας, το σχετικό μικρό κόστος των συσκευών που είναι απαραίτητες, αλλά και όλα αυτά τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η γνώση του ηλεκτρονικού υπολογιστή με πολυμέσα ως μέσου υποβοήθησης της μάθησης κρίνουν αναγκαία την παραγωγή τέτοιων πολυμεσικών εφαρμογών. Ειδικότερα, η διάθεση ελληνικών εκπαιδευτικών τίτλων που βασίζονται στο αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας μπορεί να αποτελέσει το έναυσμα για τη βελτίωση και την προώθηση της εκπαιδευτικής έρευνας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Crowder, D. & R. (2001), *Πλήρες Εγχειρίδιο Dreamweaver 4*, Εκδ. Γκιούρδας, Αθήνα.
2. Gabel, D. L & Sherwood, R.D (1980). Effect of using analogies on chemistry achievement according to Piagetian level. *Science Education*, **64**,709-716.
3. <http://www.macromedia.com/software/flash>
4. <http://www.macromedia.com/devnet/mx/dreamweaver/templates.html>
5. <http://www.allweb.gr/gr/articles.asp?p=2002-89>
6. Ingham A. and Gilbert J., (1991), *The use of analogue models by students of chemistry at higher education level*, *Science Education*, VOL. 13, NO 2, 193-202.
7. Losfeld J. (1984), *L' enseignement assiste par ordinateur, moyen de lutte contre s' echec scolaire*, στο «L' Informatique au college», Dossier EPI No 4, supplement au bulletin d' Association Enseignement Public et Informatique, 63-69.
8. Pucknell, Hogg, Swann (2004), *Πλήρες Εγχειρίδιο του Flash MX*, Εκδ. Γκιούρδας, Αθήνα.
9. Reinders Duit. (1991), *On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science*, *Science Education*, 75(6), 649-672.
10. Rigney J. and Lutz K., (1993), *Effect of Graphic Analogies of Concepts in Chemistry on Learning and Attitude*, VOL68, NO 3, 305-311.
11. Thagard P. (1992), *Analogy, Explanation, And Education*, *Journal of research in science teaching*, VOL.29. NO 6, 537-544.

12. Treagust D. F. (1992), *Science teachers use of analogies: observation from classroom practice*, Science and Mathematics Education Centre, vol. 14, No 4, 413-422.
13. Γεωργιάδου Α., Αγγελόπουλος Β. και Ζαρωτιάδου Ε., (1993), *Μοντέλα & Μηχανικά Ανάλογα στη Διδακτική της Χημείας*, 3ο Σεμινάριο Διδ/κής της Χημείας της Ε.Ε.Χ.
14. Γεωργιάδου Α., Καφετζόπουλος Κ., Προβής Ν., Χηνιάδης Δ. και Σπυρέλλης Ν. (1997) *Χημεία Β' γυμνασίου* - βιβλίο καθηγητή, εκδ. ΟΕΒΔ, Αθήνα.
15. Σαραντόπουλος Π. (1997), *Παιχνίδια, αναλογίες και ιστορικές πληροφορίες στη Διδακτική της Χημείας, με έμφαση στις αναλογίες με έντονο κοινωνικό περιεχόμενο. Επιπτώσεις στην διδακτική πράξη, στη στάση των μαθητών και στη μάθηση*. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
16. Σαραντόπουλος Π. (2000), *Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Διδακτική της Χημείας- Θέματα σε μεταπτυχιακό επίπεδο*, σελ.
17. Σταυρίδου Ε. (1995), *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης*, Εκδ. Σαββάλας, Αθήνα.
18. Σταυρίδου Ε. (1991). *Τα επιστημονικά μοντέλα στη διδασκαλία της χημείας – Μαθησιακές δυσκολίες: αιτίες, αποτελέσματα, προτάσεις*, Χημικά Χρονικά, 53, (5), 133-135.