

Διάχυση της Αξιοποίησης των Δημιουργικών Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών ως Εργαλείο Οικοδόμησης Γνώσης στις Φυσικές Επιστήμες

Κλαίρη Αχιλλέως¹, Σταύρος Παπαδόπουλος², Στέλιος Φριλίγκος³, Κων/νος Κεραμιδάς⁴,
Χαρίτων Πολάτογλου⁵

¹Φυσικός, καθηγήτρια 1^{ου} Π.Π. Λυκείου Θεσ/νίκης «Μανόλης Ανδρόνικος», cachilleosa@gmail.com,

²Φυσικός, καθηγητής 1^{ου} Π.Π. Λυκείου Θεσ/νίκης «Μανόλης Ανδρόνικος», stpapado@sch.gr,

³Φυσικός-Ραδιοηλεκτρολόγος, Διευθυντής 1^{ου} Π.Π. Λυκείου Θεσ/νίκης «Μανόλης Ανδρόνικος»,
friligkos@sch.gr, ⁴Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04, kkeramidas@sch.gr, ⁵Αν. Καθηγητής Τμήματος
Φυσικής Α.Π.Θ., hariton@physics.auth.gr.

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε το θεωρητικό υπόβαθρο των δημιουργικών πειραμάτων και την υλοποίηση παρεμβάσεων και δράσεων σχετικά με αυτά. Τα δημιουργικά πειράματα διαφοροποιούνται από τα πειράματα με φύλλα εργασίας στο ότι αναφέρονται σε πραγματικές καταστάσεις από την καθημερινή ζωή όπου ζητείται οι μαθητές να εφαρμόσουν την επιστημονική μέθοδο. Τα ερευνητικά ερωτήματα, η πειραματική διαδικασία για την απάντησή τους και η εκτέλεση των πειραμάτων και ανάλυση των αποτελεσμάτων γίνονται από τους μαθητές. Η εμπειρία μας από το διαγωνισμό δημιουργικών πειραμάτων που πραγματοποιήθηκε πέρσι και φέτος με πολύ μεγάλη συμμετοχή και η επιμόρφωση καθηγητών στα δημιουργικά πειράματα δείχνει ότι η πραγματοποίηση τέτοιων πειραμάτων είναι εφικτή. Επίσης δημιουργικά πειράματα πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια ομίλου. Σε όλες τις παραπάνω δράσεις οι συμμετέχοντες, μαθητές και εκπαιδευτικοί, έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον και δημιουργικότητα.

Abstract

In this paper we present the theoretical background of creative experiments and the implementation of interventions and actions related to them. Creative experiments differ from experiments with worksheets in that they refer to real situations of everyday life where students are asked to apply the scientific method. The research questions, the experimental procedure and execution of the experiments and the analysis of the results made by the students. Our experience from the creative experiments competition conducted last year and this year with many participants and teachers training in creative experiments shows that the implementation of such experiments is feasible. Also creative experiments were performed within the school club. In all these activities the participants - students and teachers - showed great interest and creativity.

Εισαγωγή

Οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν βασικό κορμό της σχολικής παιδείας που προσφέρεται σε κάθε εκπαιδευτικό σύστημα. Αποτελούν το βασικό εργαλείο για να μάθουν οι μαθητές να ερμηνεύουν τον κόσμο γύρω τους, να προβλέπουν γεγονότα να στέκονται κριτικά σε σχολιασμούς των άλλων. Είναι κατ'εξοχήν πειραματικές επιστήμες καθώς το πείραμα αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της επιστημονικής μεθόδου που εφαρμόζουν οι ερευνητές του χώρου των φυσικών επιστημών. Η κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και των σχέσεων τους και η δημιουργία ή η επιβεβαίωση της ισχύος μοντέλων βασίζεται σε ερευνητικές δραστηριότητες σε χώρους εργαστηρίων.

Ερευνητές της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών έχουν καταλήξει ότι η αποτελεσματική μάθηση των Φυσικών Επιστημών απαιτεί εκτός από τη μάθηση εννοιών και όρων, τη γνωριμία με τη φύση της επιστήμης, με τις μεθόδους και τα εργαλεία της (Hodson, 2001, 2007).

Η διερεύνηση σε αυθεντικές ερωτήσεις που δημιουργούνται από την εμπειρία των μαθητών είναι η κεντρική στρατηγική σήμερα για τη διδασκαλία των ΦΕ (National Research Council, NRC, 1996, 2000).

Οι Roth and Roychoudhury (1993) ανέφεραν θετικά αποτελέσματα της μάθησης «όταν γίνονται με αυθεντική διερεύνηση από τους ίδιους τους μαθητές στις τάξεις 8, 11 και 12» (ηλικίες 13-14, 16-17 & 17-18), ισχυριζόμενοι ότι οι ικανότητες διαδικασιών αναπτύσσονται σταδιακά και φθάνουν σε υψηλά επίπεδα κατανόησης όταν τα πειράματα εκτελούνται σε περιεχόμενο που έχει νόημα για τα παιδιά.

Οι Abrams κ.α. (2008) εντοπίζουν τρεις στόχους στην επιστημονική διερεύνηση: την κατανόηση του πώς προχωρά η επιστημονική έρευνα, το να είναι σε θέση ο μαθητής να εκτελέσει επιστημονική έρευνα έστω και μικρού επιπέδου δυσκολίας, και να κατανοεί πώς η διερεύνηση είναι αυτή που οδηγεί στα αποτελέσματα των επιστημονικών γνώσεων (NRC, 2000). Το «μαθαίνοντας να διερευνώ» περιλαμβάνει α. την κατανόηση των μαθητών για το «πώς εργάζονται οι επιστήμονες στην κατασκευή εξηγήσεων των φυσικών φαινομένων» β. βοηθά στο να αναγνωρίσουν το «πώς αυτές οι μέθοδοι είναι κατάλληλες για ερωτήματα που τίθενται από την ίδια τη ζωή» (Abrams et al., 2008). γ. βοηθά «στο να γίνουν οι μαθητές ικανοί να συμμετέχουν στην διερεύνηση που ενέχει ομοιότητες με αντίστοιχες δραστηριότητες που διενεργούνται από τους επιστήμονες».

Η «Διερεύνηση και κατασκευή της επιστημονικής γνώσης», βασίζεται στην παραδοχή ότι η ενεργός συμμετοχή στο να «κάνεις επιστήμη» μπορεί να οδηγήσει στην καλύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών.

Η ανάγκη ανάπτυξης Δημιουργικών Πειραμάτων

Η μέχρι σήμερα εργαστηριακή διδασκαλία θεωρείται στο ελληνικό σχολείο μη αποτελεσματική. Το εργαστήριο γίνεται με τη μορφή συνταγής, έχει επιβεβαιωτικό χαρακτήρα, περιορίζει τη σκέψη των μαθητών, τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση και καλλιεργεί χαμηλού επιπέδου ικανότητες (Κεραμιδάς, 2013).

Ήδη στην ελληνική εκπαίδευση έχει αρχίσει η συζήτηση για την εφαρμογή εργαστηριακών ασκήσεων μορφής διερεύνησης που εμπλέκει τους μαθητές σε όλα τα στάδια της ερευνητικής προσπάθειας από τον προβληματισμό τη διατύπωση υποθέσεων, τον σχεδιασμό του πειράματος και την προετοιμασία των υλικών μέχρι την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, τον κριτικό σχολιασμό τους και την αξιολόγηση της προσπάθειάς τους.

Οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών του 1^{ου} Πρότυπου Πειραματικού Λυκείου Θεσσαλονίκης «Μανόλης Ανδρόνικος» από την προηγούμενη σχολική χρονιά 2012-2013 επικέντρωσαν την προσπάθειά τους στην ενσωμάτωση, στη διδακτική τους καθημερινότητα, των δημιουργικών πειραμάτων (creative experiments) με στόχους την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της φαντασίας και της δημιουργικότητας των παιδιών (Αχιλλέως κ.α. 2013). Συγχρόνως άρχισαν να προβληματίζονται για τον τρόπο που θα γίνει η διάχυση της προσπάθειάς τους και σε άλλα σχολεία.

Η επιμόρφωση εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες

Η εφαρμογή των δημιουργικών πειραμάτων στη σχολική τάξη προϋποθέτει διάχυση των στρατηγικών ενεργού εμπλοκής των μαθητών και αλλαγή της στάσης ως προς την εργαστηριακή διδασκαλία σε όσο περισσότερους καθηγητές ώστε να εκτιμήσουν την αξία τους και την αποτελεσματικότητά τους. Η διάχυση αυτή προϋποθέτει βιωματικές προσεγγίσεις, ώστε οι εκπαιδευτικοί να γίνουν γνώστες του τρόπου εργασίας των μαθητών και κοινωνοί των συναισθημάτων και ικανοτήτων που αναπτύσσονται.

Στην κατεύθυνση αυτή την σχολική χρονιά 2013-2014 οργανώθηκαν από το ΕΠΕΣ του 1^{ου} Πειραματικού λυκείου Θεσσαλονίκης Μανόλης Ανδρόνικος δύο τριήμερα σεμινάρια για εκπαιδευτικούς, διάρκειας 10 ωρών στα οποία συμμετείχαν 60 καθηγητές ΠΕ04 από διάφορα σχολεία της Κεντρικής Μακεδονίας (φωτογραφίες από τις επιμορφώσεις ακολουθούν).



Εικόνα 1: Οι επιμορφούμενοι καθηγητές σε ρόλο μαθητών.



Εικόνα 2: Μελέτη της κίνησης με την βοήθεια φυσαλίδων σε υγρό.



Εικόνα 3: Το σενάριο έχει δοθεί. Συζήτηση σε ομάδες.



Εικόνα 4: Έγινε η επιλογή υλικών. Η προσπάθεια αρχίζει.

Συνοπτικά το πρόγραμμα του τριήμερου Σεμιναρίου ήταν το ακόλουθο:

1^η Μέρα:

- α. Εισήγηση: Η αναγκαιότητα των δημιουργικών πειραμάτων στη διδακτική πρακτική.
- β. Εισήγηση: Παραδείγματα δημιουργικών πειραμάτων και η μέθοδος υλοποίησής τους.
- γ. Τίθεται συγκεκριμένο διερευνητικό πρόβλημα στους επιμορφούμενους. Χωρίζονται σε ομάδες. Η κάθε ομάδα προτείνει το δικό της Δημιουργικό πείραμα για την διερεύνησή του.
- δ. Ολομέλεια- Συζήτηση

2^η Μέρα:

- α. Οι επιμορφούμενοι στο Εργαστήριο: « Η κίνηση μιας φυσαλίδας αέρα- Δίνεται το σενάριο και διάφορα υλικά συγκεντρωμένα στον μπροστινό πάγκο του Εργαστηρίου και οι καθηγητές καλούνται να υλοποιήσουν ένα πείραμα που θα έχει ως στόχο την μελέτη της κίνησης μιας φυσαλίδας αέρα.
- β. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων και συζήτηση στην ολομέλεια.
- γ. Παρουσίαση των πειραμάτων και της διερεύνησης που έκαναν οι ομάδες μαθητών της Α' Λυκείου όταν τους δόθηκε το ίδιο σενάριο.
- δ. Συζήτηση

ε. Οι επιμορφούμενοι προτείνουν το δημιουργικό πείραμα που θα υλοποιήσουν ομάδες μαθητών της Α τάξης στην επόμενη συνάντηση.

3^η Μέρα:

α. Ομάδες μαθητών της Α Λυκείου υλοποιούν ένα δημιουργικό πείραμα. Οι καθηγητές επιμορφούμενοι παρατηρούν τις ομάδες και συμπληρώνουν την κλείδα παρατήρησης που τους έχει δοθεί.

β. Συζήτηση στην ολομέλεια και συμπεράσματα.

Κάθε σεμινάριο περιελάμβανε εισηγήσεις με στόχο τη γνωριμία με την έννοια των δημιουργικών πειραμάτων, βιωματικές δράσεις των εκπαιδευτικών με εμπλοκή σε δραστηριότητες δημιουργικών πειραμάτων, παρακολούθηση της συμμετοχής των μαθητών σε αντίστοιχες δραστηριότητες με παράλληλη αξιοποίηση αξιολογικών εργαλείων όπως η κλείδα παρατήρησης και συζητήσεις στην ολομέλεια με παρουσίαση συμπερασμάτων και παρατηρήσεων.

Διαγωνισμοί Δημιουργικών Πειραμάτων

Το ΕΠΕΣ του «Μανόλης Ανδρόνικος» έχει ξεκινήσει ήδη από την προηγούμενη χρονιά την οργάνωση διαγωνισμού δημιουργικών πειραμάτων με συμμετοχή σχολείων από διάφορες περιοχές της Κεντρικής Μακεδονίας.



Εικόνα 5: Η αίθουσα διδασκαλίας μετατράπηκε σε εργαστήριο.



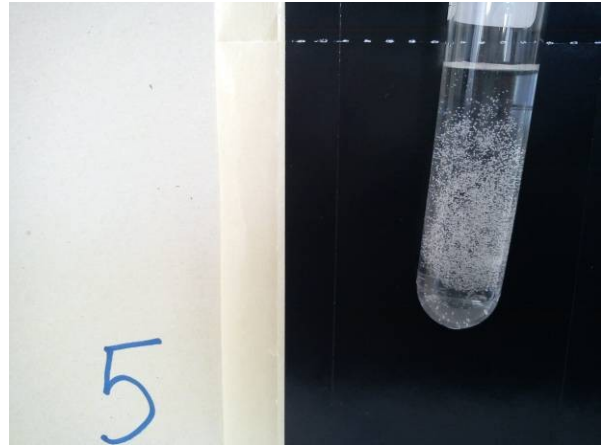
Εικόνα 6: Οι διαγωνιζόμενοι περιμένουν τα ερωτήματα.

Μέχρι σήμερα διοργανώθηκαν τρεις διαγωνισμοί Δημιουργικών Πειραμάτων. Δύο για τα Λύκεια (2013, 2014) και ένας για τα Γυμνάσια (2014). Στους διαγωνισμούς των Λυκείων συμμετείχαν το 2013 σαράντα επτά τριμελείς ομάδες ενώ φέτος, το 2014, πενήντα τέσσερις τριμελείς ομάδες. Στο διαγωνισμό των Γυμνασίων, που έγινε το Μάιο του 2014 συμμετείχαν είκοσι τριμελείς ομάδες. Για την διατύπωση των θεμάτων υπεύθυνη είναι η Επιστημονική Επιτροπή στην οποία συμμετέχουν καθηγητές από το Πανεπιστήμιο και συγκεκριμένα από τα Τμήματα Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας αλλά και καθηγητές από τη Μέση Εκπαίδευση. Δίνεται ένα σενάριο διερεύνησης με διαχωρισμένα όμως τα ερωτήματα κατά κλάδο: Φυσική, Χημεία, Βιολογία (βλέπε το Παράρτημα στο τέλος του άρθρου).

Τα ονόματα στα τετράδια απαντήσεων καλύπτονται για να διορθωθούν και αποκαλύπτονται μετά τη διόρθωση και το καθορισμό της σειράς επιτυχίας. Κάθε γραπτό διορθώνεται από έξι καθηγητές δηλαδή 2 Φυσικούς, 2 Χημικούς και 2 Βιολόγους. Ακολουθεί τελετή βράβευσης στην οποία παρουσιάζονται και κάποια επιστημονικά θέματα είτε με ομιλίες είτε με άλλο τρόπο.

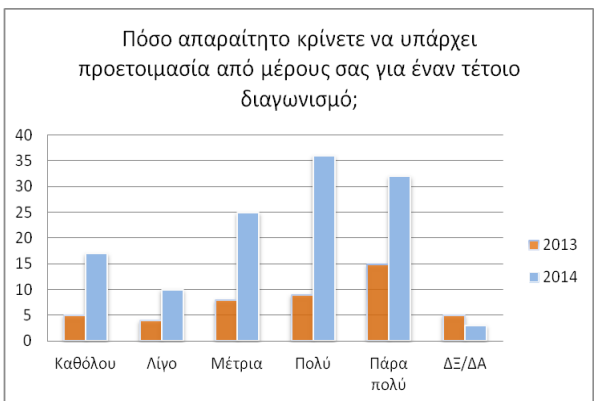
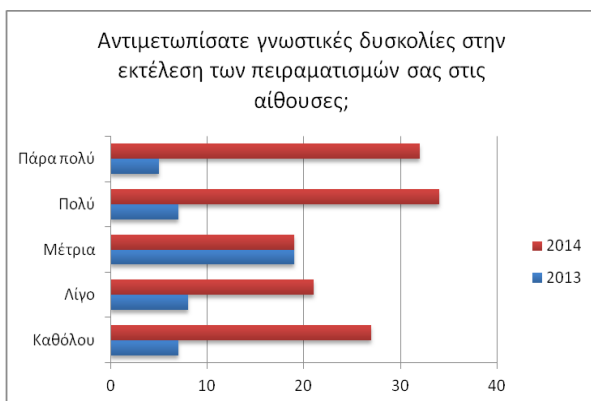
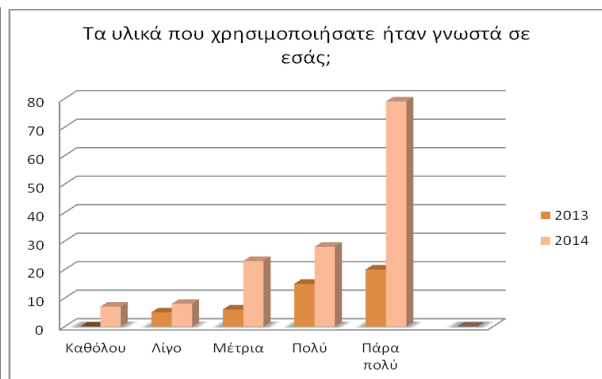
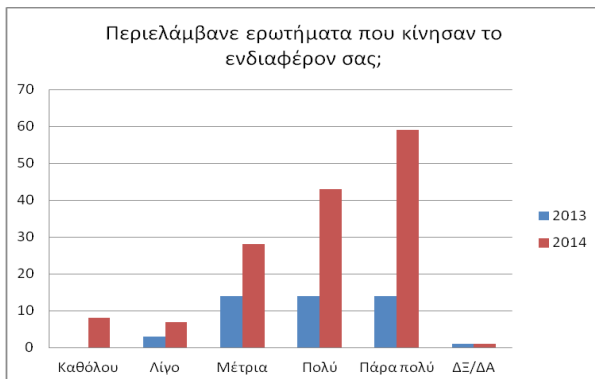


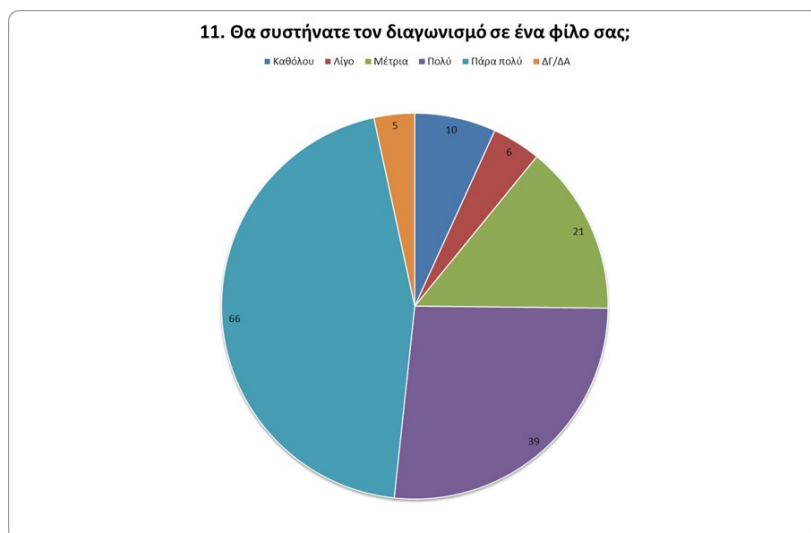
Εικόνα 7: Οι ομάδες «εν δράσει»...



Εικόνα 8: Ανίχνευση DNA της μπανάνας (βλενωδες εναιώρημα).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται σε ιστογράμματα απαντήσεις σε κάποια ερωτήματα που τέθηκαν με ερωτηματολόγια στους διαγωνιζόμενους μαθητές λυκείων, κατά τα έτη 2014 και 2015. Οι αριθμοί αντιστοιχούν στο πλήθος των μαθητών.





Εικόνα 9: Οι αριθμοί αντιστοιχούν στο πλήθος των ερωτώμενων μαθητών για το 2014.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η συμμετοχή των καθηγητών καθώς και το ενδιαφέρον τους κατά τη διάρκεια των τριήμερων σεμιναρίων καταδεικνύει την αναγκαιότητα επιμόρφωσης καταρχήν των διδασκόντων αν θέλουμε η διδασκαλία των φυσικών επιστημών να οδηγηθεί στη διερευνητική μάθηση.

Από την άλλη πλευρά η αυξανόμενη συμμετοχή των μαθητικών ομάδων στο Διαγωνισμό των δημιουργικών πειραμάτων καταδεικνύει το ενδιαφέρον των μαθητών να λειτουργούν ως μικροί ερευνητές. Και στους δύο διαγωνισμούς δούλεψαν με γνωστά καθημερινά υλικά και όπως φαίνεται από τα παραπάνω διαγράμματα οι ερωτήσεις κίνησαν το ενδιαφέρον τους. Ένα μεγάλο μέρος των μαθητών που μετείχαν στο φετινό διαγωνισμό δηλώνει ότι αντιμετώπισε γνωστικές δυσκολίες ωστόσο και πολλοί είναι αυτοί που κρίνουν ότι πρέπει να υπάρχει προετοιμασία για ένα τέτοιο διαγωνισμό.

Παρά τις δυσκολίες όμως που αντιμετωπίζουν οι μαθητές μας σε ένα τέτοιο διαγωνισμό στην ερώτηση αν θα σύστηναν σε ένα φίλο τους να συμμετέχει σε ένα τέτοιο διαγωνισμό το 45% των μαθητών που συμμετείχαν φέτος απαντούν «Πάρα πολύ» και το 39% απαντούν «πολύ». Με λίγα λόγια οι μαθητές με τις απαντήσεις τους μας δείχνουν μάλλον ποιος είναι ο δρόμος της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

Βιβλιογραφία

Αχιλλέως Κλ., Παπαδόπουλος Στ., Φριλίγκος Στ., Κεραμιδάς Κ., Πολάτογλου Χ., 2013 «Δημιουργικά Πειράματα Φυσικών Επιστημών προς μια Διερευνητική Εργαστηριακή Διδασκαλία», 1^ο Συνέδριο ΠΠΣ Θεσσαλονίκη.

Κεραμιδάς Κ., 2013, Εργαστηριακή διδασκαλία Φυσικής. Από τη χρήση «συνταγών» στη διερεύνηση προβλημάτων, Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;», Θεσσαλονίκη.

Abrahams, I. and Millar, R. (2008, forthcoming). Does practical work actually work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching method in school science, *International Journal of Science Education*.

Abrams, E., Southerland, S. A. and Evans, C. (2008). Introduction: Inquiry in the classroom: identifying necessary components of a useful definition. In E. Abrams, S. A. Southerland and Hodson, D. (2001). Research on practical work in school and universities: in pursuit of better questions and better methods. Proceedings of the 6th European conference on research in chemical education. University of Aveiro; Aveiro, Portugal

Hodson Derek, 2007 Experiments in science and science teaching, Wiley online library

National Research Council (NRC) (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council (NRC) (2000). Inquiry and the National Science Education Standards.

P. Silva (Eds) Inquiry in the Classroom. Realities and Opportunities (pp. xi–xlii). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Roth, W. M. and Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts, *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 127–152.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Απόσπασμα σεναρίου και ερωτημάτων από τον 1^ο Διαγωνισμό Δημιουργικών Πειραμάτων για τα Γυμνάσια (2014). Παρουσιάζεται το κεντρικό σενάριο και τα ερωτήματα σχετικά με την Χημεία. Οι διαγωνιζόμενοι μαθητές αντιμετώπισαν ερωτήματα και στη Φυσική και στη Βιολογία.

Κεντρικό Σενάριο

Ο κύριος Αριστοτέλης είναι ένας από τους καλύτερους μάγειρες στη χώρα της Ευδαιμονίας. Ζει εκεί με την γυναίκα του και τα τρία παιδιά του, τον Γαληνό τον Δημόκριτο και τον Ιπποκράτη. Η οικογένεια έχει και ένα μοναχικό σπίτι σε μια ερημική παραλία του Αιγαίου. Όταν ο κύριος Αριστοτέλης ξεκλέβει χρόνο από τη δουλειά του, πάει με όλη την οικογένεια στο μοναχικό τους σπίτι για να ξεκουραστεί. Εκεί έχει κάθε προμήθεια, ώστε να μην χρειάζεται να πηγαίνει στο κοντινότερο χωριό, που είναι όμως πάρα πολύ μακριά. Τα αγόρια του δεν θέλουν να απομακρύνονται από την πόλη, γι αυτό αυτή την τελευταία φορά που είναι εκεί, αποφάσισαν να τον ταλαιπωρήσουν. Η πρώτη προσπάθεια τους απέτυχε, γιατί ο κύριος Αριστοτέλης είναι τσακάλι σε όλα! Αποφάσισαν, λοιπόν, να... ξαναπροσπαθήσουν!

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: ΔΕΝ ΔΟΚΙΜΑΖΟΥΜΕ ΤΙΠΟΤΑ

Χημεία

Σήμερα το πρωί ο κ. Αριστοτέλης ξύπνησε ευδιάθετος. Έκανε τον κρύο καφέ του, τον άφησε στο τραπέζι της βεράντας και πήγε να ταΐσει τον σκύλο του τον Ίκαρο. Μετά θα απολάμβανε την ωραία θέα της θάλασσας πίνοντας τον καφέ του. Όταν επέστρεψε, βρήκε στο τραπέζι δύο ίδια ποτήρια με καφέ και ένα μεγάλο χαρτί που έγραφε ένα μήνυμα: “Μπαμπά μη δοκιμάσεις καφέ αν δεν είσαι σίγουρος ότι είναι ο δικός σου...! Μπορείς να βρεις ποιός είναι;”. Όσο έλειπε ο Αριστοτέλης, τα παιδιά σκέφτηκαν να ετοιμάσουν ένα δεύτερο καφέ, στον οποίο έριξαν ένα κουταλάκι μαγειρική σόδα. Ο κύριος Αριστοτέλης πίνει τον καφέ του μ’ ένα κουταλάκι ζάχαρη.

1. Μπορείτε να βρείτε ποιό είναι το ποτήρι με τον καφέ που έφτιαξε ο κ. Αριστοτέλης; Περιγράψτε τη διαδικασία που ακολουθήσατε.

Στον κοινόχρηστο πάγκο της αίθουσας θα βρείτε ένα μπουκάλι που έχει σκέτο καφέ και τα δύο ποτήρια με τον καφέ που βρήκε ο Αριστοτέλης στο τραπέζι της βεράντας. Επίσης θα βρείτε ότι άλλο μπορεί να χρειαστείτε ώστε να βρείτε ποιος είναι ο καφές που έφτιαξε ο κ. Αριστοτέλης.

2. Ο Δημόκριτος πιστεύει ότι ο γλυκός καφές (ο καφές δηλαδή που περιέχει μια ποσότητα ζάχαρης) είναι πιο όξινος από τον σκέτο καφέ (τον καφέ που δεν περιέχει ζάχαρη). Ο Ιπποκράτης πιστεύει ότι η ζάχαρη δεν επηρεάζει το pH του καφέ. Εσείς με ποιο από τα δύο αδέρφια συμφωνείτε και γιατί;

Μια μικρή βοήθεια: Ίσως σας φανούν χρήσιμα τα pH-μετρικά χαρτιά αλλά και οι πληροφορίες, που θα βρείτε στο παράρτημα μετά το τέλος των ερωτημάτων, σχετικά με τα οξέα και τις βάσεις.