

## Μαθητές γυμνασίου εκτελούν οι ίδιοι δημιουργικά πειράματα στα οξέα-βάσεις που συνδέονται με την καθημερινή ζωή – Μια πρώτη αξιολόγηση και σύγκριση με συμβατικά πειράματα

Ειρήνη Λιάπη, Γεώργιος Τσαπαρλής\*  
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας \* gtseper@cc.uoi.gr

**Περίληψη.** Πραγματοποιήθηκε μια πειραματική παρέμβαση στην γ' τάξη ενός γυμνασίου, κατά την οποία οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες των πέντε μαθητών και εκτέλεσαν δύο πειράματα η κάθε ομάδα μεταξύ συνολικά πέντε πειραμάτων. Όλα τα πειράματα αναφέρονταν στο κεφάλαιο των οξέων και βάσεων. Τρία από αυτά συνδέονταν άμεσα με την καθημερινή ζωή και επελέγησαν από το περιοδικό Journal of Chemical Education: αφριστικά μάνιου, οδοντόκρεμες, όξινη βροχή. Τα άλλα δύο πειράματα ήταν συμβατικά από τον σχολικό εργαστηριακό οδηγό: μερικές ιδιότητες των οξέων (I) και μερικές ιδιότητες των βάσεων. Έπειτα από την εκτέλεση των πειραμάτων από τους μαθητές, έγινε αξιολόγηση της πειραματικής παρέμβασης από αυτούς με απάντηση σε ερωτηματολόγιο. Από την αξιολόγηση προέκυψε ότι η εκτέλεση των πειραμάτων από τους ίδιους τους μαθητές και το γεγονός ότι δημιούργησαν οι ίδιοι κάτι οικείο σ' αυτούς τους προκάλεσε εξαιρετικά το ενδιαφέρον, και σύμφωνα με τους ίδιους, βελτίωσε τη γνώμη τους για τη χημεία. Τέλος οι μαθητές έδειξαν σαφώς την προτίμησή τους προς τα πειράματα που συνδέονται άμεσα με την καθημερινή ζωή.

### Εισαγωγή

Οι εργαστηριακές δραστηριότητες κατέχουν έναν διακριτό και κεντρικό ρόλο στα μαθήματα των φυσικών επιστημών (φ.ε). Οι ερευνητές της διδακτικής των φ.ε. θεωρούν ότι προκύπτουν πολλά οφέλη από τη συμμετοχή των μαθητών σε αυτές (Hofstein 2004) και ότι οι κατάλληλες εργαστηριακές δραστηριότητες μπορούν να βοηθήσουν αποτελεσματικά τους μαθητές να δομήσουν τη γνώση τους, να αναπτύξουν ερευνητικού τύπου δεξιότητες, καθώς και ικανότητες επίλυσης προβλημάτων (Tobin 1990, Gunstone 1991). Επιπλέον οι εργαστηριακές δραστηριότητες έχουν μεγάλη δυναμική στην προώθηση θετικών στάσεων και στην παροχή ευκαιριών στους μαθητές για ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως συνεργασία και επικοινωνία. Από αυτή την άποψη, το εργαστήριο είναι ένα μοναδικό μαθησιακό περιβάλλον, το οποίο παρέχει ευκαιρίες στους δασκάλους για ποικιλία στις διδακτικές τεχνικές τους, ώστε να αποφύγουν τη μονοτονία που μπορεί να χαρακτηρίσει ένα μάθημα σε αίθουσα.

Η εργαστηριακή εργασία ως ένα διδακτικό μέσο θα πρέπει να έχει σαφώς καθορισμένους στόχους. Θα πρέπει να στοχεύει στην ενθάρρυνση των μαθητών να αποκτήσουν: δεξιότητες χειρισμού συσκευών, δεξιότητες παρατήρησης, ικανότητες ερμηνείας των πειραματικών δεδομένων και ικανότητα σχεδιασμού πειραμάτων (Buckley & Kempa 1971). Ταυτόχρονα θα πρέπει να καλύπτει και συναισθηματικούς στόχους, όπως: ενδιαφέρον για το αντικείμενο, διασκέδαση, αίσθηση του πραγματικού του φαινομένου το οποίο συζητείται στη θεωρία. Άλλωστε είναι ξεκάθαρο, βάσει των στοιχείων της έρευνας των φ.ε., ότι εκθέτοντας τους μαθητές σε αυθεντικές και πρακτικές μαθησιακές εμπειρίες, δημιουργούμε ποικιλία στο μαθησιακό περιβάλλον και ενθαρρύνουμε και ωθούμε τους μαθητές να μελετήσουν τη χημεία (Hofstein, 2004). Οι Hofstein & Lunetta (2003) έχουν ανασκοπήσει ερευνητικές εργασίες διδακτικής των φ.ε. σχετικές με το εργαστήριο.

Δεδομένης της σημαντικότητας να δημιουργηθεί ένα διεπιστημονικό πλαίσιο στην εκπαίδευση στις φ.ε. και της ανάγκης να ξεπεραστούν οι δυσκολίες των μαθητών για εφαρμογή των θεωρητικών γνώσεων σε πρακτικά προβλήματα, επιβάλλεται, σύμφωνα με τον Zoller (1993), η δημιουργία νέων προγραμμάτων σπουδών φ.ε., διδακτικών στρατηγικών και εναλλακτικών μεθοδολογιών αξιολόγησης των διδακτικών και μαθησιακών αποτελεσμάτων. Όλες αυτές οι πρακτικές θα πρέπει να διδάσκουν μια διεπιστημονική χημεία, προσανατολισμένη σε *Επιστήμη– Τεχνολογία– Περιβάλλον– Κοινωνία (STES education)*.

Από τα παραπάνω προκύπτει η σαφής ανάγκη για ένταξη σωστά σχεδιασμένων εργαστηριακών δραστηριοτήτων μέσα σε ένα πρόγραμμα σπουδών χημείας και φ.ε. γενικά, το οποίο θα προωθεί την ανάπτυξη κριτικής σκέψης στους μαθητές και θα καταδεικνύει τη σύνδεση της χημείας με την καθημερινή ζωή, μέσω της ένταξης, στα παραδοσιακά μαθήματα χημείας, εργαστηριακών και πρακτικών θεμάτων, σχετικών με την επιστήμη, την τεχνολογία, το περιβάλλον και την κοινωνία, ώστε να γίνει η μάθηση της χημείας πιο ελκυστική στους μαθητές.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια διδακτική παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε στους μαθητές της γ' τάξης ενός γυμνασίου. Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα στα οποία επιδιώκαμε να πάρουμε απάντηση ήταν τα παρακάτω:

1. Ποια είναι τα οφέλη που, οι ίδιοι οι μαθητές πιστεύουν ότι έχουν από την εκτέλεση πειραμάτων;
2. Οι μαθητές προτιμούν να εκτελούν συμβατικά πειράματα ή πειράματα που να συνδέονται με την καθημερινή ζωή;
3. Οι μαθητές προτιμούν να εκτελούν οι ίδιοι τα πειράματα ή να τα παρακολουθούν ως επίδειξη;

Τα ευρύτερα ερευνητικά ερωτήματα στα οποία αναζητούσαμε απαντήσεις ήταν:

- A) Επηρεάζει η εκτέλεση πειραμάτων από τους ίδιους τους μαθητές τη στάση τους απέναντι στη χημεία;
- B) Επηρεάζει η εκτέλεση των πειραμάτων από τους ίδιους τους μαθητές την επίδοσή τους στο μάθημα της χημείας; (Με σύγκριση των επιδόσεων της πειραματικής ομάδας, των μαθητών που εκτελούν πειράματα, και μιας ομάδας ελέγχου, μαθητών που δεν εκτελούν πειράματα.)

## Η διδακτική παρέμβαση

### *Επιλογή των πειραμάτων*

Στο περιοδικό *Journal of Chemical Education (JCE)* από τον Σεπτέμβριο του 1997 περιλαμβάνεται σε κάθε τεύχος του, σε ένθετο, διακριτό, φύλλο από χαρτόνι μία πειραματική δραστηριότητα– *Classroom Activity*– η οποία προορίζεται για εφαρμογή από μαθητές σε σχολική τάξη.

Στην παρούσα εργασία, σε πρώτη φάση, έγινε συγκέντρωση όλων αυτών των πειραματικών δραστηριοτήτων, οι οποίες είχαν δημοσιευθεί από τον Σεπτέμβριο του 1997 μέχρι τον Οκτώβριο του 2004. Με βάση τη σχολική ύλη των μαθημάτων φ.ε. στο γυμνάσιο και στο λύκειο, στην Ελλάδα αποδόθηκαν τρεις χαρακτηρισμοί στην κάθε πειραματική δραστηριότητα: 1) αν εμπίπτει ή όχι στη σχολική ύλη, 2) την τάξη γυμνασίου ή λυκείου στη οποία εμπίπτει και 3) το γνωστικό αντικείμενο της χημείας στο οποίο αναφέρεται το πείραμα. Παράδειγμα χαρακτηρισμού ενός πειράματος:

Πείραμα: Ουσίες που αφρίζουν στο μπάνιο (bath bubblers)

Σχολική ύλη: Εμπίπτει

Σχολικό μάθημα-τάξη: Χημεία γ' γυμνασίου (1.1 & 1.2)  
Γνωστικό αντικείμενο: Καθαρή χημεία / ανόργανη.

Τελικά επελέγησαν 22 πειράματα ως τα πιο σχετικά με τα προγράμματα σπουδών του ελληνικού γυμνασίου και λυκείου και ταυτόχρονα πιο ενδιαφέροντα και συνδεδεμένα με την καθημερινότητα. Για την παρούσα εργασία, από αυτά επελέγησαν τρία, τα εξής:

- Ουσίες που αφρίζουν στο μπάνιο (bath bubblers) (Harris & Walker 2003).
- Βουρτσίζοντας στη χημεία (brushing up on chemistry) (στο εξής θα αναφέρεται ως «Χημεία και οδοντόκρεμες») (Trantow 2002).
- Όξινη βροχή πέφτει στη λίμνη μου (acid raindrops keep fallin' in my lake) (στο εξής «Η όξινη Βροχή») (JCE Editorial Staff 2003).

Η επιλογή της εφαρμογής μας στο γυμνάσιο βασίστηκε στο γεγονός ότι θεωρήθηκε πως τα παιδιά στο γυμνάσιο θα δείξουν μεγαλύτερο ενθουσιασμό για την εκτέλεση πειραματικών δραστηριοτήτων και λόγω ηλικίας, αλλά και γιατί ακόμη δεν έχουν αρχίσει να προσανατολίζονται αποκλειστικά στις εξετάσεις, όπως συνήθως συμβαίνει στο λύκειο. Η επιλογή των συγκεκριμένων πειραμάτων γυμνασίου έγινε με κριτήρια:

1. Κατά πόσο αυτά είναι εντυπωσιακά
2. Κατά πόσο συνδέονται με την καθημερινή ζωή και
3. Κατά πόσο αφορούν το ίδιο γνωστικό αντικείμενο της χημείας, με αυτό στο οποίο αναφέρονται τα πειράματα που πρέπει να πραγματοποιηθούν σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα του Υπουργείου Παιδείας.

Για συγκριτικούς σκοπούς, αποφασίσαμε να εντάξουμε στην εφαρμογή και δύο συμβατικές εργαστηριακές ασκήσεις από τον «Εργαστηριακό Οδηγό Χημείας Γ' Γυμνασίου» (Γεωργιάδου κ.ά. 2000α), τις εξής:

- 1<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση: Μελέτη ορισμένων ιδιοτήτων των οξέων (I):  
Πείραμα 1<sup>ο</sup>: Τα οξέα αλλάζουν το χρώμα των δεικτών  
Πείραμα 2<sup>ο</sup>: Επίδραση των οξέων σε ανθρακικά άλατα  
Πείραμα 3<sup>ο</sup>: Επίδραση των οξέων σε μέταλλα
- 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση: Μελέτη ορισμένων ιδιοτήτων των βάσεων:  
Πείραμα 1<sup>ο</sup>: Οι βάσεις αλλάζουν το χρώμα των δεικτών  
Πείραμα 3<sup>ο</sup>: Εξουδετέρωση διαλυμάτων βάσεων από διαλύματα οξέων  
Πείραμα 4<sup>ο</sup>: Κατάταξη υδατικών διαλυμάτων σε οξέα ή σε βάσεις με προσδιορισμό του pH με πεχαμετρικό χαρτί.

Η επιλογή των συμβατικών πειραμάτων έγινε προκειμένου να πραγματοποιηθεί σύγκριση από τους μαθητές σε διάφορα επίπεδα, όπως ενδιαφέρον και ενθουσιασμός των μαθητών, προτίμησή τους, ευκολία εφαρμογής κ.ά., μεταξύ ενός πειράματος χημείας που συνδέεται άμεσα με την καθημερινή τους εμπειρία και ενός πειράματος «καθαρής χημείας». Τα τρία πειράματα του JCE μεταφράστηκαν ολόκληρα και στη συνέχεια έγιναν σ' αυτά κατάλληλες τροποποιήσεις, ώστε να δοθούν στους μαθητές.

#### *Η προετοιμασία των πειραμάτων*

Με βάση τις πειραματικές πορείες όλων των πειραμάτων και του αριθμού των μαθητών και των ομάδων που θα συμμετείχαν, καταστρώθηκε κατάλογος υλικών που απαιτούνταν ανά πείραμα και τα οποία συγκεντρώθηκαν και ταξινομήθηκαν σε ένα συρτάρι για κάθε πείραμα. Τα τρία πειράματα του JCE δοκιμάστηκαν από τους συγγραφείς στο Εργαστήριο Φυσικοχημείας του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, προκειμένου να διαπιστωθούν τυχόν δυσκολίες και αδυναμίες και να γίνουν οι απαραίτητες τροποποιήσεις και προσαρμογές της διαδικασίας και των ποσοτήτων των υλικών, ώστε να διευκολυνθεί η διεξαγωγή των πειραμάτων από τους μαθητές.

*Η εκτέλεση της διδακτικής παρέμβασης*

Η πειραματική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε ένα από τα δύο τμήματα της γ' τάξης ενός γυμνασίου της πόλης των Ιωαννίνων, οι μαθητές του οποίου προέρχονται κατά κύριο λόγο από οικογένειες με μεσαία έως χαμηλά εισοδήματα. Το τμήμα περιελάμβανε 26 μαθητές.

Την προηγούμενη ημέρα της παρέμβασης, οι συγγραφείς μετέφεραν τα απαραίτητα υλικά στο σχολείο (το οποίο εστερείτο εργαστηρίου) και ενημέρωσαν τους μαθητές για την όλη διαδικασία, δηλώνοντάς τους ταυτόχρονα ότι η εφαρμογή είχε καθαρά ερευνητικό χαρακτήρα και ότι καμιά αξιολόγηση των μαθητών, άρα καμιά επίπτωση στη σχολική βαθμολογία τους στο μάθημα της χημείας δεν θα είχε. Επίσης, καθορίστηκαν οι πέντε ομάδες, με επιλογή των μελών κατά τυχαίο τρόπο. Ορίστηκε το πείραμα που επρόκειτο να πραγματοποιήσει η κάθε ομάδα την επόμενη μέρα και μοιράστηκαν τα κατάλληλα έντυπα. Ταυτόχρονα, ζητήθηκε από τους μαθητές να μελετήσουν το πείραμά τους και το γενικό φυλλάδιο, στο σπίτι. Το έντυπο υλικό που διανεμήθηκε περιελάμβανε:

- Τα τρία πειράματα του JCE, μαζί με φύλλα εργασίας και τελικές ερωτήσεις, σύμφωνα με τα πρωτότυπα δημοσιεύσεις στο JCE. .
- Τις εργαστηριακές δραστηριότητες που επιλέχθηκαν από τον σχολικό εργαστηριακό οδηγό (Γεωργιάδου κ.ά. 2000α) και τα αντίστοιχα απαντητικά φύλλα από το τετράδιο του μαθητή (Γεωργιάδου κ.ά. 2000β).
- Ένα φυλλάδιο για ανακεφαλαίωση των εννοιών του pH, των οξέων και των βάσεων συνταχθέν από τον καθηγητή- ερευνητή.

Η κατανομή των πειραμάτων στις ομάδες έγινε έτσι, ώστε από τις πέντε ομάδες, οι τέσσερις να πραγματοποιήσουν ένα συμβατικό πείραμα (από τα επιλεγμένα του εργαστηριακού οδηγού) και ένα που να συνδέεται με την καθημερινή εμπειρία (από τα επιλεγμένα του JCE), εκτός από μια ομάδα, η οποία πραγματοποίησε δύο πειράματα του JCE. Η κατανομή των πειραμάτων ανά ομάδα φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1 Η κατανομή των πειραμάτων ανά ομάδα.

Ομάδα	Ημέρα πειραματικής παρέμβασης	Τίτλος πειράματος
1 <sup>η</sup>	1 <sup>η</sup> 2 <sup>η</sup>	Μελέτη ορισμένων ιδιοτήτων των οξέων Ουσίες που αφρίζουν στο μπάνιο
2 <sup>η</sup>	1 <sup>η</sup> 2 <sup>η</sup>	Μελέτη ορισμένων ιδιοτήτων βάσεων Η όξινη βροχή
3 <sup>η</sup>	1 <sup>η</sup> 2 <sup>η</sup>	Η όξινη βροχή Χημεία και οδοντόκρεμες
4 <sup>η</sup>	1 <sup>η</sup> 2 <sup>η</sup>	Χημεία και οδοντόκρεμες Μελέτη ορισμένων ιδιοτήτων βάσεων
5 <sup>η</sup>	1 <sup>η</sup> 2 <sup>η</sup>	Ουσίες που αφρίζουν στο μπάνιο Μελέτη ορισμένων ιδιοτήτων των οξέων

Η εφαρμογή έγινε σε δύο συνεχόμενες ημέρες, τις 5<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> ώρες του προγράμματος, χωρίς να μεσολαβήσει διάλειμμα και χωρίς να υπάρχει 7<sup>η</sup> ώρα. Παρακάτω δείχνονται δύο εικόνες (φωτογραφίες) από την εκτέλεση πειραμάτων από τους μαθητές.



**Εικόνα 1.** Στιγμιότυπο από το πείραμα με την οδοντόκρεμα.



**Εικόνα 2.** Στιγμιότυπο από το πείραμα με το αφριστικό μπάνιου. Ενθουσιασμένη η μαθήτρια, δείχνει σε συμμαθητές άλλης ομάδας το αποτέλεσμα του πειράματος.

### *Τα εισαγωγικά πειράματα επίδειξης*

Κατά την πρώτη ημέρα, της εκτέλεσης των πειραμάτων από τους ίδιους τους μαθητές, προηγήθηκε ένα εισαγωγικό τμήμα με τα παρακάτω πειράματα επίδειξης, τα οποία πραγματοποιήθηκαν από τον καθηγητή-ερευνητή με την βοήθεια δύο μαθητών για κάθε πείραμα:

- Προσδιορισμός, με πεχαμετρικό χαρτί, του pH διαλυμάτων του ίδιου οξέος με διαφορετική συγκέντρωση και της ίδιας βάσης με διαφορετική συγκέντρωση.
- Αλλαγή του χρώματος δείκτη από κόκκινο λάχανο με προσθήκη οξέος, βάσης και νερού.
- Εξουδετέρωση διαλύματος βάσης από διάλυμα οξέος, κατόπιν προσθήκης δείκτη φαινολοφθαλεϊνης.

Η πραγματοποίηση των πειραμάτων επίδειξης είχε τους παρακάτω σκοπούς:

1. Να έχουν οι μαθητές μια επαφή με πειράματα χημείας
2. Να υπενθυμιστούν στους μαθητές βασικές έννοιες για τα οξέα, τις βάσεις, τους δείκτες και το pH.
3. Να κεντριστεί το ενδιαφέρον τους.

### **Η αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης από τους μαθητές**

#### *Μέθοδος*

Στο τέλος της δεύτερης ημέρας μοιράστηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο αξιολόγησης των πειραματικών δραστηριοτήτων. Οι μαθητές απάντησαν ατομικά και επώνυμα. Η συμπλήρωση διήρκεσε μεταξύ 10 και 15 λεπτών. Το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε από τους δύο ερευνητές, με βάση σχετική βιβλιογραφία (Hutschison 2000, Overton 2001, Belt et al. 2002, Byers 2002). Η αρχική μορφή καταστρώθηκε από τη νέα ερευνήτρια έπειτα από οδηγίες του καθηγητή-ερευνητή. Εν συνεχεία, οι δύο ερευνητές συνεργάστηκαν μέχρις ότου συμφώνησαν στην καταρχήν τελική μορφή. Το αποτέλεσμα ετέθη υπόψη ενός έμπειρου καθηγητή μέσης εκπαίδευσης, ο οποίος προέβη σε σχολιασμό και υποδείξεις για βελτίωση. Λαμβάνοντας υπόψη τα σχόλια του καθηγητή αυτού, οι δύο ερευνητές κατέληξαν στην τελική μορφή.

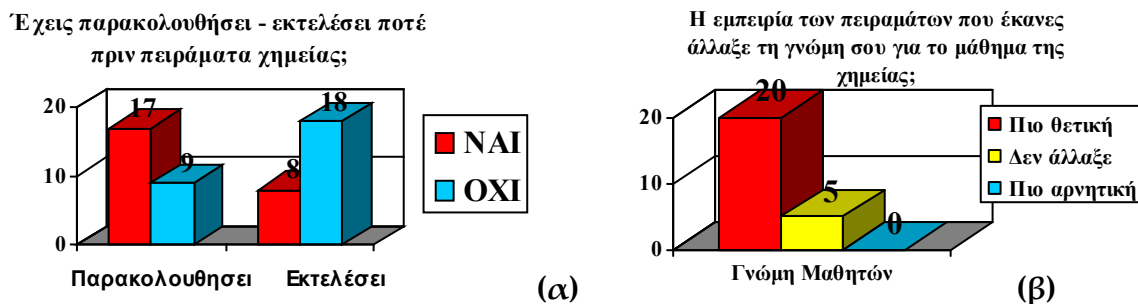
Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 19 ερωτήσεις και το περιεχόμενό του δείχνεται στον Πίνακα 2. Όλες σχεδόν οι ερωτήσεις καλούσαν τους μαθητές να επιλέξουν ανάμεσα σε μικρό αριθμό προκαθορισμένων επιλογών, ενώ σε λίγες περιπτώσεις, οι μαθητές καλούνταν να δικαιολογήσουν τις απαντήσεις τους.

### Αποτελέσματα και σχόλια

Στον Πίνακα 2 περιλαμβάνονται οι αριθμοί και τα ποσοστά των μαθητών που επέλεξαν τις διάφορες εναλλακτικές απαντήσεις. Από τις απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αξιολόγησης προέκυψε ότι η πλειονότητα των μαθητών είχαν παρακολουθήσει κάποιο πείραμα χημείας στο σχολείο, σε κάποιο κλασικό αντικείμενο της χημείας όπως τα οξέα και οι βάσεις, προφανώς όμως σε μορφή πειράματος επίδειξης, δεδομένου ότι οι περισσότεροι μαθητές δήλωσαν ότι οι ίδιοι δεν είχαν κάνει ποτέ κάποιο πείραμα. Επομένως για τους περισσότερους μαθητές του τμήματος αυτή η πειραματική παρέμβαση ήταν η πρώτη φορά που έρχονταν σε επαφή με υλικά και σκευή χημικού εργαστηρίου, εκτελώντας οι ίδιοι κάποιο πείραμα.

Σε ό,τι αφορά τη γνώμη των μαθητών για το μάθημα της χημείας, οι περισσότεροι μαθητές το θεώρησαν από ούτε εύκολο/ούτε δύσκολο έως εύκολο/κατανοητό. Υπήρξαν όμως, όπως φαίνεται από τις απαντήσεις, κάποιοι μαθητές που ενώ απάντησαν ότι θεωρούν το μάθημα της χημείας ενδιαφέρον, παραδόξως δεν το θεωρούν χρήσιμο. Η διαφορά αυτή ενδεχομένως να οφείλεται στην ελλιπή σύνδεση του μαθήματος της χημείας με την καθημερινή ζωή και της εφαρμογές της, πράγμα το οποίο θα έκανε τους μαθητές να δουν τη χρησιμότητα αυτής της επιστήμης και να μην τη θεωρούν κάτι απόμακρο και ασύνδετο με τη ζωή τους. Επίσης οι εργαστηριακές δραστηριότητες φαίνεται να αποτελούν ένα τρόπο για να βελτιωθεί η γνώμη τους για το μάθημα της χημείας (Σχήμα 1, α κα β).

Σε ό,τι αφορά τον τρόπο εργασίας τους, οι μαθητές θεώρησαν χρήσιμη και αποτελεσματική τη συνεργασία τους σε ομάδα. Επίσης τους ικανοποίησε ο αριθμός των τεσσάρων ή πέντε μαθητών ανά ομάδα, και όπως δήλωσαν σχεδόν όλοι, η συμβολή των μελών στην ομάδα τους ήταν ισόμετρη. Αν είχαν οι ίδιοι την πρωτοβουλία να συγκροτήσουν την ομάδα τους θα διάλεγαν τους συμμαθητές-συνεργάτες τους κατά βάση με κριτήρια: (1) το πόσο συνεργάσιμο είναι, (2) κατά δεύτερο λόγο με κριτήριο το αν έχουν φιλικές σχέσεις μαζί τους, (3) στη συνέχεια κρίνοντας αν έχουν επιδεξιότητα στο χειρισμό των οργάνων και των συσκευών και (4) τέλος εξετάζοντας το αν είναι επιμελείς μαθητές ή όχι.



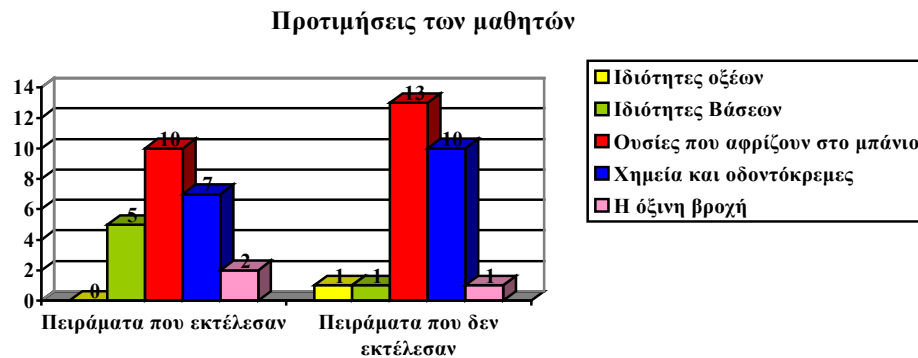
**Σχήμα 1.** Αποτελέσματα Αξιολόγησης: α) προηγούμενες πειραματικές εμπειρίες, β) επίδραση στη στάση των μαθητών.

**Πίνακας 2.** Το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της μεθοδολογίας και σχετικά αποτελέσματα.

1	<b>Είχες παρακολουθήσει ποτέ πριν πειράματα χημείας που σας έκανε κάποιος δάσκαλος ή καθηγητής;</b> ΝΑΙ 17 (65,4%) / ΟΧΙ 9 (34,6%)
	1α. Αν απάντησες ναι, μήπως θυμάσαι σε ποια περίπτωση και μήπως θυμάσαι κάποιο πείραμα; (ΘΥΜΟΥΝΤΑΝ: Οξέα- βάσεις, δείκτες, βρασμός)
2	<b>Είχες κάνει πριν πειράματα χημείας στο σχολείο, στο σπίτι ή αλλού;</b> ΝΑΙ 8 (30,8%) / ΟΧΙ 18 (69,2%)
	2α. Αν απάντησες ναι, μήπως θυμάσαι σε ποια περίπτωση και μήπως θυμάσαι κάποιο πείραμα;
3	<b>Τι γνώμη έχεις γενικά για το μάθημα της χημείας;</b> → Δύσκολο / Δυσνόητο 4 (16,7%) Εύκολο/Κατανοητό 11 (45,8%) Ούτε εύκολο ούτε δύσκολο 9 (37,5%) → Ενδιαφέρον 23 (92,0%) Αδιάφορο 1 (4,0%) Ούτε ενδιαφέρον ούτε αδιάφορο 1 (4,0%) → Χρήσιμο 14 (63,6%) Άχρηστο 7 (31,8%) Ούτε χρήσιμο ούτε άχρηστο 1 (4,6%)
4	<b>Η εμπειρία των πειραμάτων που έκανες άλλαξε τη γνώμη σου για το μάθημα της χημείας;</b> Έκανε πιο θετική τη γνώμη μου 20 (80,0%) / Έκανε πιο αρνητική τη γνώμη μου (0) / Δεν άλλαξε τη γνώμη μου 5 (20,0%)
5	<b>Πιστεύεις ότι ήταν χρήσιμη και αποτελεσματική η συνεργασία σας σε ομάδα;</b> Ναι πολύ 16 (61,5%) / Μάλλον ναι 9 (34,6%) / Ούτε ναι ούτε όχι 1 (3,8%) / Μάλλον όχι (0) / Σίγουρα όχι (0)
6	<b>Κρίνεις τον αριθμό των μελών της ομάδας σας (4 ή 5 άτομα) ικανοποιητικό ή όχι;</b> ΝΑΙ 25 (96,2%) / ΟΧΙ 1 (3,8%) → Αν όχι, να προτείνεις εναλλακτικό αριθμό, ακόμα και 1: Ένας μαθητής πρότεινε: 3
7	<b>Αν εσύ είχες την πρωτοβουλία να συγκροτήσεις μια ομάδα για εκτέλεση τέτοιων πειραμάτων, με ποια κριτήρια θα επέλεγες τα άλλα μέλη;</b> (βάλτε τον αριθμό 1 στο πιο σημαντικό, 2 στο επόμενο κ.λπ.) Να έχεις φιλικές σχέσεις μαζί τους Να είναι συνεργάσιμοι Να έχουν επιδεξιότητα στο χειρισμό οργάνων και συσκευών Να είναι επιμελείς φοιτητές
8	<b>Η συμβολή των μελών της ομάδας σας ήταν (μπορείς να σημειώσεις και δύο απαντήσεις):</b> Ισόμετρη 25 (96,2%) / Ανισόμετρη 1 (3,8%) / Ένα μέλος είχε την πρωτοβουλία (0)
9	<b>Μήπως θα προτιμούσες να δούλευες εντελώς μόνος σου;</b> ΝΑΙ 6 (24,0%) / ΟΧΙ 19 (76,0%)
10	<b>Ανάφερε 1-2 θετικά χαρακτηριστικά (πλεονεκτήματα) και 1-2 αρνητικά χαρακτηριστικά (αδυναμίες) της εργασίας που κάνατε κατά τα πειράματα.</b>
11	<b>Η θεωρία η σχετική με τα δύο πειράματα που έκανες ήταν για σένα</b> → 1ο ΠΕΙΡΑΜΑ: (ΣΗΜΕΙΩΣΕ ΤΙΤΛΟ) Δύσκολη / Δυσνόητη Εύκολη/Κατανοητή Ούτε εύκολη ούτε δύσκολη → 2ο ΠΕΙΡΑΜΑ: (ΣΗΜΕΙΩΣΕ ΤΙΤΛΟ) Δύσκολη / Δυσνόητη Εύκολη/Κατανοητή Ούτε εύκολη ούτε δύσκολη
12	<b>Πόσο σε βοήθησε το πείραμα να καταλάβεις καλύτερα τη σχετική θεωρία;</b> 1ο ΠΕΙΡΑΜΑ: Πολύ / Λίγο / Καθόλου 2ο ΠΕΙΡΑΜΑ: Πολύ / Λίγο / Καθόλου
13	<b>Ποιο από τα δύο πειράματα που εκτέλεσες σου άρεσε περισσότερο;</b> ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΟΞΕΩΝ - / ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΒΑΣΕΩΝ 5 (20,8%) / ΟΥΣΙΕΣ ΠΟΥ ΑΦΡΙΖΟΥΝ ΣΤΟ ΜΠΑΝΙΟ 10 (41,7%) / ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΟΔΟΝΤΟΚΡΕΜΕΣ 7 (29,2%) / Η ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ 2 (8,3%) → ΓΙΑ ΠΟΙΟ ΛΟΓΟ;
14	<b>Ποιο από τα υπόλοιπα πειράματα που ΔΕΝ εκτέλεσες εσύ σου άρεσε περισσότερο;</b> ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΟΞΕΩΝ 1 (3,8%) / ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΒΑΣΕΩΝ 1 (3,8%) / ΟΥΣΙΕΣ ΠΟΥ ΑΦΡΙΖΟΥΝ ΣΤΟ ΜΠΑΝΙΟ 13 (50%) / ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΟΔΟΝΤΟΚΡΕΜΕΣ 10 (38,5%) / Η ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ 1(3,8%) → ΓΙΑ ΠΟΙΟ ΛΟΓΟ;
15	<b>Οι σημειώσεις που σας μοιράστηκαν για τα πειράματα ήταν</b> 1ο ΠΕΙΡΑΜΑ: Καλές / Κακές / Ούτε καλές ούτε κακές → ΓΙΑ ΠΟΙΟ ΛΟΓΟ; 2ο ΠΕΙΡΑΜΑ: Καλές / Κακές / Ούτε καλές ούτε κακές → ΓΙΑ ΠΟΙΟ ΛΟΓΟ;
16	<b>Η βοήθεια που σου έδωσε το προσωπικό κατά την εκτέλεση των πειραμάτων ήταν</b> Περισσότερη από όσο χρειαζόμαστε 6 (23,1%) / Λιγότερη από όσο χρειαζόμαστε (0) / Κανονική 20 (76,9%)
17	<b>Πώς κρίνεις τις άλλες δραστηριότητες εκτός από τα δύο πειράματα που εκτέλεσες;</b> → Εισαγωγή από τον καθηγητή Χρήσιμη 23 (88,5%) / Άχρηστη 1 (3,8%) / Ούτε χρήσιμη ούτε άχρηστη 2 (7,7%) → Περιγραφή πειράματος από τη δική σας ομάδα: Χρήσιμη 18 (69,2%) / Άχρηστη (0) / Ούτε χρήσιμη ούτε άχρηστη 8 (30,8%) → Περιγραφή πειράματος από τις άλλες ομάδες Χρήσιμη 11 (73,3%) / Άχρηστη 2 (13,3%) / Ούτε χρήσιμη ούτε άχρηστη 2 (13,3%)
18	<b>Τελικά προτιμάς να κάνετε μόνοι σας τα πειράματα ή να τα κάνει ο καθηγητής ως πειράματα επίδειξης;</b> Να τα κάνουμε μόνοι μας 22 (84,6%) / Να τα κάνει ο καθηγητής 4 (15,4%)
19	<b>Τα πειράματα που κάνει ο καθηγητής είναι καλύτερα να τα κάνει εντελώς μόνος του και να σας τα δείχνει ή να κάνει κάθε πείραμα μαζί με δύο μαθητές;</b> Να τα κάνει μόνος του ο καθηγητής 2 (7,7%) / Να τα κάνει ο καθηγητής μαζί με δύο μαθητές 24 (92,3%)

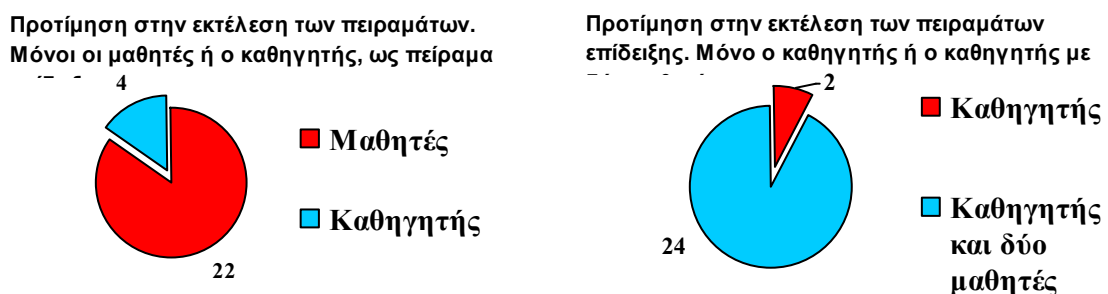
Κατά τους μαθητές τα κύρια θετικά χαρακτηριστικά της εργασίας που έκαναν στα πειράματα αφορούσαν κυρίως: (1) τη βελτίωση της γνώμης τους για το μάθημα της χημείας και την καλύτερη κατανόησή της, (2) τη σύνδεση της χημείας με την καθημερινή ζωή και (3) την καλή μεταξύ τους συνεργασία. Τα αρνητικά χαρακτηριστικά ήταν κατά βάση η επικινδυνότητα που έκριναν ότι είχαν κάποια υλικά, πράγμα που δείχνει την έλλειψη εξοικείωσης με το πείραμα της χημείας και την αμηχανία-φόβο που αυτό ενδεχομένως να τους προκαλεί. Ακόμη, κάποιοι μαθητές ανέφεραν ότι είχαν προβλήματα με λάθη κατά την εκτέλεση του πειράματός τους και μια δυσκολία με κάποιες από τις οδηγίες των πειραμάτων.

Οι προτιμήσεις των μαθητών σε ό,τι αφορά τα πειράματα που εκτέλεσαν οι ίδιοι και αυτά που εκτέλεσαν οι υπόλοιποι συμμαθητές τους φαίνονται στο Σχήμα 2 και καταδεικνύουν σαφώς την προτίμησή τους προς πειράματα που συνδέονται άμεσα με την καθημερινή ζωή.



**Σχήμα 2.** Αποτελέσματα Αξιολόγησης – Προτιμήσεις των μαθητών για τα είδη των πειραμάτων.

Τέλος, στο Σχήμα 3 φαίνεται η προτίμηση των μαθητών για τον τρόπο διεξαγωγής των πειραμάτων επίδειξης και για το αν προτιμούν να εκτελούν τα πειράματα οι ίδιοι ή μόνο ο καθηγητής ως πειράματα επίδειξης. Σε σχέση με τα πειράματα επίδειξης, σχεδόν όλοι οι μαθητές (24 στους 26) δήλωσαν ότι θεωρούν καλύτερη την εκτέλεση των πειραμάτων όχι από τον καθηγητή μόνο του, αλλά με τη βοήθεια δύο μαθητών κάθε φορά. Η μεθοδολογία αυτή έχει εφαρμοστεί και παλαιότερα από τον κύριο ερευνητή (Τσαπαρλής 1987-88) και



**Σχήμα 3.** Αποτελέσματα αξιολόγησης – Προτιμήσεις των μαθητών στην εκτέλεση των πειραμάτων.



στηρίζεται στην παραδοχή ότι έτσι δίνεται η δυνατότητα στους μισούς περίπου μαθητές μιας τάξης να συμμετέχουν σε πείραμα. Επιπλέον αυτό σπάει τη μονοτονία του μαθήματος και παρακολουθείται με μεγαλύτερο ενδιαφέρον από τους άλλους μαθητές (όπως με ενδιαφέρον παρακολουθούμε από το σπίτι, συμμετέχοντας νοερά κι εμείς, ένα τηλεπαιχνίδι στην τηλεόραση).

### **Συμπεράσματα και συνέπειες για την διδακτική πράξη**

Για την πλειονότητα των μαθητών του τμήματος στο οποίο πραγματοποιήθηκε η πειραματική παρέμβαση ήταν η πρώτη φορά που έρχονταν σε επαφή με υλικά και σκευή χημικού εργαστηρίου, εκτελώντας οι ίδιοι κάποιο πείραμα. Εξάλλου, οι εντυπώσεις των μαθητών από τα πειράματα και τον τρόπο που εργάστηκαν ήταν εξαιρετικά θετικές. Από τα αποτελέσματα δεν είναι να απορεί κανείς γιατί οι περισσότεροι μαθητές μένουν ανικανοποίητοι από τον τρόπο που διδάσκεται το μάθημα της χημείας στο σχολείο.

Τα πειράματα 'Ουσίες που αφρίζουν στο μπάνιο' και 'Χημεία και οδοντόκρεμες' κέρδισαν τις εντυπώσεις των μαθητών, ενισχύοντας την άποψη ότι η σύνδεση της χημείας με την καθημερινή ζωή κατά τη διδασκαλία της κεντρίζει το ενδιαφέρον των μαθητών και βελτιώνει την άποψή τους για το μάθημα της χημείας. Όπως σχολιάστηκε από τους ίδιους τους μαθητές, τα πειράματα αυτά ήταν δημιουργικά, ενδιαφέροντα και ευχάριστα διότι αφορούσαν προϊόντα της καθημερινής ζωής, οπότε τους κινήθηκε το ενδιαφέρον να μάθουν πώς παρασκευάζονται αυτά τα προϊόντα. Είναι χαρακτηριστικά τα σχόλια ενός μαθητή για το πείραμα 'Οδοντόκρεμα' ότι ήταν ενδιαφέρον και δημιουργικό, ότι δεν είχαν ξανακάνει κάτι τέτοιο και ίσως να μην έχουν την ευκαιρία να το ξανακάνουν. Το τελευταίο σχόλιο είναι ενδεικτικό για τον τρόπο που συνήθως διδάσκεται η χημεία στο ελληνικό σχολείο.

Σε σχέση με τα πειράματα επίδειξης, σχεδόν όλοι οι μαθητές δήλωσαν ότι θεωρούν καλύτερη την εκτέλεση των πειραμάτων όχι από τον καθηγητή μόνο του, αλλά με τη βοήθεια δύο μαθητών κάθε φορά.

#### *Περιορισμοί και ανάγκη περαιτέρω έρευνας*

Δύο περιορισμοί χαρακτηρίζουν την παρούσα εργασία: α) το περιορισμένο δείγμα β) το γεγονός ότι οι ερωτήσεις απαντήθηκαν επώνυμα από τους μαθητές. Η επωνυμία αυτή πιθανόν να δέσμευσε τους μαθητές στις απαντήσεις τους, με τις οποίες ενδεχομένως προσπάθησαν να ικανοποιήσουν «τις προσδοκίες» των ερευνητών. Ανεξάρτητα από αυτό, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη αφενός ότι κανένας από τους ερευνητές δεν ήταν ο φυσικός καθηγητής τους (ο οποίος εξάλλου δεν παρέστη καθόλην την διαδικασία) και αφετέρου ότι αρκετές ερωτήσεις ήταν γενικές, ενώ άλλες αποσπούσαν να συγκρίνουν τα πειράματα μεταξύ τους.

Τέλος, θα πρέπει να προσθέσουμε ότι στην τελική γραπτή εξέταση του Ιουνίου στο μάθημα της χημείας, συμφωνήθηκε με τον διδάσκοντα καθηγητή του μαθήματος της χημείας στη γ' γυμνασίου και συμπεριελήφθησαν στην εξέταση πέντε θέματα σχετικά με έννοιες της χημείας που περιλαμβάνονται στην εξεταστέα ύλη της χημείας αλλά και στην πειραματική παρέμβαση. Οι επιδόσεις των μαθητών των δύο τμημάτων της γ' γυμνασίου στα θέματα αυτά θα χρησιμοποιούνταν για την εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς το αν συνετέλεσε η πειραματική παρέμβαση στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών που είχαν εκτελέσει τα πειράματα. Από την αξιολόγηση των γραπτών προέκυψαν κάποιες ενδείξεις που είναι υπέρ της χρησιμοποιηθείσας διδακτικής παρέμβασης. Τα μικρά όμως δείγματα, σε συνδυασμό με την σημαντική υπεροχή του τμήματος στο οποίο πραγματοποιήθηκε η πειραματική παρέμβαση ως προς την σύνθεσή του σε σχέση με το τμήμα ελέγχου (το άλλο τμήμα της γ' τάξης), έκαναν πολύ δύσκολη την εξαγωγή σίγουρων συμπερασμάτων, γι' αυτό η παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων αυτών δεν γίνεται εδώ. Οι παραπάνω

περιορισμοί καταδεικνύουν την ανάγκη για περαιτέρω σχετική έρευνα και την κατεύθυνση που πρέπει να πάρει η διερεύνηση αυτή.

### Παραπομπές

- Γεωργιάδου Τ., Καφετζόπουλος Κ., Προβής Ν., Σπυριδέλης Ν., Χηνιάδης Δ. (2000α). Εργαστηριακός οδηγός χημείας, 3<sup>η</sup> έκδοση, ΟΕΔΒ.
- Γεωργιάδου Τ., Καφετζόπουλος Κ., Προβής Ν., Σπυριδέλης Ν., Χηνιάδης Δ. (2000β). Τετράδιο εργαστηριακών ασκήσεων χημείας, 3<sup>η</sup> έκδοση, ΟΕΔΒ.
- Τσαπαρλής Γ. (1987-88). Διδασκαλία χημείας β' γυμνασίου - Μόρια και άτομα. Λόγος & Πράξη, Τεύχος 33-35, 141-155.
- Buckley J.G. and Kempa R.F. (1971). *School Science Review*, 53 (182), 24.
- Byers, W. (2002). Promoting active learning through small group laboratory classes. *University Chemistry Education*, 6, 28-34.
- Belt, S.T., Evans, E.H., McCreedy, T., Overton, T.L., & Summerfield, S. (2002). A problem based learning approach to analytical and applied chemistry. *University Chemistry Education*, 6, 65-72.
- Gunstone R.F. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In Woolnough, B.E. (ed.), *Practical science*, Milton Keynes: Open University Press.
- Harris M.E. & Walker B. (2003). Bath bubblers (Classroom Activity: #58). *Journal of Chemical Education*, 80, 1416A-1416B.
- Hofstein A. & Lunetta V. N. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the 21<sup>st</sup> century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Hofstein A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation and research. *Chemistry Education Research and Practice*, 5, 247-264.
- Hutschison, J.S. (2000). Teaching chemistry using concept development case studies: Interactive and inductive learning. *University Chemistry Education*, 4, 3-9.
- JCE Editorial Staff (2003). Acid raindrops keep fallin' in my lake (Classroom Activity: #50). *Journal of Chemical Education*, 80, 40A-40B.
- Johnstone A.H. and Al-Shuaili A. (2001). Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *University Chemistry Education*, 5, 42-51.
- Overton, T.L. (2001). Teaching chemists to think: From parrots to professionals. *University Chemistry Education*, 5, 62-68.
- Tobin K.G. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and mathematics*, 90, 403-418.
- Trantow A. (2002). Brushing up on chemistry (Classroom Activity: #47). *Journal of Chemical Education*, 79, 1168A-1168B.
- Zoller U. (1993). Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS unlikely for HOCS. *Journal of Chemical Education*, 70, 195-198.