

Το σχολικό πείραμα χημείας (Σίγουρα ναι, αλλά πώς;)

Λεωνίδας Τζιανουδάκης

Χημικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ρεθύμνου, ekferet@otenet.gr
Τηλέφωνα επικοινωνίας: 0831057761/0831055455/FAX:0831020381

Θεματική Ενότητα: Στάσεις, αντιλήψεις και πρακτικές των Δασκάλων των Φυσικών Επιστημών.
Επίπεδο Εκπαίδευσης: Γυμνάσιο, Λύκειο
Κατηγορία Εργασίας: Μελέτη περίπτωσης

The Chemical experiment at school (Surely, but how?)

Leonidas Tzianoudakis
In Charge of E.K.F.E Rethymnon

Abstract: The belief that chemistry is an experimental science as well as that it must be taught as a science of this kind, seems to have been accepted by the chemistry professors. In addition to this, it is realized that “school chemistry”, in lack of parallel experimental activities to supplement it, is cursed to be considered as a totally repellent and difficult lesson. So, the mobility that appears in the field of school laboratories is accepted with great approval. Unfortunately, however the great majority of teachers and professors prove no experimental experience, for school laboratories have fallen into disuse for so many years. As a consequence, even if they are willing to introduce experiments into their teaching, they do it in a fragmentary way, applying not advisable methods. Even though there is not a fixed method to follow in school practice, it is possible that some points of view emanating from a long experimental experience, will help to a better application of experimental activities in school. And this is the exact object of this recommendation.

Φαίνεται ότι έχει επιτέλους γίνει αποδεκτή από το «δάσκαλο» της Χημείας η αντίληψη ότι η Χημεία είναι Πειραματική Επιστήμη και κάτω από το πρίσμα αυτό θα πρέπει να διδάσκεται στα Ελληνικά Σχολεία. Επίσης ότι η «Σχολική Χημεία» ξεκομμένη από παράλληλες πειραματικές δραστηριότητες είναι ένα άκρως απωθητικό και δύσκολο μάθημα. Έτσι, τα τελευταία χρόνια εμφανίζεται μια καλοδεχούμενη κινητικότητα στον χώρο του σχολικού εργαστηρίου. Τα μπουκαλάκια με τα αντιδραστήρια ξεσκονίζονται και εντάσσονται, έστω και με αργούς ρυθμούς, στο «οπλοστάσιο» του διδάσκοντος. Σημαντική ώθηση προς τη κατεύθυνση αυτή έδωσε και η δημιουργία 1100 περίπου σύγχρονων Εργαστηρίων Φυσικών Επιστημών στα Λύκεια της χώρας. Όλα δείχνουν να περνάμε σε μια φάση «άνθησης» της πειραματικής διδασκαλίας, με ολοένα και περισσότερους διδάσκοντες να χρησιμοποιούν πειραματικές δραστηριότητες, γεγονός αναμφισβήτητα ενθαρρυντικό για το εκπαιδευτικό μας γίγνεσθαι. Στο μάθημα της Χημείας - και όχι μόνο - κυριαρχεί το πείραμα επίδειξης και μάλλον θα κυριαρχεί για πολλά ακόμη χρόνια, λόγω του ανεπαρκούς εργαστηριακού εξοπλισμού και της στενότητας του διδακτικού χρόνου που υπάρχει, αλλά και της πολύ απλούστερης εφαρμογής του. Και είναι παιδαγωγικά κοινά αποδεκτό ότι σαν πειραματική και παιδαγωγική διεργασία το πείραμα επίδειξης υπολείπεται σημαντικά από το μετωπικό πείραμα και από πείραμα «κυκλικού εργαστηρίου». Στο πείραμα επίδειξης ο μαθητής είναι θεατής στα δρώμενα, ενώ σε μετωπικό πείραμα είναι ο πρωταγωνιστής. Και μόνο αυτή η ειδοποιός διαφορά φανερώνει πολλά. Πρέπει όμως να δεχθούμε ότι ακόμη και η «από καθέδρας» πειραματική επίδειξη είναι απείρως προτιμότερη από την μη επίδειξη και την στείρα θεωρητικολογία. Η εισήγηση αναφέρεται κυρίως στο Σχολικό πείραμα επίδειξης, λόγω της σαφώς μεγαλύτερης εφαρμογής του από τη τεράστια πλειοψηφία των διδασκόντων στη τρέχουσα φάση. Δυστυχώς, μετά από τόσα χρόνια εργαστηριακής απραξίας, η μεγάλη πλειοψηφία των δασκάλων και καθηγητών στερούνται πειραματικής εμπειρίας, με συνέπεια ακόμη και αν έχουν τη θέληση να κάνουν πείραμα, να το κάνουν αποσπασματικά και με μεθόδους μη ενδεδειγμένες. Αν και σε ζητήματα διδακτικής πρακτικής δεν υπάρχουν απόλυτες συνταγές, ορισμένες θέσεις που απορρέουν από μακρόχρονη πειραματική τριβή με το σχολικό πείραμα Χημείας (και δώστε σημασία στη λέξη σχολικό), πιθανότατα θα βοηθήσουν σε μια καλύτερη εφαρμογή πειραματικών δραστηριοτήτων στο Σχολείο.

Σημασία δεν έχει μόνο το τι κάνουμε αλλά και πως το κάνουμε

Αναζητώντας το κατάλληλο πείραμα στα διάφορα βιβλία πειραμάτων, διαπιστώνουμε ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία πειραμάτων με το ίδιο αντικείμενο. Την καύση μπορούμε να τη δείξουμε με πέντε τουλάχιστον διαφορετικά πειράματα, το πείραμα της αντίδρασης του Νατρίου με νερό το έχουμε δει σε 4 τουλάχιστον παραλλαγές, την επίδραση οξέων σε μέταλλα σε 4 παραλλαγές, τη χρήση των δεικτών με 5 διαφορετικούς τρόπους κλπ. Στον καθηγητή επομένως εναπόκειται να επιλέξει την πλέον κατάλληλη μορφή πειράματος που θα παρουσιάσει. Για την επιλογή, θα πρέπει να λάβει υπόψη του πολλούς παράγοντες, μερικούς από τους οποίους παραθέτουμε στη συνέχεια.

Πως θα επιλέξουμε το κατάλληλο πείραμα;

Είναι δύσκολη η ιδανική επιλογή γιατί υπεισέρχονται σ' αυτήν πολλά στοιχεία μεταξύ των οποίων και τα εξής:

Το επίπεδο των μαθητών. Δεν είναι σκόπιμο να υποστηρίξεις πειραματικά την έννοια «καύση» στο Δημοτικό Σχολείο με την καύση ξύλου σε ατμόσφαιρα οξυγόνου που παράγεται από την τήξη KClO_3 (1). Το πείραμα αυτό όμως μπορεί να παρουσιασθεί θαυμάσια σε μαθητές της Α' Λυκείου, που μπορούν να κατανοήσουν τη παρουσία του οξυγόνου στο σωλήνα. Στο Δημοτικό μπορεί όμως να γίνει καύση ενός μικρού κεριού μέσα σε ανεστραμμένο ποτήρι ζέσεως.

Η εργαστηριακή υποδομή και τα διαθέσιμα υλικά και μέσα. Η μέτρηση του pH μπορεί να γίνει με πεχαμετρικό χαρτί ή με ηλεκτρονικό πεχάμετρο, ανάλογα με τον εξοπλισμό του Εργαστηρίου.

Ο αριθμός των μαθητών. Σε τμήματα με μικρό αριθμό μαθητών μπορούν να γίνουν μετωπικά πειράματα με μεγαλύτερη συχνότητα, ενώ σε πολυμελή τμήματα μάλλον ενδείκνυνται πειράματα επίδειξης.

Οι στόχοι στους οποίους αποβλέπει το πείραμα. (Τι θέλουμε να δείξουμε). Μια εξουδετέρωση θα τη παρουσιάσουμε μόνο ποιοτικά όταν θέλουμε να κατανοήσουν οι μαθητές μόνο την αντίδραση οξέων – βάσεων, ενώ θα πάρουμε και ποσοτικές μετρήσεις, όταν το πείραμα στοχεύει σε τιτλοδότηση διαλύματος άγνωστης συγκέντρωσης.

Η μέθοδος παρουσίασης (επίδειξη ή μετωπικό εργαστήριο). Εφ' όσον επιλεγεί η μετωπική μέθοδος το πείραμα πρέπει να είναι ακίνδυνο, να υπάρχουν πολλαπλές σειρές οργάνων και αντιδραστηρίων και συνήθως σχετική άνεση χρόνου. Π.χ. η επίδραση λεμονιού ή ξυδιού σε σόδα φαγητού προσφέρεται για μετωπικό πείραμα, όχι όμως και η επίδραση νατρίου σε νερό ή ψευδαργύρου σε υδροχλωρικό οξύ.

Πότε ένα πείραμα θεωρείται «καλό»;

Και στο θέμα αυτό δεν μπορεί κανείς να είναι απόλυτος. Μπορούμε όμως να καθορίσουμε ένα γενικό πλαίσιο χαρακτηριστικών που πρέπει να έχει το σχολικό πείραμα Χημείας, λαμβάνοντας υπόψη και την εικόνα του μέσου Σχολικού Εργαστηρίου στη χώρα μας. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα εξής:

Να είναι **ΑΠΛΟ**. Με το χρόνο να αποτελεί το μεγάλο πρόβλημα για τον καθηγητή και την ύλη που πρέπει να βγει «δαμόκλειο σπάθη», είναι προφανές ότι ένα χρονοβόρο και πολύπλοκο πείραμα δεν προσφέρεται για διδακτική αξιοποίηση.

Να είναι **ΑΣΦΑΛΕΣ**. Πειράματα με τοξικές ουσίες, δηλητηριώδεις αναθυμιάσεις αερίων, εύφλεκτα υλικά, πυκνά ισχυρά οξέα ή βάσεις και υψηλές τάσεις ρεύματος, θα πρέπει κατά το δυνατόν να αποφεύγονται. Αν ο διδάσκων κρίνει σκόπιμη την παρουσίαση τέτοιων πειραμάτων τότε πρέπει να τα επιδεικνύει ο ίδιος, λαμβάνοντας όλα τα σχετικά μέτρα ασφάλειας. Και πάνω από όλα δεν πρέπει να υπερεκτιμά τις δυνατότητές του και να εργάζεται με σχολαστικότητα και προσοχή, σαν να εκτελεί το πείραμα για πρώτη φορά. Με την εμπειρία που θα αποκτήσει ο διδάσκων θα μπορεί να ανακαλύψει τρόπους με τους οποίους πειράματα που φαίνονται επικίνδυνα να είναι στην πραγματικότητα εντελώς ακίνδυνα (Π.χ. έκρηξη υδρογόνου που συλλέχθηκε από επίδραση υδροχλωρικού οξέος σε ψευδάργυρο σε ειδικά διαμορφωμένο μεταλλικό κουτί (2)). (Είναι απορίας άξιο γιατί ο εργαστηριακός οδηγός της Α' Λυκείου προτείνει ένα πολύπλοκο και επικίνδυνο πείραμα που περιλαμβάνει επίδραση χαλκού σε νιτρικό οξύ, από την οποία παράγονται επικίνδυνα οξειδία αζώτου και στη συνέχεια επίδραση σιδήρου στο παραγόμενο μείγμα, προκειμένου να δείξει την επίδραση σιδήρου σε θειικό χαλκό. Το ίδιο αποτέλεσμα θα είχαμε με την εμβάπτιση μεγάλου σιδερένιου καρφιού σε πυκνό διάλυμα θειικού χαλκού, έτσι ώστε να έρχεται σε επαφή με το διάλυμα το μισό μόνο καρφί και να φαίνεται καλύτερα το επιχαλκωμένο τμήμα του καρφιού).

Να είναι **ΕΝΤΥΠΩΣΙΑΚΟ**. Ένα εντυπωσιακό πείραμα, αν και δεν αποτελεί αυτοσκοπό, βοηθάει στην αυξημένη προσοχή του μαθητή, στη δημιουργία θετικής στάσης απέναντι στο μάθημα, και στην καλύτερη απομνημόνευση. Επομένως αποτελεί στοιχείο που πρέπει να συνεκτιμάται, όχι όμως αποσπασματικά. (Π.χ. Γράψιμο με «μελάνη φαινολοφθαλείνης σε χαρτί ποτισμένο με ανθρακικό νάτριο (3), καύση κεριού μέσα σε νερό(4), σχηματισμός λωρίδων διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου σε νερό, και ο αποχρωματισμός όζινου διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου απόθειώδες νάτριο (5), αποτελούν θαυμάσια πειράματα που μένουν για πολύ καιρό χαραγμένα στη μνήμη των μαθητών)

Να έχει **ΣΑΦΗ ΣΤΟΧΟ**. Δεν πρέπει να λησμονούμε ότι το πείραμα εντάσσεται αρμονικά στην θεωρία και την υποστηρίζει. Πείραμα ξεκομμένο από την διδακτέα ύλη, δίχως σαφείς διδακτικούς στόχους είναι περιττό χάσιμο χρόνου. Η στοχοθεσία καθορίζει και την επιλογή του πειράματος. Έτσι αν θέλουμε να δείξουμε τη καύση σαν παράδειγμα χημικού φαινομένου αρκεί μια απλή καύση χαρτιού, ενώ αν θέλουμε να τονίσουμε ότι το οξυγόνο είναι απαραίτητο για τη καύση θα προτιμήσουμε μια καύση κεριού σε κλειστό γυάλινο δοχείο.

Να συνδέει τη **ΘΕΩΡΙΑ ΜΕ ΤΗ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ**. Μια καλή τακτική προς τη κατεύθυνση αυτή είναι η χρήση στο πείραμα υλικών από τη καθημερινή ζωή. Π.χ. χρησιμοποιούμε διάλυμα υδροχλωρικού οξέος από το εμπόριο, αποφρακτικό νιπτήρων (TUBOFLO) αντί για υδροξείδιο του νατρίου, ξύδι, σόδα φαγητού, μάρμαρο, εκχύλισμα κόκκινου λάχανου για την επίδειξη ιδιοτήτων των δεικτών κλπ. Εννοείται ότι και αυτή η τακτική θα χρησιμοποιείται με μέτρο. Είναι λάθος να ξεκόψει ο μαθητής από τις κλασικές συσκευές ενός χημικού Εργαστηρίου και να αγνοεί τη χρήση και την σκοπιμότητά τους.

Προϋποθέσεις για επιτυχημένη παρουσίαση

Ακόμη και το καλύτερο πείραμα μπορεί να αποδειχθεί «καμένο χαρτί» αν δεν παρουσιασθεί σωστά και με κατάλληλες προϋποθέσεις. Ορισμένες από αυτές είναι:

Το **Θεωρητικό υπόβαθρο του καθηγητή**. Είναι αναγκαίο ο διδάσκων να γνωρίζει σε βάθος τα «γιατί» του πειράματος, ώστε να μπορεί να δώσει εξηγήσεις στους μαθητές, σε περίπτωση που κάτι δεν πάει καλά.. Στη περίπτωση αυτή μπορεί ακόμη και να εκμεταλλευθεί διδακτικά τα πειραματικά λάθη που μπορούν να γίνουν.¹

Το **γνωστικό επίπεδο των μαθητών**. Οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να καταλαβαίνουν αυτό που βλέπουν. Το πείραμα λοιπόν θα είναι «κομμένο και ραμμένο» στα μέτρα τους.

Η **πολύ καλή προετοιμασία του πειράματος**. Σε καμία περίπτωση δεν κάνουμε πείραμα στη τάξη, αν προηγουμένως δεν το έχουμε εκτελέσει μόνοι μας. Μόνο έτσι μπορούμε να ανακαλύψουμε τα «λεπτά» του σημεία. Επίσης δεν αναζητούμε τα απαραίτητα υλικά την τελευταία στιγμή, αλλά έχουμε φροντίσει να τα μεταφέρουμε και να είναι όλα έτοιμα στη θέση του. Με τον τρόπο αυτό χάνουμε σε ελεύθερο χρόνο, αλλά κερδίζουμε σε διδακτικό. (Αναφορά στην επίδραση HCl σε Zn).

Η **λήψη μέτρων ασφαλείας**. Ο «εφιάλτης» του πειραματιστή, ειδικά όταν εργάζεται με μαθητές, λέγεται ατύχημα. Προηγουμένως αναφέρθηκαν κάποιες απόψεις σχετικά με την ασφάλεια του Εργαστηρίου. Γεγονός είναι ότι οι κανόνες ασφαλείας είναι το Α και το Ω στη λειτουργία ενός Εργαστηρίου. Πέρα από αυτούς όμως πρέπει να έχουμε υπόψη ότι πέραν από τους κανόνες κάθε πείραμα έχει τους δικούς του κανόνες ασφαλείας. Π.χ. στο πείραμα της αντίδρασης του Na με νερό, το μέγεθος του Na δεν πρέπει να ξεπερνάει το μέγεθος φακής, ενώ το δοχείο με το νερό πρέπει να είναι κατά το δυνατόν μεγαλύτερο (εάν είναι δυνατόν λεκάνη) (6). Έτσι μόνο η μεγάλη προσοχή και η εμπειρία θα προφυλάξουν τον καθηγητή και τους μαθητές από κινδύνους ατυχημάτων.

Η **ενεργός συμμετοχή των μαθητών**. Αφήσαμε τελευταία την πλέον ουσιαστική προϋπόθεση για επιτυχημένη πειραματική δραστηριότητα. Είτε πρόκειται για μετωπικό πείραμα, είτε για πειραματική επίδειξη αν δεν «βάλεις τον μαθητή στο παιχνίδι» το κέρδος θα είναι ελάχιστο. Ο δάσκαλος διαρκώς προβληματίζει τους μαθητές ρωτώντας για τις αιτίες, προκαλώντας τις προβλέψεις τους, απαιτώντας διαγράμματα, καταγραφή παρατηρήσεων κλπ. Μερικά απλά πειράματα επίδειξης τα αναθέτουμε στα ίδια τα παιδιά, ή έστω ζητάμε τη βοήθειά τους στην εκτέλεση. Ο μαθητής μας πρέπει να αισθάνεται ισότιμος εταίρος στη διαδικασία αυτή και όχι παραγκωνισμένος θεατής.

Το Πείραμα μπορούμε να πούμε ότι είναι το «αλατοπίπερο» στη διδασκαλία της Χημείας. Ενός μαθήματος καθ' όλα γοητευτικού, το οποίο κατορθώσαμε –για κατόρθωμα πρόκειται- να το κάνουμε αντιπαθητικό στους μαθητές λόγω του τρόπου με τον οποίο διδάσκεται. Σχολική χημεία δεν σημαίνει χαρτοχημεία, προβλήματα και πέλαγος χημικών εξισώσεων. Σχολική χημεία σημαίνει εφαρμογή θεωρητικών γνώσεων στη καθημερινή μας ζωή, σημαίνει πανηγύρι αισθήσεων, σημαίνει δραστηριότητες και «άρωμα» Εργαστηρίου. Αξίζει να αξιοποιήσουμε το πολύτιμο διδακτικό εργαλείο που λέγεται ΠΕΙΡΑΜΑ, με τη βεβαιότητα ότι οι μαθητές μας θα βγουν πολλαπλά κερδισμένοι.

Βιβλιογραφία

Γ. Μανουσάκη, Διδακτική της Χημείας, Εκδ. Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη

Η πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα, επιμέλεια Δ. Κολιόπουλος, εκδ. Γ. Πνευματικού.

Μ.Σ. Μαυρόπουλου, Διδάσκω Χημεία, εκδ. Σαββάλα.

Μύρωνα Ζαβλανού, Διδακτική Φυσικών Επιστημών, εκδ. ΙΩΝ.

Π.Β.Κόκκοτα, Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, εκδ. Γρηγόρη

Κουρεμένου Κ., Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο, εκδ. Γρηγόρη.

Τσαπαρλή Γ., Θέματα Διδακτικής Φυσικής και Χημείας στη Μέση Εκπαίδευση, εκδ. Γρηγόρη.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗ

ΤΗΣΗ ΧΛΩΡΙΚΟΥ ΚΑΛΙΟΥ ΚΑΙ ΚΑΥΣΗ ΣΕ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ HCl ΣΕ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ.

ΧΑΡΤΙ ΜΕ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ + ΦΑΙΝΟΛΟΦΘΑΛΕΪΝΗ

ΚΑΥΣΗ ΚΕΡΙΟΥ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟ ΝΕΡΟ.

ΑΠΟΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ ΟΞΙΝΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΥΠΕΡΜΑΓΓΑΝΙΚΟΥ ΚΑΛΙΟΥ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΝΑΤΡΙΟ Ή ΚΑΛΙΟ

¹ Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το πείραμα σύνθεσης ιωδιούχου μαγνησίου από στερεό ιώδιο και μαγνήσιο. Αρκούν λίγες σταγόνες νερού σε μείγμα των δύο στερεών στοιχείων για να πραγματοποιηθεί αντίδραση και να ελευθερωθεί ένα θαυμάσιο βιολετί σύννεφο ατμών ιωδίου. Αυτό γίνεται γιατί η αντίδραση είναι ισχυρά εξώθερμη και το παραγόμενο ποσό θερμότητας εξαχνώνει το Ιώδιο. Το νερό παίζει ένα «καταλυτικό» ρόλο προκαλώντας αποτελεσματικότερη επαφή μεταξύ των στερεών. Η προσθήκη του νερού λοιπόν πρέπει να γίνει με μέτρο, διότι αν προστεθούν μεγάλες ποσότητες νερού στο μείγμα θα απορροφήσουν το εκλυόμενο ποσό θερμότητας και το πείραμα θα αποτύχει αν και η αντίδραση θα πραγματοποιηθεί.