

**Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΚΡΙΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΟΥ.
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ
ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑ**

Πολυχρόνης Καραγκιοζίδης
Χημικός
Σχολικός Σύμβουλος Χαλκιδικής

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΡΙΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ.

Στους γενικούς σκοπούς όλων, σχεδόν, των μαθημάτων, του αναλυτικού προγράμματος σπουδών, περιλαμβάνεται και η ανάπτυξη της κριτικής και δημιουργικής σκέψης των μαθητών.

Ο υπερτονισμός της ανάγκης για ενίσχυση της κριτικής και δημιουργικής σκέψης δικαιολογείται από το γεγονός ότι στην εποχή μας, ο όγκος των πληροφοριών που δεχόμαστε είναι τεράστιος. Επομένως ο σύγχρονος άνθρωπος, πρέπει να έχει την ικανότητα συλλογής, αξιολόγησης, οργάνωσης και αξιοποίησης των πληροφοριών.

Τα κύρια χαρακτηριστικά της κριτικής σκέψης είναι η αμφισβήτηση, η επιλογή και η επανεξέταση. Επομένως οι απαιτούμενες μαθησιακές δεξιότητες είναι: Συλλογή δεδομένων, οργάνωση δεδομένων, ανάλυση δεδομένων, υπέρβαση των δεδομένων και αξιολόγηση των δεδομένων. Ο Bloom θεωρεί ότι αναπόσπαστο στοιχείο της κριτικής σκέψης είναι η αξιολόγηση.

Για την κριτική σκέψη υπάρχουν πολλοί ορισμοί. Όλοι όμως περιλαμβάνουν την ικανότητα συγκέντρωσης, αξιολόγησης και αποτελεσματικής χρησιμοποίησης των πληροφοριών. (Beyer , 1985) .

Η διδασκαλία κριτικής σκέψης προϋποθέτει:

Αύξηση του χρόνου αναμονής των ερωτήσεων, ώστε να δοθεί ικανοποιητικός χρόνος για αναστοχασμό, χρήση ανοιχτών ερωτήσεων, ενθάρρυνση της χρήσης αξιολόγησης.

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, τα προγράμματα καλλιέργειας κριτικής σκέψης πρέπει να αποσκοπούν όχι μόνον στην εξαγωγή συμπερασμάτων, αλλά στον έλεγχο της ορθότητας και στη διάκριση κινήτρων και στόχων.

Σύμφωνα με τον Η. Ματσαγγούρα τα δομικά στοιχεία της κριτικής σκέψης είναι:

Οι λογικοί συλλογισμοί: Επαγωγικός, απαγωγικός, αναλογικός.

Οι γνωστικές δεξιότητες : Συλλογής δεδομένων, οργάνωσης δεδομένων, ανάλυσης δεδομένων, υπέρβασης δεδομένων.

Το μεταγνωστικό: Γνώση, δεξιότητες, στάσεις.

Τα δομικά στοιχεία της κριτικής σκέψης, σύμφωνα με τον Η. Ματσαγγούρα, φαίνονται στην τρίτη ενότητα του εκπαιδευτικού σεναρίου της πρότασης επιμορφωτικού προγράμματος.

Η αναφορά στην κριτική σκέψη, συνοδεύεται συνήθως από την αναφορά στην δημιουργική σκέψη, χωρίς να γίνεται πάντοτε διάκριση μεταξύ των δύο.

Θα επισημανθεί η διαφορά με παραδείγματα και αναφορές από το χώρο της χημείας.

Στη βιβλιογραφία επίσης αναφέρεται ότι: Η κριτική σκέψη είναι συγκλίνουσα και οδηγεί σε μία ή στην καλύτερη λύση. Εδράζει κυρίως στον αριστερό λοβό του εγκεφάλου. Αντίθετα η δημιουργική σκέψη είναι αποκλίνουσα και οδηγεί σε πολλές λύσεις. Εδράζει κυρίως στον αριστερό λοβό του εγκεφάλου.

Οι «λύσεις» που αναφέρθηκαν δεν έχουν σχέση με τις «λύσεις» των ασκήσεων και προβλημάτων χημείας φυσικής και μαθηματικών των σχολικών διαγωνισμών. Στην προηγούμενη αναφορά ο όρος «λύση» υποδηλώνει το δρόμο για την επίτευξη του στόχου. Η φράση: «περισσότερες της μιας λύσεις» υποδηλώνει «περισσότερους του ενός δρόμους για την επίτευξη του ιδίου στόχου». Αντίθετα στα μαθήματα που προαναφέρθηκαν, η φράση: «το

πρόβλημα (ή η άσκηση) έχει δύο λύσεις» υποδηλώνει ότι υπάρχουν δύο διαφορετικά αποτελέσματα που επαληθεύουν τα δεδομένα του προβλήματος, στα οποία καταλήγουμε ακλουθώντας τον ίδιο δρόμο. Αναφέρω παράδειγμα από το χώρο της χημείας από προσωπικό μου σύγγραμμα:

Άσκηση (χημείας):

10L Μετρημένα σε *stp* μίγματος H_2 και O_2 βρίσκονται σε κλειστό δοχείο. Το μίγμα αναφλέγεται και εκλύονται 14,5Kcal. Να βρεθεί η σύσταση του μίγματος. Δίνεται η θερμότητα σχηματισμού του H_2O : 58 Kcal/mol.

Απάντηση: 5,6L H_2 και 4,4L O_2 ή 7,2L H_2 και 2,8L O_2

Οι λύσεις στο προηγούμενο πρόβλημα είναι δύο, δηλαδή υπάρχουν δύο διαφορετικά μίγματα που επαληθεύουν τα δεδομένα του προβλήματος.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ

Τα γνωστικά προϊόντα της κριτικής σκέψης είναι: οι έννοιες, οι κρίσεις, οι γενικεύσεις, τα σχήματα, οι διαδικασίες, οι αξίες και οι στάσεις.

Σύμφωνα με τους Beyer 1988, Woolfolk 1998 η διδασκαλία της κριτικής σκέψης πρέπει να αποσκοπεί ώστε ο μαθητής να μπορεί να:

- διακρίνει τα τεκμηριωμένα γεγονότα από τους αξιολογικούς ισχυρισμούς.
- διακρίνει τις σχετικές από τις άσχετες πληροφορίες.
- προσδιορίζει κατά πόσο η ακρίβεια μιας δήλωσης επαληθεύεται από τα γεγονότα.
- ελέγχει την επάρκεια των δεδομένων που έχει στη διάθεσή του.
- προσδιορίζει το βαθμό αξιοπιστίας μιας πηγής πληροφοριών.
- εντοπίζει ασαφείς ισχυρισμούς, «σαθρά» επιχειρήματα, λανθάνουσες – άδηλες υποθέσεις.
- αναγνωρίζει τη μεροληψία, τα στερεότυπα, τα «κλισέ», τις προκαταλήψεις.
- εντοπίζει τις λογικές πλάνες, την προπαγάνδα, τις επιδράσεις της συναισθηματικής φόρτισης.
- αναγνωρίζει λογικές ασυνέπειες σε ένα συλλογισμό.
- προσδιορίζει τη συνέπεια και την ισχύ ενός επιχειρήματος ή ισχυρισμού.

Διατυπώνοντας λίγο διαφορετικά κάποια από τα προηγούμενα θα αναφέρω ακόμη:

Να μπορεί ο μαθητής να διαγνώσει σκοπούς και κίνητρα. Αναφέρω ως παραδείγματα:

1) Γιατί κάποιοι αποδέχονται την αστρολογία; Απάντηση: αν είναι αστρολόγοι έχουν ως κίνητρο το κέρδος. Αν είναι οπαδοί των αστρολόγων (δηλαδή αφελείς) έχουν, όπως όλοι μας, την αυταρέσκεια να υποστηρίζουν τις πεποιθήσεις τους.

2) Γιατί κάποιοι ισχυρίζονται ότι «μας ψεκάζουν»; Απάντηση: σε κάποιους αρέσει να δημιουργούν φάρσες.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Αναπόσπαστο στοιχείο της κριτικής σκέψης είναι η αξιολόγηση των πληροφοριών τις οποίες συλλέγει ο μαθητής, αλλά και των υποθέσεων τις οποίες διατυπώνει, προκειμένου από αυτές να συνθέσει τρόπους επίλυσης των προβλημάτων γενικώς. Αυτό θα το πετύχει με την κατάλληλη διδασκαλία του καθηγητή αλλά και από την ανταλλαγή απόψεων με τους συμμαθητές του.

Επομένως ο καθηγητής οφείλει: Να θέτει ασκήσεις και προβλήματα με κατάλληλη διατύπωση. Αυτό απαιτεί ενδεχομένως διαφορετική διατύπωση των προβλημάτων και επιλογή σωστών ερωτημάτων. Δηλαδή ο καθηγητής θα πρέπει να έχει την ικανότητα και την εμπειρία να συνθέτει ασκήσεις και προβλήματα.

Αν ο καθηγητής είναι αρχάριος, θα καταφέρει να ανταποκριθεί από την ανταλλαγή εμπειριών με άλλους καθηγητές και κυρίως με το Σχολικό Σύμβουλο της ειδικότητάς του.

Ακόμη για να μπορεί ο μαθητής να αξιολογεί τη σκέψη του, θα πρέπει να ανταλλάσει πληροφορίες και εμπειρίες με τους συμμαθητές του. Οι καθηγητές όμως δεν θέλουν ούτε να

ακούσουν για ομαδοκεντρική διδασκαλία στο Λύκειο. Λύση στο πρόβλημα αποτελεί η ανάθεση κατ' οίκον εργασιών, ατομικών και ομαδικών. Οι ομαδικές κατ' οίκον εργασίες αποτελούν μια μορφή ομαδοκεντρικής διδασκαλίας. Για το λόγο αυτό θα πρέπει οι καθηγητές να πεισθούν για τη χρησιμότητά τους.

Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΚΡΙΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ

Οι καθηγητές αρνούνται να εφαρμόσουν νέες ή διαφορετικές από αυτές που γνωρίζουν μορφές και μεθόδους διδασκαλίας, κατάλληλες για την ανάπτυξη κριτικής σκέψης, όπως ανακαλυπτική και βιωματική μάθηση, εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και εννοιολογική αλλαγή.

Οι παλιοί εκπαιδευτικοί επικαλούνται το γεγονός ότι εφαρμόζουν τις δικές τους τεχνικές για τις οποίες ισχυρίζονται ότι είναι πετυχημένες, επικαλούμενοι το γεγονός ότι τις αποδέχονται οι μαθητές και ότι από την εφαρμογή τους επί σειρά ετών, οι μαθητές τους εισάγονται στα Πανεπιστήμια. Κάποιοι μάλιστα αναφέρουν την προϋπηρεσία τους σε ιδιωτικά Σχολεία και φροντιστήρια όπου οι μαθητές τους επέλεξαν για το έργο τους.

Όλοι οι εκπαιδευτικοί ισχυρίζονται συνήθως ότι οι «νέες» μορφές διδασκαλίας είναι χρονοβόρες και επικαλούνται το άγχος της κάλυψης της διδακτέας ύλης.

Με τα επιμορφωτικά του προγράμματα ο Σχολικός Σύμβουλος θα πρέπει να πείσει τους εκπαιδευτικούς ν' αλλάξουν συνήθειες. Συγκεκριμένα: να πεισθούν ότι δεν είναι όλες οι μορφές διδασκαλίας χρονοβόρες και ότι εφαρμόζοντας κάτι διαφορετικό, ενδεχομένως το μάθημα τους θα γίνει περισσότερο ελκυστικό και αποδοτικό.

ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Επιλέγω ως τίτλο του προγράμματος:

«Η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, μέσω της ανακαλυπτικής και βιωματικής μάθησης».

Εκτός από τον κύριο στόχο του προγράμματος, που είναι η ενθάρρυνση για καλλιέργεια δεξιοτήτων κριτικής σκέψης στους μαθητές, το πρόγραμμα θα πρέπει να έχει παράλληλα και τους εξής στόχους:

1) Να ενθαρρυνθούν οι επιμορφούμενοι στην εφαρμογή διαφορετικών μεθόδων διδασκαλίας, πέραν των παραδοσιακών, οι οποίες διευκολύνουν τη διδασκαλία της κριτικής σκέψης.

2) Να ενθαρρυνθούν στη χρήση εργαστηριακών ασκήσεων, ως μέσου διδασκαλίας και πρόκλησης ενδιαφέροντος στους μαθητές. Αναφέρομαι στον κλάδο ΠΕ04.

3) Να πεισθούν ότι οι δύο προηγούμενοι στόχοι δεν προϋποθέτουν χρονοβόρες προετοιμασίες και διαδικασία εκτέλεσης.

4) Να βιώσουν οι καθηγητές την απόκτηση μεταγνωστικών δεξιοτήτων, μέσω της δικής τους αλλαγής στάσης.

Το πρόγραμμα θα περιλαμβάνει:

1) Συνοπτική περιγραφή με απλά παραδείγματα των εννοιών και τεχνικών που αναφέρονται στον τίτλο, πλην της κριτικής σκέψης. (στην αρχή).

2) Ειδική και λεπτομερέστερη αναφορά στην κριτική σκέψη, όπως περίπου περιγράφεται στο κεφάλαιο «Γενικά περί κριτικής σκέψης»

3) Τρεις εργαστηριακές ασκήσεις, από τις οποίες οι δύο είναι σύντομης διάρκειας.

Σημαντική παρατήρηση: Η διερευνητική μάθηση είναι η πλέον ενδεδειγμένη για την καλλιέργεια κριτικής σκέψης. Επέλεξα όμως την ανακαλυπτική και τη βιωματική οι οποίες μαζί είναι σχεδόν ταυτόσημες με τη διερευνητική και επιπλέον, ως έννοιες διδάσκονται σε συντομότερο χρονικό διάστημα. Οι επιπλέον στόχοι, εκτός από το κύριο, είναι απαραίτητοι, προκειμένου να καλυφθεί ευρύτερο φάσμα ενδιαφερόντων. Ακόμη δεν θα πρέπει να

αγνοούμε το γεγονός ότι οι περισσότεροι καθηγητές απορρίπτουν εξ' αρχής κάτι που θεωρούν ότι είναι χρονοβόρο.

Προσωπική εμπειρία από παρόμοια προγράμματα

Στο εκπαιδευτικό σενάριο που ακολουθεί οδηγήθηκα μετά από επιτυχή υλοποίηση δύο παρόμοιων προγραμμάτων το 2010 και το 2011, τα οποία θεωρώ σκόπιμο να αναφέρω.

1) Στις 19/1/2010 στην Έδεσσα και στις 21/1/2010 στα Γιαννιτσά, επανέλαβα την υλοποίηση παλαιότερου προγράμματος με τίτλο «εκτέλεση πειραμάτων χημείας με υποτυπώδη μέσα, σε ελάχιστο χρόνο και απόβλητα περισσότερο φιλικά στο περιβάλλον».

Η συμμετοχή και η ανταπόκριση των καθηγητών ήταν μεγάλη. Ως απόδειξη της επιτυχίας του προγράμματος, εκτός από τη συμμετοχή των καθηγητών, επικαλούμαι ακόμη το γεγονός ότι οι μαθητές του Νομού διακρίθηκαν πανελλαδικά στο διαγωνισμό euso.

2) Στις 14/12/2011 στην Έδεσσα και στις 15/12/2011 στα Γιαννιτσά, υλοποίησα πρόγραμμα με τίτλο «Ανακαλυπτική και βιοματική μάθηση στις φυσικές επιστήμες και φύση της επιστήμης, στα πλαίσια του σχολείου 21ου αιώνα.»

Σχετικό έγγραφο και καταστάσεις παρόντων έχω στα link:

<http://www.polkarag.gr/FILES/dfr/egr.JPG>

<http://www.polkarag.gr/FILES/dfr/15-12.jpg>

<http://www.polkarag.gr/FILES/dfr/14-12.JPG>

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

(Εικονική υλοποίηση του προγράμματος)

Το εκπαιδευτικό σενάριο περιλαμβάνει τρεις ενότητες. Η πρώτη ενότητα απαιτεί χρονική διάρκεια 10-15 λεπτά, η δεύτερη 40 λεπτά και η τρίτη 10 λεπτά. Σύνολο 60 - 65 λεπτά. Ο χρόνος αυτός προϋποθέτει ιδανικές συνθήκες. (θεωρητικός χρόνος). Πρακτικά θα απαιτηθεί χρόνος 90-100 λεπτών.

Πρώτη ενότητα:

ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ

Μέρος πρώτο:

Θα γίνει γενική αναφορά στην ανακαλυπτική και βιοματική μάθηση. (Δεν θα αναφερθεί ακόμη η κριτική σκέψη)

Στη συνέχεια θα γίνει **παρουσίαση των πειραμάτων**: Παραγωγή και ανίχνευση οξυγόνου και παραγωγή και ανίχνευση διοξειδίου του άνθρακα.

Απαιτούμενα όργανα για τα δύο πειράματα:

Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων, δύο μεγάλοι δοκιμαστικοί σωλήνες, αναπτήρας.

Απαιτούμενα αντιδραστήρια:

Διάλυμα H_2O_2 3% (οξυζενέ), $KMnO_4$, ξυλάκι για σουβλάκια, Na_2CO_3 ή $NaHCO_3$, χυμός λεμονιού.

Η παραγωγή του O_2 θα γίνει με την επίδραση μικρής ποσότητας $KMnO_4$ σε διάλυμα H_2O_2 του φαρμακείου και η ανίχνευση του O_2 με την ιδιότητά του να προκαλεί ανάφλεξη σε μια μισοσβησμένη παρασχίδα.

Η παραγωγή του CO_2 θα γίνει με την επίδραση χυμού λεμονιού (διαλύματος οξέος) σε Na_2CO_3 ή σε $NaHCO_3$, ενώ η ανίχνευση του CO_2 με την ιδιότητά του να σβήνει τη φωτιά.

Τα δύο πειράματα θα εκτελεστούν ταυτόχρονα και η εκτέλεσή τους περιγράφεται στη συνέχεια:

Στον ένα μεγάλο δοκιμαστικό σωλήνα ρίχνουμε μια ποσότητα Na_2CO_3 ή $NaHCO_3$ από 0,7g μέχρι 2g και στη συνέχεια χυμό λεμονιού, μέχρι να σκεπαστεί η ποσότητα του άλατος και επιπλέον μέχρι το ύψος του υγρού να είναι περίπου 2 εκατοστά πάνω από το στερεό. Παρατηρούμε την έκλυση φυσαλίδων, η οποία οφείλεται στην παραγωγή του αερίου CO_2 .

Στον άλλο μεγάλο δοκιμαστικό σωλήνα ρίχνουμε μια ποσότητα του διαλύματος H_2O_2 , περίπου 5 mL και στη συνέχεια ελάχιστη ποσότητα, μερικούς κόκκους $KMnO_4$. Παρατηρούμε την έκλυση φυσαλίδων, η οποία οφείλεται στην παραγωγή του αερίου O_2 .

Ανάβουμε το ξυλάκι και το τοποθετούμε στον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα, λίγο κάτω από το στόμιο και παρατηρούμε ότι σβήνει. Στη συνέχεια τοποθετούμε το ξυλάκι με το καρβουνάκι, που έχει σχηματιστεί στη άκρη του, στο σωλήνα με το διάλυμα H_2O_2 , περίπου στο μέσο του σωλήνα και παρατηρούμε ότι ξανανάβει. Η διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί μια ή δύο φορές ακόμη. Σχετικό video έχω στο link:

<http://www.youtube.com/watch?v=ZmqB7x8Sqh0&feature=youtu.be>

Η ταυτόχρονη εκτέλεση των δύο πειραμάτων διαρκεί από 2 μέχρι 4 λεπτά.

Η παρουσίαση, όπως φαίνεται στο video, γίνεται μετωπικά, παρόλο που η μετωπική διδασκαλία δεν συνίσταται για την καλλιέργεια κριτικής σκέψης. Στην προκειμένη περίπτωση όμως είναι κατάλληλη διότι τα οφέλη που περιγράφονται στη συνέχεια, ως στόχοι, είναι σημαντικά. Ακόμη θέλω να αποδείξω ότι μπορούμε να διδάξουμε την κριτική σκέψη από οποιαδήποτε μορφή διδασκαλίας και κυρίως θέλω να τονίσω ότι στη διδακτική δεν πρέπει να είμαστε απόλυτοι.

Στόχοι της πειραματικής διαδικασίας:

1) Να πεισθούν οι καθηγητές ότι η επίδειξη πειραμάτων δεν είναι αναγκαστικά χρονοβόρα. Σε 3 μόνον λεπτά έχουν εκτελεστεί τα πειράματα: α) Επίδραση οξέος σε ανθρακικό άλας, β) παραγωγή και ανίχνευση CO_2 , γ) χημική ιδιότητα καρβοξυλικών οξέων, δ) καταλυτική διάσπαση του H_2O_2 , ε) παραγωγή και ανίχνευση O_2 .

Μετά από την παρουσίαση των πειραμάτων αυτών το επιχείρημα εκείνων που αρνούνται να παρουσιάσουν πειράματα, ότι χάνουν πολύτιμο χρόνο παύει να υφίσταται. **Αυτό αποτελεί αλλαγή στάσης.**

2) Να πεισθούν οι καθηγητές ότι οι μαθητές προσελκύονται από το θέαμα, στην προκειμένη περίπτωση από το άναμμα της μισοσβησμένης παρασχίδας.

3) Να πεισθούν οι καθηγητές ότι η ανακαλυπτική και βιωματική μάθηση είναι χρήσιμη και εφαρμόζεται εύκολα.

4) Να διδαχθούν οι καθηγητές πως να διδάσκουν την κριτική σκέψη, που είναι φυσικά και ο **κύριος στόχος**, όπως αναφέρω στη συνέχεια:

Μέρος δεύτερο:

Θα γίνει γενική αναφορά περί κριτικής σκέψης και της σημασίας της, όπως αναφέρονται στα προηγούμενα κεφάλαια «γενικά περί κριτικής σκέψης», «μαθησιακές δεξιότητες και κριτική σκέψη», «αξιολόγηση πληροφοριών και υποθέσεων και διδακτικές πρακτικές»

Στη συνέχεια θα γίνει η διαδικασία μεγαλύτερης ένταξης της πειραματικής διαδικασίας στην κριτική σκέψη, με τη δημιουργία κατάλληλου ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο απευθύνεται από τον επιμορφωτή στους επιμορφούμενους καθηγητές και έχει ως στόχο να βιώσουν οι ίδιοι την απόκτηση μεταγνωστικών δεξιοτήτων. Με τη διαδικασία αυτή θα διδαχθούν οι καθηγητές τη δημιουργία παρόμοιων ερωτηματολογίων ώστε από αυτά να μάθουν οι μαθητές να αξιολογούν τη σκέψη τους.

Ενδεικτικό ερωτηματολόγιο παρουσιάζω στη συνέχεια:

1. Πόσα πειράματα είδατε σε 3 λεπτά;
2. Σε ποια κεφάλαια και σε ποιες τάξεις εντάσσονται τα πειράματα;
3. Πως αντιλαμβανόμαστε την παραγωγή αερίου;
4. Πως ανιχνεύουμε το CO_2 και το O_2 ;
5. Που στηρίζεται η ανίχνευση των αερίων αυτών; Πως αιτιολογείς το σβήσιμο και το άναμμα;
6. Μήπως θα είχατε να προτείνετε κάποιες τροποποιήσεις ώστε τα πειράματα να προσαρμοσθούν περισσότερο στο δικό σας διδακτικό στυλ;
7. Να αναφέρετε μια μεταθετική και δύο οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις που είδατε.

8. Γιατί δίνουμε τους χαρακτηρισμούς αυτούς στις αντιδράσεις;
Αναλυτικότερη αναφορά στο κατάλληλο ερωτηματολόγιο και στις μεταγνωστικές δεξιότητες υπάρχουν στην επόμενη ενότητα.

Δεύτερη ενότητα:

ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Για τη χημεία Β΄ Λυκείου θετικής κατεύθυνσης

Η άσκηση αυτή στηρίζεται στην αντίδραση



Την προτεινόμενη πειραματική διαδικασία την έχω διδάξει στο 1^ο ΠΕΚ Θεσσαλονίκης το 1992, σε μαθητές Σχολείων, σε καθηγητές όταν ήμουν Σχολικός Σύμβουλος, την έχω παρουσιάσει σε συνέδριο και σε μεταπτυχιακούς φοιτητές.

Η άσκηση μπορεί να παρουσιασθεί και μετωπικά αλλά και με τη συμμετοχή των μαθητών.

Η μέθοδος που προτείνεται απαιτεί διάρκεια 15 λεπτών, μαζί με την κατασκευή διαγράμματος, με την προϋπόθεση να έχουμε έτοιμα τα όργανα και τα αντιδραστήρια. Η πλήρης ένταξή της, όμως στην κριτική σκέψη απαιτεί διάρκεια 30 λεπτών.

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ:

- 1) Ποτήρι βρασμού των 400 mL
- 2) Τρεις ογκομετρικοί κύλινδροι
- 3) Χρονόμετρο (απλό ρολόι με δυνατότητα μέτρησης δευτερολέπτων)
- 4) Ανακλαστικός προβολέας. *(Ξεσκονίζουμε τον ανακλαστικό προβολέα που είχε να χρησιμοποιηθεί περισσότερο από 10-15 χρόνια, για να αξιοποιηθεί όμως σε διαφορετικό ρόλο).*

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ:

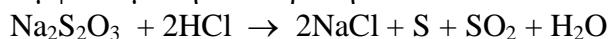
- 1) Διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ περίπου 0,3M δηλαδή περίπου 60 - 90 g/L.
- 2) Διάλυμα HCl 0,5 - 1,5 M

ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ:

Το διάλυμα υδροχλωρικού οξέος, να μην έρθει σε επαφή με το δέρμα ή τα ρούχα, παρόλο που είναι αραιό και επομένως σχετικά ακίνδυνο.

Αν όμως συμβεί κάτι τέτοιο, θα πρέπει να πλυθούμε με νερό. Υπενθυμίζουμε ότι σε κάθε επίδειξη πειράματος, όσο ακίνδυνο και αν είναι, πρέπει ο διδάσκων, καθώς και όσοι βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των τριών μέτρων από το χώρο εκτέλεσης του πειράματος, να φορούν προστατευτικά γυαλιά και λευκό επενδύτη.

Περιγραφή: Στο ποτήρι των 400 mL, αναμειγνύουμε το διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, νερό και το διάλυμα HCl, έτσι ώστε η συγκέντρωση του HCl στο τελικό διάλυμα, να παραμένει σταθερή σε κάθε μέτρηση και να αλλάζει μόνον η συγκέντρωση του $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (όπως φαίνεται στον πίνακα). Τελευταίο ρίχνουμε το διάλυμα υδροχλωρίου και θα αρχίζουμε την χρονομέτρηση. Στην συνέχεια θα ανακινούμε το ποτήρι, ώστε να γίνει ανάδευση και θα το τοποθετούμε στην επιφάνεια του ανακλαστικού προβολέα, στην οποία προηγουμένως θα έχουμε τοποθετήσει ένα συνδετήρα. Το ποτήρι θα τοποθετηθεί πάνω από το συνδετήρα. Το S που θα παράγεται σύμφωνα με την αντίδραση



θα καθιστά αδιαφανές το τελικό διάλυμα. Η παύση της χρονομέτρησης θα σηματοδοτείται όταν δεν θα διακρίνεται πλέον ο συνδετήρας στην οθόνη λόγω του θολώματος που θα προκαλείται στο διάλυμα.

Ο χρόνος εξαφάνισης του συνδετήρα είναι αντιστρόφως ανάλογος της ταχύτητας της χημικής αντίδρασης. Επομένως **το αντίστροφο του χρόνου (1/t.) αποτελεί μέτρο της ταχύτητας.**

Στην συνέχεια θα κατασκευάσουμε γραφική παράσταση όπου στον άξονα των x (των τετημένων) θα τοποθετούμε τις σχετικές συγκεντρώσεις του $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ όπως φαίνεται στον πίνακα και στον άξονα των ψ (των τεταγμένων) το αντίστροφο του χρόνου (1/t) , δηλαδή την σχετική ταχύτητα.

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ:

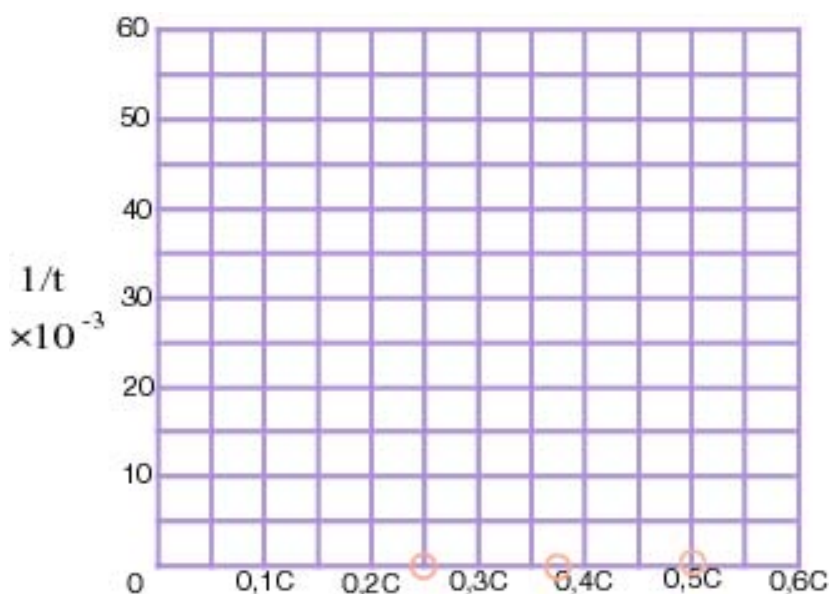
Πρώτη μέτρηση : Στο ποτήρι των 400 mL ρίχνουμε 20 mL του διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ και 50 mL νερού. Στην συνέχεια προσθέτουμε, σχετικώς σύντομα, 10 mL του διαλύματος HCl και αρχίζουμε την χρονομέτρηση. Αφού αναδεύσουμε το διάλυμα, τοποθετούμε το ποτήρι πάνω στον ανακλαστικό προβολέα, στον οποίο βρίσκεται η μικρή διαφάνεια με το σχήμα του κύκλου. Η χρονομέτρηση θα σταματήσει όταν παύσει να φαίνεται ο κύκλος στην οθόνη.

Διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ mL	Νερό mL	Σχετική συγκέντρωση $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	sec	1/t 10^{-3} (Σχετική ταχύτητα)
20	50	$20C / 80 = 0,25C$		
30	40	$30C / 80 = 0,375C$		
40	30	$40C / 80 = 0,50C$		

C: η αρχική συγκέντρωση του διαλύματος θειοθειικού νατρίου

Στην συνέχεια επαναλαμβάνουμε τις άλλες δύο μετρήσεις με τις ποσότητες που υποδεικνύονται και συμπληρώνουμε τον πίνακα με τις χρονομετρήσεις και υπολογίζουμε το αντίστροφο του χρόνου 1/t.

Οι τρεις μετρήσεις είναι αρκετές διότι μαζί με την αρχή των αξόνων έχουμε 4 σημεία που πρέπει να είναι σε ευθεία γραμμή.



Από την ευθεία που εμφανίζεται στην γραφική παράσταση , αναπτύσσουμε στο ακροατήριο τα συμπεράσματα.

Η παρουσίαση (video) του πειράματος, χωρίς τη διαδικασία απόλυτης ένταξης στην κριτική σκέψη, φαίνεται στο link:

<http://www.youtube.com/watch?v=FLElosv6ZHA&feature=youtu.be>

Σημείωση: Αν δεν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τον ανακλαστικό προβολέα, η εργαστηριακή άσκηση μπορεί να τροποποιηθεί κατάλληλα ώστε:

Οι αντιδράσεις να πραγματοποιούνται σε μεγάλους δοκιμαστικούς σωλήνες.

Οι ποσότητες των αντιδραστηρίων να είναι οι μισές.

Το τέλος της χρονομέτρησης να σηματοδοτείται όταν θα πάψει να φαίνεται ένα έντονο σημάδι με μαρκαδόρο στην άλλη πλευρά του σωλήνα, από εκείνη που γίνεται η παρατήρηση.

Κριτική της διαδικασίας

Ο κύριος στόχος της δεύτερης ενότητας είναι η απόκτηση δεξιοτήτων κριτικής σκέψης από εργαστηριακές ασκήσεις αλλά και θεωρητικά μαθήματα, τα οποία με μια πρώτη ματιά φαίνεται ότι δεν είναι τα καταλληλότερα.

Μια καλύτερη ένταξη της εργαστηριακής άσκησης στην **απόκτηση δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και ειδικότερα μεταγνωστικών δεξιοτήτων**, απαιτεί διάλογο, εύστοχες ερωτήσεις και κατάλληλες απαντήσεις.

Οι ερωτήσεις που ακολουθούν δίνονται από τον επιμορφωτή στους καθηγητές αμέσως μετά την εκτέλεση του πειράματος και την κατασκευή του διαγράμματος.

Με τις ερωτήσεις αυτές και την απαραίτητη κριτική των ερωτήσεων στη συνέχεια, ο επιμορφωτής διδάσκει με παραδείγματα στους καθηγητές πώς να θέτουν ερωτήσεις κριτικής σκέψης και ειδικότερα αναστοχασμού στους μαθητές τους.

Η **ενθάρρυνση του αναστοχασμού** θα καλλιεργηθεί καλύτερα με τη μεταξύ τους ανταλλαγή απόψεων (των μαθητών). Αυτό θα επιτευχθεί καλύτερα με ομαδική κατ' οίκον εργασία, η οποία θα αφορά την πειραματική διαδικασία που είδαν από μετωπική παρουσίαση, ή από εργαστηριακή δραστηριότητα στην οποία μετείχαν χωρισμένοι σε ομάδες.

Οι ερωτήσεις που συμβάλλουν στην καλλιέργεια κριτικής σκέψης και ειδικότερα μεταγνωστικών δεξιοτήτων είναι:

1. Τι σημαίνει σχετική συγκέντρωση;
2. Αν αντί για τις σχετικές συγκεντρώσεις των διαλυμάτων που παρασκευάσαμε, είχαμε τις πραγματικές, το διάγραμμα θα είχε γίνει με μεγαλύτερη ακρίβεια; (δηλαδή αν αντί για τις τιμές 0.25C 0.375C 0.50C, της τρίτης στήλης του πίνακα, είχαμε πχ 0,2M 0,3M 0,4M)
3. Σε τι μας εξυπηρετεί η χρήση σχετικών συγκεντρώσεων;
4. Τι σημαίνει σχετική ταχύτητα;
5. Γιατί το αντίστροφο του χρόνου αποτελεί μέτρο της ταχύτητας; Δηλαδή γιατί το αντίστροφο του χρόνου είναι η σχετική ταχύτητα;
6. Η σχετική ταχύτητα που υπολογίζουμε είναι η μέση ή η στιγμιαία; Να αιτιολογηθεί η απάντηση.
7. Μπορεί κάποιος να αναφέρει παράδειγμα σχετικής ταχύτητας από τη φυσική και συγκεκριμένα από την κίνηση;
8. Γιατί πρέπει το ίδιο άτομο να καθορίσει το πέρας της αντίδρασης στις τρεις μετρήσεις;
9. Είναι το ανθρώπινο μάτι αξιόπιστο για καθορίζει το πέρας των μετρήσεων;
10. Από τις μετρήσεις πόσα σημεία προκύπτουν για την κατασκευή της καμπύλης;
11. Αν κατά τη διαδικασία του πειράματος πέσει στο χέρι μας λίγο από το διάλυμα του HCl, τι θα πράξουμε;
12. Που οφείλεται η δεικτική οσμή των τελικών διαλυμάτων;
13. Ποιες τροποποιήσεις προτείνετε στην όλη διαδικασία ώστε να την προσαρμόσετε στη δική σας ιδιοσυγκρασία;
14. Ποια ή ποιές από τις προηγούμενες ερωτήσεις δεν έχει άμεση σχέση με την καλλιέργεια κριτικής σκέψης; Ή ποιες ερωτήσεις έχουν λιγότερη σχέση με την καλλιέργεια κριτικής σκέψης και μεταγνωστικών δεξιοτήτων; Να αιτιολογήσετε την απάντηση.

15. Γιατί είναι χρήσιμη (ή χρήσιμες) η ερώτηση αυτή; (η ερώτηση αυτή είναι συνέχεια της 14)

Ενδεικτικές απαντήσεις σε επιλεγμένες ερωτήσεις:

Στην ερώτηση 7: Δύο αυτοκίνητα, το Α και το Β μεταβαίνουν από τη Θεσσαλονίκη στην Καστοριά. Το Α χρειάζεται 2 ώρες και το Β 4 ώρες. Η ταχύτητα του Α είναι διπλάσια από την ταχύτητα του Β διότι: $1/2=0,50$ και $1/4=0,25$. Οι σχετικές ταχύτητες των Α και Β είναι 0,50 και 0,25. Εδώ πρέπει να δοθεί και πρόσθετο ερώτημα: ποιες οι μονάδες της σχετικής ταχύτητας του αυτοκινήτου.

Στην ερώτηση 9: Το ατελές ανθρώπινο μάτι έχει μια εξαιρετική ικανότητα να ξεχωρίζει ελάχιστες διαφορές σε αποχρώσεις του γκρι. Επομένως στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι εξαιρετικά αξιόπιστο.

Στην ερώτηση 10: Τέσσερα. Είναι και το σημείο τομής των αξόνων. Δίνω την αυτονόητη για τους καθηγητές απάντηση, διότι θεωρώ απαραίτητο η ερώτηση αυτή να δίνεται στους μαθητές.

Στην ερώτηση 14: Η 9 και η 11.

Περί φύλλου αξιολόγησης

Οι περισσότεροι ειδήμονες υποστηρίζουν ότι οι ερωτήσεις όπως οι προαναφερθείσες, είναι προτιμότερο να δίνονται με τη μορφή **φύλλου αξιολόγησης**, το οποίο σε καμιά περίπτωση δεν έχει ελεγκτικό χαρακτήρα.

Επειδή η συμπλήρωση του φύλλου αξιολόγησης και στη συνέχεια ο έλεγχος απαιτούν χρόνο, αναφέρομαι μόνον στη διαδικασία επιμόρφωσης, προτείνω ένα interactive ερωτηματολόγιο σαν αυτά που έχω στους συνδέσμους:

<http://www.polkarag.gr/FILES/chem/C%20LYK/ionequilibrium/start.htm>

<http://www.polkarag.gr/FILES/phys/likio-b-talantosi/start.htm>

Τα ερωτηματολόγια αυτά δεν είναι ενδεικτικά σε ότι αφορά το περιεχόμενο, αλλά σε ότι αφορά τον τρόπο παρουσίασης και χρήσης, καθώς πρέπει να ληφθούν άμεσες απαντήσεις για να ακολουθήσει άμεσα η κριτική.

Τρίτη ενότητα:

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΕΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΤΕΛΟΥΣ ΚΑΥΣΗΣ

Ανάβουμε μια εστία υγραερίου και τη ρυθμίζουμε ώστε η καύση να είναι τέλεια. Παρατηρούμε ότι η φλόγα είναι γαλαζωπή, σφυρίζουσα, και σχετικά αλαμπής.

Στη συνέχεια κλείνουμε μερικώς την παροχέτευση του αέρα και παρατηρούμε ότι η φλόγα γίνεται κιτρινωπή, λαμπερή και αιθαλίζουσα. Η καύση αυτή είναι ατελής. Αντιλαμβανόμαστε την παραγωγή καπνού, από το κάπνισμα της άκρης μικρού δοκιμαστικού σωλήνα, αν τον φέρουμε πάνω από τη φλόγα. Τα ίχνη της αιθάλης χάνονται εάν τα φέρουμε πάνω από τη φλόγα της τέλειας καύσης, όπου και θα καούν.

<http://www.youtube.com/watch?v=pMmSU5IECsU>

Δίνουμε τους ορισμούς:

Τέλεια καύση είναι εκείνη της οποίας τα προϊόντα δεν καίγονται. **(δηλαδή η καύση τελειώσει)**

Ατελής καύση είναι εκείνη της οποίας μέρος τουλάχιστον των προϊόντων της καίγεται.

Θέτουμε τις ερωτήσεις: (ο επιμορφωτής προς τους επιμορφούμενους)

1. Πως αντιλαμβανόμαστε ότι η καύση, στη δεύτερη περίπτωση, είναι ατελής;
2. Γιατί η φλόγα της ατελούς καύσης είναι λαμπερή;
3. Ποιο είδος καύσης ενδείκνυται για την παραγωγή ενέργειας; Να αιτιολογηθεί η απάντηση.
4. Τα σχολικά βιβλία αναφέρουν του σωστούς ορισμούς τέλειας και ατελούς καύσης;
5. Σε ποιες τάξεις μπορεί να παρουσιασθεί;
6. Υπάρχει συσχέτιση των όρων «τέλεια» και «ατελής καύση» με τους ορισμούς που δόθηκαν;
7. Πως εντάσσεται το απλό αυτό πείραμα στη διδασκαλία της κριτικής σκέψης και ειδικότερα στην απόκτηση μεταγνωστικών δεξιοτήτων;

Μερικές απαντήσεις:

Στην ερώτηση 1: Η αιθάλη, δηλαδή ο άνθρακας που παράγεται μπορεί να καεί.

Στην ερώτηση 2: Τα άτομα του άνθρακα που παράγονται κατά την ατελή καύση, πριν προλάβουν να καούν ερυθροπυρώνονται και ακτινοβολούν.

Στην ερώτηση 4: Όχι. Τα σχολικά βιβλία αναφέρουν μόνον τις προϋποθέσεις της τέλει και ατελούς καύσης.

Στόχος της τρίτης ενότητας: μπορούμε να διδάξουμε πολλές χρήσιμες έννοιες, ακόμη και με μια εστία υγραερίου σε χρόνο 2 λεπτών και μάλιστα να εντάξουμε ένα τόσο απλό, τόσο συνηθισμένο αλλά και ασήμαντο πείραμα σε σύγχρονες μεθόδους διδασκαλίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κριτική σκέψη μπορεί να καλλιεργηθεί σχεδόν από κάθε μάθημα χημείας και φυσικής, θεωρητικό, εργαστηριακό ή από την ασκησεολογία. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι το μάθημα να παρουσιασθεί κατάλληλα, να δοθούν κυρίως εύστοχες ερωτήσεις και κατάλληλες απαντήσεις. Γενικά στην επιστήμη μεγαλύτερη βαρύτητα έχουν οι εύστοχες ερωτήσεις και όχι οι σωστές απαντήσεις.

Η κατάλληλη αξιοποίηση νέων διδακτικών μεθόδων, δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκη χρονοβόρες διαδικασίες.

Ο Σχολικός Σύμβουλος θα πρέπει να έχει την ικανότητα, αλλά και την εκπαιδευτική εμπειρία γενικώς και ειδικότερα στην εκπαίδευση ενηλίκων για να βοηθήσει προς αυτή την κατεύθυνση.

ΕΠΙΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΣΧΕΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ ΤΟΥ ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟΥ

Στα προσωπικά συμπεράσματα κατέληξα μετά από:

Τη θητεία 4 ετών και 5 μηνών ως Σχολικός Σύμβουλος στο Νομό Πέλλας, από 10/8/2007 μέχρι 10/1/2012.

Την ανταλλαγή εμπειριών με άλλους Συμβούλους.

Την εμπειρία μου ως καθηγητής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο δημόσιο και ιδιωτικό τομέα.

Την εμπειρία μου ως συντονιστής βαθμολογητών χημείας, πριν γίνω Σχολικός Σύμβουλος.

Την εμπειρία μου ως επιμορφωτής στα ΠΕΚ από το 1992 (πριν το διορισμό μου στο δημόσιο), μέχρι το 2011.

Την εμπειρία μου από τη συμμετοχή μου σε 8 επιμορφωτικά σεμινάρια της Ένωσης Ελλήνων Χημικών ως επιμορφωτής με εισηγήσεις δημοσιευμένες στα πρακτικά, και τις σχετικές ερωτήσεις που ακλούθησαν.

Την εμπειρία μου ως επιμορφωτής σε πειράματα χημείας στα πλαίσια των επιμορφωτικών συναντήσεων του ΕΚΦΕ Νεάπολης Θεσσαλονίκης το 2005, το 2006 και το 2007 και των δύο ΕΚΦΕ Δυτικής Θεσσαλονίκης τα έτη 2012 και 2013.

Τη συμμετοχή μου σε 23 επιστημονικά συνέδρια με εισηγήσεις δημοσιευμένες στα πρακτικά.

Τη συμμετοχή μου σε επιστημονικές επιτροπές συνεδρίων και σεμιναρίων.

Τη συμμετοχή μου σε επιστημονικές ημερίδες ως εισηγητής και τις σχετικές ερωτήσεις που ακλούθησαν.

Τις παρουσιάσεις μου στο πλανητάριο του ΝΟΗΣΙΣ σε εκπαιδευτικούς και τις σχετικές ερωτήσεις που ακλούθησαν.

Τη θητεία μου στο διοικητικό συμβούλιο του Συνδέσμου Χημικών Βορείου Ελλάδος, από το 1997 μέχρι το 2002 και από το 2012 μέχρι σήμερα.

Βιβλιογραφία

Έντυπη

1. Ηλίας Γ. Ματσαγγούρας. Στρατηγικές διδασκαλίας Από την πληροφόρηση στην κριτική σκέψη. Gutenberg - Γιώργος & Κώστας Δαρδανός, 1998
2. Ηλίας Γ. Ματσαγγούρας. (2002). Στρατηγικές διδασκαλίας. Η κριτική σκέψη στη διδακτική πράξη. (5η έκδοση) ΑΘΗΝΑ Εκδόσεις Gutenberg
3. Γεώργιος Τσαπαρλής. Διδακτική φυσικών επιστημών και διδακτική της χημείας. θέματα σε μεταπτυχιακό επίπεδο. 1999.
4. Α. Μαυρόπουλος. Στοιχεία Διδακτικής Μεθοδολογίας. Εκδόσεις Σαββάλας.
5. Καραγκιοζίδης. Κουρεμένος. Πάγκαλος. Πειράματα Χημείας. Εκδόσεις Κουκουλής. Θεσσαλονίκη 1994

Από το internet

1. <http://ericae.net/edo/ed385606.htm>
2. <http://users.sch.gr/kassetas/zKEEBIiss4Bruner.htm>
3. <http://www.nybooks.com/articles/archives/1966/may/12/on-education-an-exchange-between-jerome-bruner-and/>
4. <http://www.deutsch.gr/img/theoriesmathisis.pdf>
5. <http://www.vipapharm.com/greek/free-online-journals/education/education-articles/manolis-xristos/manolis-xristos-2.htm>
6. <http://www.polkarag.gr/FILES/chem/experiments.htm>
7. <http://www.polkarag.gr>
8. http://benl.primedu.uoa.gr/ptde/database-ptde/dimiourgiki_kritiki_ske3i.pdf
9. <http://www.youtube.com/watch?v=ZmqB7x8Sgh0&feature=youtu.be>
10. <http://www.youtube.com/watch?v=pMmSU5IECsU>
11. <http://www.youtube.com/watch?v=FLElosv6ZHA&feature=youtu.be>

Πολυχρόνης Καραγκιοζίδης
30/10/2013
www.polkarag.gr