



ΕΣΠΑ 2007-13\Ε.Π. Ε&ΔΒΜ\Α.Π. 1-2-3

«Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών στις 8 Π.Σ., 3 Π.Σ.Εξ., 2 Π.Σ.Εισ.»

Με συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε. Κ. Τ.)

ΜΕΙΖΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

www.epimorfosi.edu.gr

ΕΝΤΥΠΟ ΥΠΟΒΟΛΗΣ ΚΑΛΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

(Σχέδια Μαθήματος, Εκπαιδευτικά Σενάρια)

Η παρούσα πρόταση υποβάλλεται σύμφωνα με την υπ. αριθμ. 3614/08-09-2010 Πρόσκληση και υπό τους όρους που αναφέρονται εκεί.

1) ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ

1.1 Τίτλος Διδακτικής Πρακτικής

Αναφέρεται ο τίτλος της Διδακτικής Πρακτικής, ο οποίος θα αποτυπώνει τον σκοπό και θα προσδιορίζει την αρχική μορφή και το περιεχόμενό της.

Μελέτες μικροσκοπίου για την επιστήμη στο δημοτικό σχολείο:
ακολουθώντας τα βήματα του R. Hooke στη *Micrographia*

1.2 Δημιουργός/-οι

Όνοματεπώνυμο: Τσαγλιώτης Νεκτάριος

Πατρώνυμο: Λάμπρος

Ιδιότητα: Εκπαιδευτικός Σχολικός Σύμβουλος Στέλεχος Διοίκησης

Στοιχεία Οργανικής Θέσης: 9^ο 12/θ Δημοτικό Σχολείο Ρεθύμνου,
Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών

Ταχυδρομική Διεύθυνση: Μάχης Κρήτης 33, 74100, Ρέθυμνο

E-mail: ntsag@edc.uoc.gr & efepereth@gmail.com

Δικτυακός τόπος / blog / wiki: <http://efepereth.wikidot.com> &
http://9dim-rethymn.reth.sch.gr/contents_gr/scilab/scilab.htm

Η συγκεκριμένη Διδακτική Πρακτική έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο κάποιου εκπαιδευτικού προγράμματος;

ΝΑΙ ΟΧΙ

Αν ναι, να αναφέρετε την ονομασία του: Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα **HIPST [History and Philosophy of Science in Science Teaching]**, το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το 7^ο Προγραμματικό Πλαίσιο, Επιστήμη & Κοινωνία - 2007-2.2.1.2 – διδακτικές μέθοδοι, χρονική διάρκεια 2008-2010.

Ιστοσελίδα / blog/ wiki: <http://hipstwiki.wetpaint.com>

1.3 Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Γνωστικό/-ά αντικείμενο/-α της Διδακτικής Πρακτικής:

Φυσικές Επιστήμες Στ' Δημοτικού

Ιδιαίτερη Περιοχή του γνωστικού αντικείμενου:

Οι μελέτες μικροσκοπίου μπορούν να ενταχθούν σε πολλές περιοχές των φυσικών επιστημών που διδάσκονται στην Στ' τάξη του δημοτικού. Ενδεικτικά αναφέρονται:

Ενότητα: **Φως**

Τετράδιο Εργασιών ΦΕ1: *Διάθλαση του φωτός* (φακοί & εφαρμογές, μικροσκόπια κλπ.)

Ενότητα: **Φυτά**

Τετράδιο Εργασιών ΦΕ1: *Τα μέρη του φυτού* (σπόροι, ρίζες, βλαστοί, φύλλα, άνθη κλπ.)

Ενότητα: **Ζώα**

Τετράδιο Εργασιών ΦΕ1: *Ασπόνδυλα και Σπονδυλωτά* (αρθρόποδα, τα οποία αποτελούν περίπου το 80% όλων των ζωικών ειδών, π.χ. μυρμήγκια, ισόποδα κλπ.)

Συμβατότητα με το ΑΠΣ & το ΔΕΠΠΣ.

Η συγκεκριμένη διδακτική πρακτική εντάσσεται μέσα στο πνεύμα του ΔΕΠΠΣ που αναφέρεται «στην ανάπτυξη της προσωπικότητας του μαθητή, με την προώθηση της ανεξάρτητης σκέψης, της αγάπης για εργασία, της ικανότητας για λογική αντιμετώπιση καταστάσεων και της δυνατότητας για επικοινωνία και συνεργασία με άλλα άτομα». Συγκεκριμένα για τις φυσικές επιστήμες του δημοτικού σχολείου «στην απόκτηση της ικανότητας να αναγνωρίζει την ενότητα και τη συνέχεια της επιστημονικής γνώσης στις θετικές επιστήμες, όπως και της ικανότητας να αναγνωρίζει τη σχέση που υπάρχει μεταξύ τους». Επίσης, «στην εξοικείωση του μαθητή με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, την επιστημονική μεθοδολογία». Όπως αναφέρεται στο αντίστοιχο ΑΠΣ η εστίαση της προσέγγισης εντάσσεται στο πλαίσιο «της ανάπτυξης από το μαθητή ικανοτήτων και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων μέσα από τις πειραματικές και εργαστηριακές δραστηριότητες του μαθήματος, προκειμένου να γίνει ικανός να αξιολογεί τις επιστημονικές και τεχνολογικές εφαρμογές, ώστε ως μελλοντικός πολίτης να τοποθετείται κριτικά απέναντί τους και να αποφαίνεται για τις θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις τους στην ατομική και κοινωνική υγεία και το περιβάλλον».

Ένας κεντρικός άξονας του θέματος της διδακτικής πρακτικής είναι η παρότρυνση του ΑΠΣ να γνωρίσουν οι μαθητές «τις σημαντικές εφαρμογές των φακών στην καθημερινή ζωή (τηλεσκόπια, **μικροσκόπια**, κιάλια)». Ως αντίστοιχη ενδεικτική δραστηριότητα

καταγράφεται η «χρήση συσκευών που λειτουργούν με φακούς από τους μαθητές».

Η γνώση, η εφαρμογή και χρήση των φακών στα διάφορα όργανα (π.χ. μικροσκόπια) ενδέχεται να προσεγγιστεί πολλαπλά και ποικίλα, από μια απλή επίδειξη ή στοιχειώδη εφαρμογή μέχρι την ανάπτυξη και διεξαγωγή μελετών με στοιχεία αυθεντικότητας στο επιστημονικό περιβάλλον και στην επιστημονική διερεύνηση. Η παρούσα διδακτική πρακτική τοποθετείται στο δεύτερο άκρο του παραπάνω συνεχούς, διαμορφώνοντας ένα περιβάλλον μελέτης και αναζήτησης για τους μαθητές που σχετίζεται με την εφαρμογή μιας δικής τους κατασκευής, του μικροσκοπίου. Οι μελέτες που διεξάγουν τα παιδιά εντάσσονται σε ένα κατάλληλα διαμορφωμένο ιστορικό πλαίσιο μικροσκοπίας μέσα από τις αντίστοιχες προσεγγίσεις του *R. Hooke* στη *Micrographia*, οι οποίες αποτελούν εφαλτήρια και βοηθήματα για τη διεξαγωγή τους. Τέλος, η αναζήτηση συγκεκριμένων δειγμάτων βρίσκει εφαρμογή, ενδεικτικά, στη μελέτη των φυτών και των εντόμων, μέσα σε ένα πλαίσιο σκοπιμότητας της δράσης και αφοσίωσης στη διερεύνηση ενός ζητήματος που γίνεται ενδιαφέρον, προσφιλές και οικείο.

1.4 Βαθμίδα Εκπαίδευσης / Τάξεις στις οποίες το εφαρμόσατε

Βαθμίδα εκπαίδευσης στην οποία αφορά η Διδακτική Πρακτική:

Πρωτοβάθμια

Δευτεροβάθμια

Τάξη ή τάξεις στις οποίες το εφαρμόσατε: Μία τάξη Στ' Δημοτικού (40 παιδιά) και στα δύο τμήματα (20 + 20), δύο φορές με κατάλληλες βελτιώσεις και προσαρμογές κατά τα σχολικά έτη 2008-2009 και 2009-2010. Η παρούσα περιγραφή αφορά κυρίως τη δεύτερη εφαρμογή 2009-2010.

Υπήρξε συνεργασία τάξεων του ίδιου σχολείου ή συνεργασία τάξεων διαφορετικών σχολείων;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Αν ναι, να αναφερθούν τα συνεργαζόμενα σχολεία/τάξεις.

.....

1.5 Είδος Διδακτικής Πρακτικής

Σημειώστε αυτό / αυτά που κρίνετε ότι ανταποκρίνονται καλύτερα στην πρότασή σας:

1. Σχέδιο Μαθήματος (σχέδιο για διδασκαλία 45' ή λιγότερο ή διδακτικό δίσωρο).
2. Ακολουθία Σχεδίων Μαθήματος με μεγαλύτερη διάρκεια (Σενάριο Διδασκαλίας).
3. Ολοκληρωμένη παιδαγωγική δραστηριότητα στη σχολική τάξη.
4. Επιτυχημένο project που υλοποιήθηκε στη διάρκεια του σχολικού έτους.
5. Λειτουργικός τρόπος υπέρβασης των δυσκολιών του αναλυτικού προγράμματος.

6. Εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε σε κάποιο διδακτικό αντικείμενο ή σε κάποια δράση.	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Επιτυχημένο παράδειγμα συνεργατικής διδασκαλίας στο σχολείο.	<input type="checkbox"/>
8. Αποδοτική περίπτωση ευρύτερης συνεργασίας μεταξύ συναδέλφων.	<input type="checkbox"/>
9. Πρακτική λειτουργικής συνεργασίας με τους γονείς / κηδεμόνες των μαθητών ή την τοπική κοινωνία.	<input type="checkbox"/>
10. Πρακτική αποδοτικής αντιμετώπισης και διαχείρισης προβληματικών καταστάσεων και κρίσεων στο σχολείο ή στην τάξη.	<input type="checkbox"/>
11. Καλές Πρακτικές με την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών ή την εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων διδασκαλίας (συνεργασία με άλλες τάξεις / με άλλα σχολεία).	<input type="checkbox"/>
12. Κατασκευή ενός απλού μικροσκοπίου με φτηνά και ανακυκλώσιμα υλικά δεύτερης χρήσης. Ένταξη αυτού του μικροσκοπίου στην εργαστηριακή πρακτική για την εκπαίδευση των φυσικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο. Διασύνδεση των μελετών μικροσκοπίου των παιδιών με το κλασικό κείμενο μικροσκοπίας του <i>R. Hooke (Micrographia, 1665)</i> , μέσα σε ένα πλαίσιο κατάλληλων διδακτικών μετασχηματισμών.	<input checked="" type="checkbox"/>

1.6 Σκοπός & Στόχοι της Διδακτικής Πρακτικής

Οι διδακτικές πρακτικές είναι στοχοκεντρικές. Ο γενικός σκοπός της διδακτικής πρακτικής και οι επιμέρους στόχοι εξαρτώνται από τη θεωρητική προσέγγιση που υποστηρίζει ο κάθε εκπαιδευτικός και την προσωπική του θεωρία για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Αυτοί είναι που καθορίζουν τον τύπο των δραστηριοτήτων που θα ακολουθήσουν και το περιεχόμενό τους.

Γενικός Σκοπός

Ο γενικός σκοπός αυτής της διδακτικής πρακτικής είναι διττός. Το **πρώτο μέρος** του έχει να κάνει με την κατασκευή ενός απλού μικροσκοπίου με άμεσα διαθέσιμα υλικά. Το **δεύτερο μέρος** συγκροτείται από την εφαρμογή του στην πράξη με τα παιδιά, μέσα σε ένα πλαίσιο εργαστηριακής προσέγγισης και τη διασύνδεσή του με επιλεγμένα και κατάλληλα μετασχηματισμένα κείμενα και διερευνήσεις από την *Micrographia* του R. Hooke.

Επιμέρους Στόχοι ως προς το γνωστικό αντικείμενο και ως προς τη μαθησιακή διαδικασία.

Ενδεικτικοί στόχοι της συγκεκριμένης διδακτικής πρακτικής είναι οι παρακάτω. Μετά το τέλος της, οι μαθητές και οι μαθήτριες αναμένεται:

- να γνωρίζουν τις εφαρμογές των φακών στην καθημερινή ζωή και να τις συσχετίζουν με όργανα όπως τα μικροσκόπια, τα τηλεσκόπια κλπ.
- να μπορούν να κατασκευάσουν ένα απλό μικροσκόπιο με απλά, ανακυκλώσιμα υλικά δεύτερης χρήσης
- να μπορούν να χρησιμοποιούν ένα απλό μικροσκόπιο και να είναι να εστιάζουν πάνω σε δείγματα
- να γνωρίσουν ένα διακεκριμένο επιστήμονα (R. Hooke), μέσα από τη ζωή και το έργο του, την εποχή που έζησε και να κατανοήσουν τη συμβολή του στην επιστήμη
- να γνωρίσουν την προσέγγιση μελέτης και διερεύνηση ενός επιστήμονα και να

βοηθηθούν από αυτή στην ανάπτυξη δικών τους μελετών

- να πραγματοποιήσουν μελέτες μικροσκοπίου με προτεινόμενα αλλά και δικά τους δείγματα (φυτά, έντομα κλπ.)
- να καταγράψουν τις παρατηρήσεις του σε σημειωματάρια και να διαμορφώσουν κείμενα περιγραφών, με βοήθεια από αντίστοιχες καταγραφές του Hooke.
- να σχεδιάσουν τα δείγματα των παρατηρήσεών τους, με βοήθεια από αντίστοιχα σκίτσα του Hooke.
- να συζητούν και να συνεργάζονται σε ζευγάρια και ομάδες
- να εκθέτουν τις εργασίες τους στην τάξη και να λαμβάνουν σχόλια και ανατροφοδότηση
- να προσεγγίζουν την επιστήμη ως καθημερινή δραστηριότητα απαλλαγμένη από οποιοδήποτε πλέγμα μυστηρίου και αποξένωσης
- να κάνουν επιστημονικές αναζητήσεις σε ζητήματα που τους προκαλούν το ενδιαφέρον και τα θεωρούν δικά τους

Σημειώστε αν αξιοποιούνται εκπαιδευτικά λογισμικά και υπηρεσίες των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ)

Οι ΤΠΕ χρησιμοποιήθηκαν στην αναζήτηση πληροφοριών και στην προετοιμασία των φύλλων εργασίας και των παρουσιάσεων για τον *R. Hooke*, τη ζωή και το έργο του. Επίσης, στην ανάρτηση των σχετικών μελετών σε ιστοτόπους και wikis.

1.7 Εκτιμώμενη διάρκεια

Η διάρκεια τη συγκεκριμένης εκπαιδευτικής πρακτικής, η οποία έχει τη μορφή εφαρμογής εκπαιδευτικού σεναρίου, ήταν οκτώ (8) δίωρες περιόδους. Αναλυτικότερα η κατανομή έχει ως ακολούθως:

- 1^ο Δίωρο: Κατασκευή του μικροσκοπίου με τα παιδιά (συναρμολόγηση με τα διαθέσιμα υλικά) και διασύνδεσή του με τις εφαρμογές των φακών
- 2^ο Δίωρο: Γνωριμία με το R. Hooke, τη ζωή και το έργο του μέσα από την προβολή και συζήτηση μιας σειράς σχετικών διαφανειών
- 3^ο Δίωρο: Κατασκευαστικές βελτιώσεις και εξοικείωση των παιδιών με τη χρήση του μικροσκοπίου με τις πρώτες παρατηρήσεις (αλάτι, άμμος, ύφασμα, φτερά)
- 4^ο Δίωρο: Έναρξη των μελετών μικροσκοπίου με τα φύλλα εργασίας για τη μύτη μιας βελόνας και για μία τυπωμένη ή χειρόγραφη τελεία (σημείο)
- 5^ο Δίωρο: Μελέτη των σπόρων του θυμαριού, καθώς επίσης των σπόρων και μερών του φυτού της πετούνιας (διασύνδεση με τα φυτά)
- 6^ο Δίωρο: Μελέτη του μυρμηγκιού και του ισόποδου (διασύνδεση με αρθρόποδα)
- 7^ο Δίωρο: Ελεύθερη μελέτη και ολοκλήρωση των καταγραφών του σημειωματάριου παρατηρήσεων
- 8^ο Δίωρο: Ανταλλαγή σημειωματάριων και συζήτηση με τα παιδιά στην τάξη

Για την κατασκευή του μικροσκοπίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώρες ευέλικτης ζώνης, ως επέκταση των μαθημάτων των φυσικών επιστημών για την προετοιμασία ενός σχεδίου εργασίας (project) ή ώρες τεχνικών μαθημάτων ως μία προσέγγιση μύησης σε στοιχειώδη τεχνολογία για μία συγκεκριμένη κατασκευή, με χειρισμό απλών ανακυκλώσιμων υλικών και εργαλείων.

2) ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ

2.1 Γενική Περιγραφή Διδακτικής Πρακτικής

1. Συνοπτική περιγραφή

Αυτή η διδακτική πρακτική διεξήχθη με 40 παιδιά της Στ' τάξης του δημοτικού σχολείου, χωρισμένα σε 2 τμήματα. Αρχικά κάθε παιδί κατασκεύασε ένα απλό ανακλαστικό μικροσκόπιο χρησιμοποιώντας σύγχρονα υλικά όπως ένα πλαστικό σωλήνα και δύο πλαστικούς φακούς (αντικειμενικός και προσοφθάλμιος), οι οποίοι αποσπάστηκαν από φωτογραφικές μηχανές μιας χρήσης. Στην πραγματικότητα πρόκειται για μια τροποποιημένη (ανα)κατασκευή ενός μικροσκοπίου (με μια μεγέθυνση που προσεγγίζει το 20x), το οποίο έχει προταθεί από ερευνητές του Istituto e Museo di Storia Della Scienza της Φλωρεντίας. Σε μία δεύτερη φάση, προστέθηκε ένας επιπλέον ενδιάμεσος φακός, προκειμένου να μικρύνει η παραμόρφωση, να δημιουργηθούν είδωλα με μεγαλύτερη οξύτητα και να ενισχυθεί η μεγέθυνση κατά 3-5 φορές.

Τα παιδιά εισήχθησαν εν συντομία στην ιστορική εξέλιξη του μικροσκοπίου, με εστίαση στη ζωή και τις ανακαλύψεις του Robert Hooke (1635-1703), από τα πρώτα χρόνια της ζωής του στο Isle of White μέχρι τα επιτεύγματά του στη Micrographia (1665), σκιαγραφώντας τον ως ένα φυσικό φιλόσοφο και πολυμαθή, που έπαιξε ένα σπουδαίο ρόλο στην επιστημονική επανάσταση μέσα από την εργασία του τόσο στα πειράματα όσο και στη θεωρία. Έπειτα, ακολούθησε η διεξαγωγή μελετών μικροσκοπίου με το κάθε παιδί να καταγράφει τις παρατηρήσεις του με το μικροσκόπιο που είχε κατασκευάσει, με μία προσέγγιση εμπνευσμένη από τη Micrographia του Hooke. Προτού να βάλουν τις σημειώσεις τους στο χαρτί, τα παιδιά μελετούσαν ένα σχετικό απόσπασμα από το κλασικό έργο του Hooke, κατάλληλα μετασχηματισμένο και προσαρμοσμένο για την περίπτωση. Έτσι, ακολουθώντας παρόμοια βήματα με εκείνα του Hooke, τα παιδιά αρχικά μελέτησαν τη μύτη μιας βελόνας και μια μικρή τυπογραφική τελεία, μελέτες που δούλεψαν και ως ασκήσεις εστίασης στη χρήση του μικροσκοπίου. Στη συνέχεια μελέτησαν σπόρους φυτών (θυμαριού και πετούνιας) καθώς επίσης και μέρη των φυτών, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους στο θερμοκήπιο και στο σχολικό κήπο. Αργότερα, μελέτησαν έντομα του κήπου, διεξάγοντας «εντομομελέτες», όπως τις αποκάλεσαν τα παιδιά, εξετάζοντας μυρμήγκια και ισόποδα. Ολοκλήρωσαν με μία ελεύθερη μελέτη, είτε με φυτά είτε με έντομα του κήπου, εφόσον είχαν αναπτύξει ειδικά ενδιαφέροντα για διάφορα δείγματα που ήθελαν να εξετάσουν. Τα παιδιά συζήτησαν και αντάλλαξαν τις σημειώσεις τους στην τάξη, μέσα σε ένα πλαίσιο διερευνητικών για την ανάπτυξη και τις λειτουργίες των φυτών και των εντόμων. Η ανάλυση των σημειωματάρων των παιδιών αναμένεται να αποκαλύψει πτυχές της διαδικασίας του «κάνω επιστήμη» μέσα σε ένα αυθεντικό περιβάλλον (διερευνητική προσέγγιση διδασκαλίας και μάθησης), διαμορφώνοντας μια μαθητική επιστημονική κοινότητα, η οποία καταπιάνεται με ένα έργο που έχει μια σκοπιμότητα ή/και καταπιάνεται με μία ενδιαφέρουσα δραστηριότητα διερεύνησης.

2. (Ανα)κατασκευή ενός απλού μικροσκοπίου



Η αρχική ιδέα για την κατασκευή του μικροσκοπίου προσομοιάζε στην κατασκευή του πρώτου σύνθετου μικροσκοπίου του Z. Janssen (~1595), του μουσείου Middelburg (πρβλ. σχετικά στο <http://hipstwiki.wetpaint.com/page/auth+case+2+in+Greek>), σε μια απλοποιημένη εκδοχή του, με ένα κομμάτι σωλήνα, δύο φακούς και ένα διάφραγμα στο κάτω μέρος. (Vannoni et al., 2006; 2007). Έτσι, αρχικά τα παιδιά χρησιμοποίησαν ένα σωλήνα PVC (16,5 cm μήκος με 16 mm εσωτερική διάμετρο) και δύο πλαστικούς φακούς (αντικειμενικό και προσοφθάλμιος), οι οποίοι είχαν αφαιρεθεί από φωτογραφικές μηχανές μιας χρήσης.



Ένα κομμάτι από μαύρο χαρτόνι τυλίχθηκε και εισήχθη μέσα στον πλαστικό σωλήνα, για να αποφευχθούν εσωτερικές ανακλάσεις του φωτός. Οι φακοί τοποθετήθηκαν μέσα σε κατάλληλες μεταλλικές ροδέλες και στερεώθηκαν στο σωλήνα με κολλητική πλαστελίνη (μπλου τακ). Για να μειωθεί η χρωματική και σφαιρική παρέκκλιση, έπρεπε κατά κάποιο τρόπο γίνει περιστολή του αντικειμενικού φακού. Έτσι, μια μαύρη λαστιχένια ροδέλα τοποθετήθηκε ως διάφραγμα και κολλήθηκε πάνω στη ροδέλα με τον αντικειμενικό φακό, στο κάτω μέρος του σωλήνα του μικροσκοπίου. Στο άλλο άκρο του σωλήνα τοποθετήθηκε ένα κατάλληλα κομμένο μαύρο κυλινδρικό κουτί από φιλμ, παρέχοντας μία λεία σκοτεινή βάση για το μάτι του παρατηρητή. Τέλος, το μικροσκόπιο σταθεροποιήθηκε μέσα στην κόγχη που σχηματίζουν δύο μικρά κομμάτια κολλημένων

πλαστικών σωλήνων που είχαν στερεωθεί πάνω σε ένα τρίτο υποστηρικτικό σωλήνα. Η βάση αυτή ήταν κολλημένη με θερμοσιλικόνη πάνω σε ένα παραλληλόγραμμο κομμάτι χαρτόνι ή μακετόχαρτο (βλ. *παραπάνω φωτογραφία*).

Ο σωλήνας του μικροσκοπίου συγκρατιόνταν πάνω στη βάση με 2-3 λαστιχάκια και τα παιδιά τον κινούσαν πάνω και κάτω για να εστιάσουν. Έτσι, έκαναν μερικές αρχικές παρατηρήσεις σε μικρά αντικείμενα όπως κόκκοι άμμου, ζάχαρης και αλατιού, αλλά επίσης φτερά πουλιών, κομμάτια υφάσματος κ.ά. Ένα μικρό και φτηνό σποτάκι ανάγνωσης βιβλίων χρησιμοποιήθηκε για να φωτίζει τα υπό εξέταση αντικείμενα.



Σχετικά σύντομα αντιληφθήκαμε ότι μπορούσαμε να κάνουμε μια βελτίωση στο μικροσκόπιό μας, προκειμένου να έχουμε πιο ακριβή και ευδιάκριτα είδωλα αντικειμένων, με μικρότερη παραμόρφωση. Για να το επιτύχουμε αυτό, η ιδέα ήταν να χρησιμοποιήσουμε ένα *επιπλέον ενδιάμεσο φακό πεδίου*. Προσθέσαμε, λοιπόν, ένα τρίτο φακό, τοποθετώντας τον στη βάση ενός πλαστικού συνδέσμου (μιας μούφας), στην πάνω μεριά του σωλήνα του μικροσκοπίου. Έτσι, ο αρχικός προσοφθάλμιος φακός έγινε ενδιάμεσος φακός πεδίου, στη μία άκρη του πλαστικού συνδέσμου και στην άλλη άκρη του τοποθετήθηκε ο νέος προσοφθάλμιος φακός, μέσα σε μια αντίστοιχη μεταλλική ροδέλα (βλ. *διπλανή φωτογραφία*). Ο σωλήνας του μικροσκοπίου σταθεροποιήθηκε στη βάση υποστήριξης με ένα πλαστικό δεματικό καλωδίων, το οποίο επέτρεπε στα παιδιά να εστιάζουν στα αντικείμενα και παράλληλα κρατούσε ακίνητο το σωλήνα για μεγαλύτερη χρονική διάρκεια παρατήρησης. Ουσιαστικά, η τριβή που δημιουργείται εξαιτίας του πλαστικού δεματικού που πιέζει το σωλήνα του μικροσκοπίου και τον φέρνει σε επαφή με τους σωλήνες της βάσης, τον συγκρατεί σταθερό και σε ορισμένη θέση. Τα παιδιά, για να εστιάσουν πάνω στο

δείγμα, έπρεπε να στρίψουν ελαφρά το σωλήνα και παράλληλα να τον σπρώξουν κάτω ή πάνω, να τον βιδώνουν ή να τον ξεβιδώνουν αντίστοιχα. Για να φτάσουμε σε αυτή την απλή και οικονομική λύση ξοδέψαμε αρκετό χρόνο δοκιμάζοντας εναλλακτικές ιδέες, αναζητώντας την καλύτερη, εμπλεκόμενοι, δηλαδή, σε ένα πρόβλημα με μια προστιθέμενη αξία στην απώτερη σκοπιμότητα.

Αυτές οι βελτιώσεις ολοκλήρωσαν την κατασκευή του απλού μικροσκοπίου. Στην πραγματικότητα κατασκευάσαμε πάνω από 45 τέτοια, έτοιμα για τη διεξαγωγή των μελετών μικροσκοπίου με τα παιδιά.

3. Ακολουθώντας τα βήματα του Hooke στις μελέτες μικροσκοπίου

Τα παιδιά ήταν πολύ περίεργα να ξεκινήσουν τις μελέτες τους με τα μικροσκόπια και να διερευνήσουν διάφορα δείγματα. Σε συζητήσεις μέσα στην τάξη και έπειτα από μερικές αυθόρμητες παρατηρήσεις, συμφωνήσαμε ότι χρειαζόμασταν κάποιας μορφής καθοδήγηση, η οποία να μας συντροφεύσει στο δρόμο των διερευνήσεων με τα μικροσκόπια. Σε αυτό ακριβώς το σημείο ήρθε στο προσκήνιο η ιδέα να συνδέσουμε τις παρατηρήσεις μας με εκείνες ενός διακεκριμένου επιστήμονα. Έτσι, ο Robert Hooke, ο οποίος ήταν στην πραγματικότητα ο πρώτος επιστήμονας που διεξήγαγε συστηματικές μελέτες μικροσκοπίου στη *Micrographia*, παρουσιάστηκε στα παιδιά, προκειμένου να δράσει ως ένας επιστήμονας από το παρελθόν που θα μπορούσε να μας βοηθήσει στις μελέτες μας. Για να επιτύχουμε σε μια τέτοια προσπάθεια, τα παιδιά έπρεπε να γνωρίσουν περισσότερα πράγματα για τον Hooke, αρχίζοντας από τα παιδικά του χρόνια στο Isle of White, μέχρι τη συγγραφή της *Micrographia* και ακόμα πιο πέρα. Ο Hooke έπρεπε να τοποθετηθεί μέσα σε ένα ιστορικό συγκείμενο, διδακτικά μετασχηματισμένο με ένα κατάλληλο τρόπο, προσφιλή και οικείο για τα παιδιά αυτής της ηλικίας. Αναπτύχθηκε, λοιπόν, μία παρουσίαση, χρησιμοποιώντας πολλούς πίνακες της ζωγράφου *Rita Greer* (οι πίνακες αυτοί είναι διαθέσιμοι στο URL: http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Paintings_by_Rita_Greer), οι οποίοι βοήθησαν στην εικονική παράσταση πτυχών της ζωής του Hooke, οι οποίες δύσκολα θα μπορούσαν να «ζωντανέψουν» με άλλο τρόπο.



Ο Robert Hooke ήταν ένα ασθενικό παιδί και οι γονείς του ανησυχούσαν μήπως δε φτάσει στην εφηβεία του. Η υγεία του βελτιώθηκε με τα χρόνια, χωρίς όμως ποτέ να γίνει καλή. Οι γονείς του αποφάσισαν να τον διδάξει δάσκαλος στο σπίτι, παρά να τον στείλουν στο σχολείο. Ο μικρός Robert ανέπτυξε μια φυσική ευφυΐα και περιέργεια για τον περιβάλλοντα κόσμο. Περιτριγυρισμένος από τη θάλασσα φαίνεται ότι ενδιαφέρθηκε από νωρίς για τα καράβια και είχε κατασκευάσει ένα πολύ λεπτομερειακό μοντέλο πολεμικού πλοίου που είχε ακόμα και κανόνια με οβίδες (Burgan, 2008). Θα

είχε δει τους ψηλούς ασβεστολιθικούς βράχους του Isle of White και τα τριμμένα βότσαλα στις παραλίες. Θα είχε ανακαλύψει απολιθώματα και απομεινάρια φυτών και ζώων στο έδαφος και στα βράχια του νησιού. (βλ. *διπλανό πίνακα της R. Greer*). Ο νεαρός Robert είχε να επιδείξει και καλλιτεχνικές τάσεις και δεξιότητες με το να αντιγράφει με εντυπωσιακή λεπτομέρεια πίνακες που υπήρχαν στο σπίτι του. Μετά το θάνατο του πατέρα του το 1648, ο Robert, στα 13 του μετακόμισε στο Λονδίνο για να ξεκινήσει τις σπουδές του στο περίφημο *Westminster School*, ένα από τα παλιότερα και καλύτερα σχολεία της Αγγλίας. Ως έφηβος μελέτησε την ευκλείδεια γεωμετρία και έμαθε Ελληνικά και Λατινικά. Ακόμη απέκτησε πρακτικές δεξιότητες στη χρήση του τόρνου, μιας μηχανής που διαμορφώνει το ξύλο και το μέταλλο. Το 1653, ο Hooke άφησε το *Westminster* και πήγε στο *Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης* για να σπουδάσει “φυσική φιλοσοφία”, η οποία τότε περιλάμβανε πολλούς κλάδους της επιστήμης όπως η φυσική, η βιολογία και η χημεία. Κατά τη δημοσίευση της *Micrographia*, το 1665, ήταν στα τριάντα του, ένα διακεκριμένο μέλος της *Βασιλικής Ακαδημίας*, ένας πολυμαθής και επιδέξιος επιστήμονας και πιθανότατα ο πρώτος συστηματικός μελετητής του μικροσκοπίου και των εφαρμογών του.

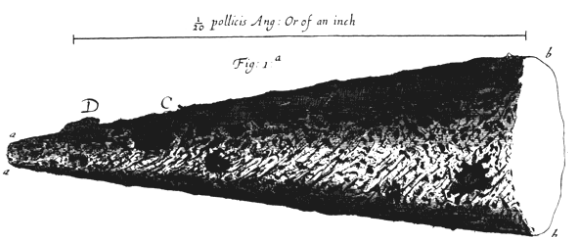
Τα παιδιά εντυπωσιάστηκαν από την παρουσίαση της ζωής ενός επιστήμονα όπως του Hooke και ήταν πολύ περίεργα να δουν από κοντά τι τελικά είχε γράψει και σχεδιάσει στη *Micrographia*. Ανέφεραν ότι θα ήταν εξαιρετικά ενδιαφέρον να τον έχουν μαζί τους ως ένα «δάσκαλο» που θα τους καθοδηγήσει στις μελέτες τους με τα μικροσκόπια.

Έτσι, σταδιακά σχεδιάστηκαν επτά (7) φύλλα εργασίας με απαρχή κατάλληλα μεταφρασμένα κομμάτια κειμένων του Hooke με τα σχετικά σκίτσα του, τα οποία μετατράπηκαν σε εμπράγματα δραστηριότητες διερεύνησης και παρατηρήσεων στην τάξη, με παρόμοια δείγματα (π.χ. η μύτη της βελόνας, μία τοπογραφημένη τελεία σπόροι θυμαριού και το μυρμήγκι). Αυτές οι διερευνήσεις επεκτάθηκαν με τη μελέτη άλλων παρόμοιων δειγμάτων, που είχαν συζητηθεί στην τάξη και είχαν προκαλέσει το ενδιαφέρον των παιδιών για περαιτέρω μελέτη (π.χ. οι σπόροι και μέρη του φυτού της πετούνιας, άλλα έντομα όπως τα ισόποδα κλπ.). Στο τέλος, είχαν αναπτύξει δεξιότητες και ειδικά ενδιαφέροντα για τη μελέτη πολλών και διάφορων δειγμάτων, τα οποία βρισκόταν απλά εκεί έξω από το Εργαστήριο ΦΕ, στο σχολικό κήπο. Έτσι, ολοκλήρωσαν τις διερευνήσεις τους με μία «ελεύθερη μελέτη», προκειμένου να εξετάσουν «κάτι αποκλειστικά δικό τους», όπως επέμεναν. Μία συνοπτική περιγραφή αυτών των μελετών μικροσκοπίου ακολουθεί παρακάτω.

3.1. Μελέτες μικροσκοπίου για τη μύτη μιας βελόνας και μιας τελείας

Τα πρώτα δύο φύλλα εργασίας συνδέθηκαν με την αρχή των μελετών του Hooke στη *Micrographia*. Το φύλλο εργασίας, με τη μελέτη για τη μύτη μιας βελόνας, συνδέεται άμεσα με τη σελίδα 1 της *Micrographia*, όπου ο Hooke σχολιάζει ότι: «Θα ξεκινήσουμε πρώτα τις διερευνήσεις μας με τις παρατηρήσεις σωμάτων που είναι απλά στη φύση τους και σιγά-σιγά θα προχωρήσουμε σε πιο σύνθετα» [έμφαση στο πρωτότυπο]. Αυτό φαίνεται να είναι μια ενδιαφέρουσα επιστημονική, αλλά και διδακτική πρόταση, την οποία υιοθετήσαμε αρχικά με τη μελέτη της μύτης μιας βελόνας και μετά με την τοπογραφημένη κουκίδα. Και τα δύο συμβολίζουν κάτι εκπληκτικά μικρό, παρόμοιο με το «σημείο» του Ευκλείδη στη γεωμετρία ή το «φυσικό σημείο» σύμφωνα με Hooke, το οποίο ενδέχεται να μοιάζει ως κάτι πολύ διαφορετικό και μεγάλο κάτω από το μικροσκόπιο.

Τα παιδιά διάβασαν στην τάξη την περιγραφή του Hooke για τη μύτη μιας βελόνας, η οποία αναφερόταν σε ένα λεπτομερές σκίτσο (βλ. παρακάτω εικόνα). Έπειτα, κλήθηκαν να παρατηρήσουν τη μύτη της βελόνας με τα μικροσκόπιά τους, να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους και να φτιάξουν τα δικά τους σκίτσα. Αρχικά αντιμετώπισαν δυσκολίες στο να βρουν τη μύτη της βελόνας και να εστιάσουν πάνω της, αλλά σχετικά σύντομα ανέπτυξαν δεξιότητες και τεχνικές που τις μοιράστηκαν με ενδιαφέρον μεταξύ τους. Κάθε φύλλο εργασίας φυλάχτηκε σε μία πλαστική θήκη και όλες μαζί σε ένα ντοσιέ με έλασμα. Έτσι, στο τέλος, τα κείμενα και τα σκίτσα των παιδιών, με όλα τα σχετικά φύλλα εργασίας, δημιούργησαν ένα είδος σημειωματάριου των μελετών (Klentschy, 2008; Martin, 2009).



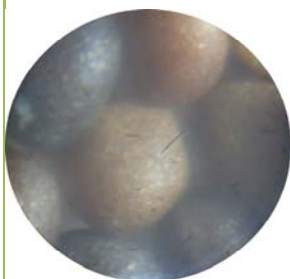
Ο Hooke σημείωσε ότι η άκρη της βελόνας έμοιαζε μυτερή και λεία στο γυμνό μάτι, αλλά κάτω από το μικροσκόπιο «δεν μπορούσε να κρύψει μια πληθώρα από τρύπες και χαραματιές». Ένα παιδί, στην περιγραφή του για τη μύτη της βελόνας, έγραψε ότι «αν και στην πραγματικότητα είναι ολόισια

και πολύ μυτερή, κάτω από το μικροσκόπιο είναι λίγο στραβή και καθόλου μυτερή. Έχει ένα ελαφρύ βαθούλωμα μάλλον από κακή χρήση. Στο υπόλοιπο κομμάτι της βελόνας υπάρχουν χαραματιές αλλά και μικρές λακκουβίτσες». Ένα άλλο παιδί σημείωσε ότι «η καρφίτσα έχει μια άκρη που μοιάζει να είναι κομμένη. Είναι σα να έχει φθορές απάνω της σα μακρόστενες λακκούβες. Έχει ένα μαύρο χρώμα και ένα μικρό κόψιμο. Πάντως, δεν είναι τόσο αιχμηρή και λεία όσο θα την φανταζόμασταν. Στο κέντρο είναι πιο λεία η καρφίτσα απ' ότι στην άκρη της. Η καρφίτσα στο μικροσκόπιο φαίνεται πιο μαύρη απ' ότι με το μάτι. Μου θυμίζει μύτη ξυσμένου μολυβιού».

Παρατηρώντας μια τοπογραφημένη κουκίδα ή το «ίχνος μιας τελείας ή περιόδου», ο Hooke ανέφερε ότι είχε διάφορες ανωμαλίες και στην πραγματικότητα του θύμιζε «ένα λεκέ από βρωμιά του Λονδίνου». Ένα παιδί έγραψε ότι «οι τελείες φαίνονται τελείως

διαφορετικές στο μικροσκόπιο απ' ότι με γυμνό μάτι. Έχει ένα γκρίζο-μαύρο χρώμα και μοιάζει με μια τριχωτή γούνινη μπάλα ή με μια πιτσιλιά. Έχει ένα περίεργο ακανόνιστο σχήμα που μοιάζει πολύ με την επιφάνεια του ήλιου. Σε μερικά σημεία μοιάζει να έχει μικρές μαύρες κουκίδες που προεξέχουν από την τελεία». Ένα άλλο παιδί συγκρίνει μια τυπογραφημένη τελεία με μια χειρόγραφη και ισχυρίζεται ότι η πρώτη «έχει πολλά "εξογκώματα" και φαίνεται σα μια μαύρη τρύπα», ενώ η δεύτερη «φαίνεται σαν ένα τεράστιο σύννεφο καπνού» και επίσης «μερικές σγουρές τριχούλες σα να σχηματίζονται τριγύρω από την τελεία» (βλ. σχετικό σκίτσο παιδιού).

3.2. Μελέτες μικροσκοπίου για τους σπόρους θυμαριού και πετούνιας



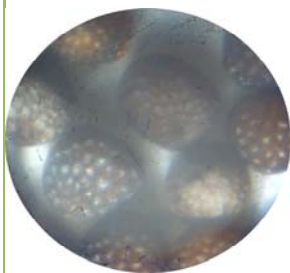
Συνεχίζοντας με τις μελέτες μικροσκοπίου, εξετάσαμε τους σπόρους του θυμαριού όπως και ο Hooke είχε περιγράψει στη *Micrographia*. Είχε σημειώσει ότι οι σπόροι είχαν μια ποικιλία σχημάτων, ενώ «καθένας από αυτούς έμοιαζε όπως ένα λεμόνι ή ένα αποξηραμένο πορτοκάλι και αυτό τόσο στο σχήμα όσο και στο χρώμα» και επίσης διέφεραν από τους κοινούς σπόρους φασολιών ή αρακά (βλ. διπλανή εικόνα). Τα παιδιά χρησιμοποίησαν τη βελόνα, που είχαν εξετάσει πρωτότερα, ως ένα εργαλείο για να βάλουν τους μικρούς σπόρους του θυμαριού

σε κατάλληλη θέση κάτω από τον αντικειμενικό φακό του μικροσκοπίου και είχαν πάλι να αντιμετωπίσουν μερικά προβλήματα σχετικά με την εστίαση και το φωτισμό των υπό εξέταση δειγμάτων. Σύντομα τα επέλυσαν με επιμονή και υπομονή, αρετές που είχαν αρχίσει να αναπτύσσουν, βελτιώνοντας τις τεχνικές και μεθοδολογικές τους δεξιότητες.



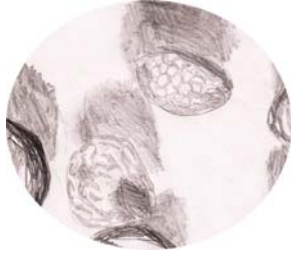
Ένα παιδί έγραψε ότι μερικοί σπόροι του θυμαριού έχουν «βαθουλώματα και άλλοι εξογκώματα και μοιάζουν με λεμόνια, πορτοκάλια, ελιές και μερικοί με δημητριακά "choco pop". Οι περισσότεροι έχουν λακκουβίτσες απ' ότι άλλους που έχουν αυλάκια. Οι περισσότεροι που έχουν αυλάκια μοιάζουν με καρύδια, ενώ αυτοί με τις τρύπες μοιάζουν με φλούδα σάπιου πορτοκαλιού και από αυτούς τους σπόρους άλλοι είναι καφέ, άλλοι μαύροι και άλλοι καφέ με μαύρο» (βλ. διπλανό σκίτσο).

Ένα άλλο παιδί έγραψε ότι οι σπόροι του θυμαριού της θυμίζουν λεμόνια ή πορτοκάλια και «είναι όλοι σε διαφορετική στάση. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία τόσο στον όγκο όσο και στη μορφή των σπόρων. Οι σπόροι στο μικροσκόπιο έχουν χρώμα μαύρο ή και αλλιώς καφέ. Οι σπόροι είναι πεταχτοί ή και πολύ συνηθισμένοι σα λεμόνια. Κάθε φορά που παρατηρούμε τα πράγματα δεν είναι όπως τα βλέπουμε με το ανθρώπινο μάτι. Γι αυτό στη γη μας δεν μπορούμε να πούμε ότι κάτι βλέπουμε αν δεν το παρατηρούμε με άλλες μεθόδους (μικροσκόπιο, φακοί κ.ά.)». Αυτό το τελευταίο φαίνεται να είμαι μια ενδιαφέρουσα επιστημολογική σημείωση.



Όταν τα παιδιά προετοίμαζαν τα σπορόφυτά τους για να αναπτυχθούν στο θερμοκήπιο του βιολογικού σχολικού κήπου, είχαν εντυπωσιαστεί με το πολύ μικρό μέγεθος ορισμένων σπόρων. Κατά κοινή ομολογία, οι μικρότεροι σπόροι που είχαν φυτέψει ήταν οι σπόροι του φυτού της πετούνιας. Είχαν, λοιπόν, μεγάλη περιέργεια και ενδιαφέρον να τους παρατηρήσουν κάτω από το μικροσκόπιο, ως μία επιπλέον μελέτη διερεύνησης σπόρων, η οποία ακολούθησε τη μελέτη εκείνων του θυμαριού.

Ένα παιδί σχολίασε ότι «το χρώμα των σπόρων της πετούνιας είναι καφέ σκούρο. Το μέγεθός τους είναι στρογγυλό και έχουν κάποια βαθουλώματα. Μοιάζουν με πασχαλίτσες. Μπροστά έχουν ένα κοτσάνι και πίσω είναι κάπως στρογγυλοί». Ένα άλλο παιδί έγραψε ότι οι σπόροι της πετούνιας «είναι πολύ μικροί και διαφορετικοί από εκείνους του θυμαριού, αλλά κάτω από το μικροσκόπιο φαίνονται αρκετά μεγαλύτεροι. Μοιάζουν πολύ με σάπια φρούτα, με δημητριακά, με μικρές ελιές κλπ. Φαίνονται σα μικρά μπιλάκια με καφέ χρώμα. Μοιάζουν λίγο με τους σπόρους του θυμαριού στην επιφάνεια αλλά όχι στο μέγεθος» (βλ. εικόνα και παρακάτω σκίτσο).



Τα παιδιά συνέχισαν να παρατηρούν μέρη του φυτού της πετούνιας, που μετέφεραν στην τάξη από το θερμοκήπιο. Ένα παιδί, που παρατηρούσε το φύλλο μιας πετούνιας, κατέγραψε ότι ήταν πολύ παράξενο, αφού «οι πετούνιες είναι όμορφα φυτά, αλλά ποτέ δεν ξέρεις τι κρύβουν. Τα φύλλα τους έχουν πολλές μικρές άσπρες τριχούλες στην επιφάνειά τους και γυαλίζουν καθώς βαίνουν έξω από το φύλλο, αλλά επίσης φαίνονται και λίγο διαφανείς». Ένα άλλο παιδί έγραψε: «οι ρίζες της πετούνιας μου μοιάζουν σα χέρια με δάχτυλα, με κάτι χώματα που έχουν τριχούλες. Οι ρίζες είναι πολύ μικρές και λεπτές, αλλά μπορώ να τις δω καθαρά».

3.3. Μελέτες μικροσκοπίου για έντομα όπως μυρμηγκια και ισόποδα

Η επόμενη διερεύνηση ήταν πάνω στα έντομα, μια «εντομομελέτη», όπως είναι ένας δημιουργικός όρος που έχει χρησιμοποιηθεί (Blobaum, 2005) και τον ανέφεραν επίσης τα παιδιά. Ο Hooke είχε κάνει αρκετές μελέτες στα έντομα στη *Micrographia*, αλλά μία από τις πιο περιγραφικές και συνάμα πιο οικεία για τα παιδιά της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, ήταν εκείνη του μυρμηγκιού. Αναφέρει ότι δυσκολεύτηκε να βρει ένα τρόπο για να κρατήσει το μυρμηγκι σταθερό κάτω από το μικροσκόπιο για παρατήρηση. Έχοντας συλλέξει μερικά μυρμηγκια σε ένα μικρό κουτί, γράφει: «διάλεξα το πιο καλοθρεμμένο ανάμεσά τους και, διαχωρίζοντάς το από τα άλλα, του έδωσα λίγο κονιάκ ή οινόπνευμα, το οποίο έπειτα από λίγο το έθεσε κάτω μεθυσμένο έτσι, ώστε έμεινε ακίνητο, αν και αρχικά πάλεψε για κάμποσο, μέχρι που στο τέλος έβγαλε μπουρμπουλήθρες από το στόμα του και σταμάτησε να κινείται». Έπειτα, μπόρεσε να βάλει το μυρμηγκι κάτω από το μικροσκόπιο και να το μελετήσει (βλ. παρακάτω εικ.), αν και μετά από καμιά ώρα περίπου, «ξαφνικά, λες και ξυπνούσε από ένα μεθυσμένο ύπνο, απότομα ξαναζωντάνευσε και το έβαζε στα πόδια». Κατέγραψε ότι αυτό ήταν πιθανό να συμβεί μερικές φορές ακόμα, οπότε μπορούσε να μελετήσει το έντομο, χωρίς να το σκοτώσει.



Τα παιδιά βρήκαν την όλη διαδικασία λίγο παράξενη στην αρχή, αλλά εξελίχτηκε σε μάλλον συναρπαστική λίγο αργότερα, όταν είχαν να αντιμετωπίσουν ακριβώς το ίδιο πρόβλημα στη δική τους μελέτη του μυρμηγκιού. Έτσι, πήγαν στον κήπο για να «κυνηγήσουν» μυρμηγκια και να τα βάλουν σε μικρά πλαστικά κεσεδάκια με λοσιόν οινόπνευματος. Παραλήρησαν ότι τα μυρμηγκια ήταν αναισθητα έπειτα από μια δεκάλεπτη παραμονή μέσα στη λοσιόν οινόπνευματος, έτοιμα για να τα πάρουν και να τα βάλουν κάτω από το μικροσκόπιο για εξέταση. Ως εκ θαύματος, τα περισσότερα από αυτά «αναστήνονταν» μετά από 20 με 30 λεπτά και άρχιζαν να περπατάνε. Μ' αυτό τον τρόπο, τα περισσότερα παιδιά κατάφεραν να μελετήσουν με ενθουσιασμό τα μυρμηγκια, τόσο σε μια σταθερή θέση όσο και εν κινήσει.



Ένα παιδί αναφέρει ότι «το μυρμηγκι ήταν αρκετά δύσκολο να το σχεδιάσω, καθώς δεν στεκόταν στη θέση του. Στην αρχή έβαλα το μυρμηγκι στο οινόπνευμα. Καθώς το έβγαζα το μυρμηγκι, έβγαζε μπουρμπουλήθρες από το στόμα του και μετά «κοιμόταν». Όταν έβγαλα το μυρμηγκι από το οινόπνευμα, μετά από λίγη ώρα ξυπνούσε ζαλισμένο και έφευγε. Το σχήμα του κεφαλιού του είναι τριγωνικό, ενώ τα μάτια του προεξέχουν προς τα έξω. Το κεφάλι του έχει δύο οδοντωτά σαγόνια τα οποία μπορούν να χάσκουν σε μεγάλο πλάτος. Επίσης στο μπροστινό μέρος του κεφαλιού υπάρχουν δύο κέρατα. Το μεγαλύτερο μέρος του σώματός του είναι η κοιλιά του, η οποία είναι συνδεδεμένη με τα πόδια του με μια λεπτή μέση. Συνολικά, ήταν ένα πολύ παράξενο έντομο κάτω από το μικροσκόπιο και μου έκανε μεγάλη εντύπωση όταν το είδα για πρώτη φορά τόσο μεγάλο».



Τα παιδιά αποφάσισαν να μελετήσουν ένα επίσης συνηθισμένο έντομο του κήπου, το οποίο ήταν το *ισόποδο* (*Armadillidium nasatum*). Ήξεραν ότι θα έβρισκαν τα ισόποδα σε σκοτεινά και υγρά μέρη, κάτω από πέτρες ή γρασίδι. Έτσι, βγήκαν τώρα στον κήπο για «κυνήγι» ισόποδων, τα οποία επίσης συνέλεξαν μέσα σε πλαστικά κεσεδάκια με λοσιόν οινόπνευματος. Παρόμοια με τα μυρμήγκια, τα ισόποδα «αναισθητοποιούνται» για λίγο, αλλά μετά από 15 περίπου λεπτά ξαναζωντάνευαν. Τα

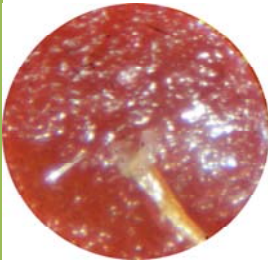


παιδιά παρατήρησαν το ισόποδο ολόκληρο, αλλά και μέρη του όπως τα πόδια του, το κεφάλι κλπ.

Ένα παιδί, περιγράφοντας το ισόποδο αναφέρει ότι «είναι σαν ένα έντομο που φορά πανοπλία πάνω του. Το σώμα του μου θυμίζει επίσης μια σκάλα, που με προκαλεί να ανέβω τα σκαλοπάτια της. Το μπροστινό του μέρος έχει δύο κέρατα που φαίνεται να έχουν κάτι σαν αρθρώσεις. Υπάρχει επίσης κάτι που μοιάζει με στόμα μπροστά στο κεφάλι, αλλά και κάτι σα μια ουρά στο πίσω μέρος. Ένα πραγματικά παράξενο έντομο!».

3.4. Μία ελεύθερη μελέτη

Μέχρι αυτή τη χρονική στιγμή, τα παιδιά είχαν διεξάγει αρκετές διερευνήσεις και είχαν αναπτύξει ειδικά ενδιαφέροντα για διάφορους οργανισμούς, φυτά και έντομα, τα οποία επιθυμούσαν να εξετάσουν πιο επισταμένα. Έτσι, βγήκαν έξω στον κήπο για άλλη μια φορά, προκειμένου να συλλέξουν δείγματα για να τα εξετάσουν κάτω από τα μικροσκόπιά τους. Έφεραν πίσω διάφορα είδη φύλλων και λουλουδιών, αλλά επίσης πολλά είδη εντόμων, από μέλισσες μέχρι αράχνες κλπ. Τα παρατήρησαν και δημιούργησαν τα δικά τους φύλλα εργασίας για το τέλος.



Ένα παιδί, για παράδειγμα, περισυνέλλεξε και παρατήρησε ένα βατόμουρο και εντυπωσιάστηκε από το «φωτεινό κόκκινο χρώμα του, το οποίο μοιάζει με μια μικρή κόκκινη μπάλα με κάτι μικρά κίτρινα κέρατα να περισσεύουν έξω από αυτή. Παρατηρώντας τα καλύτερα είδα ότι μοιάζουν με μεγάλες κίτρινες τρίχες όταν τις δούμε μεγεθυμένες στο μικροσκόπιο».

Ενδεικτική βιβλιογραφία

- Blobaum, C.** (2005) *Insectigations: 40 hands-on activities to explore the insect world*. Chicago: Chicago Review Press.
- Bradbury, S.** (1967). *The Evolution of the Microscope*. Pergamon Press Ltd, Oxford, London.
- Burgan, M.** (2008). *Robert Hooke: Natural Philosopher and scientific explorer*. Compass Point Books: Minneapolis, Minnesota.
- Hooke, R.** (1665). *Micrographia*. Royal Society, London.
- Inwood, S.** (2003). *The forgotten genius: The biography of Robert Hooke 1635-1703*. MacAdam/Cage.
- Jardine, L.** (2004). *The curious life of Robert Hooke*. HarperCollins Publishers Inc.: NY.
- Klentschy M.** (2008). *Using Science Notebooks in elementary classrooms*. NSTA Press: Arlington, Virginia.
- Martin, D.J.** (2009). *Elementary Science Methods: A constructivist approach*. Thomson Wadsworth.
- Purrrington, R.D.** (2009). *The First Professional Scientist: Robert Hooke and the Royal Society of London*. Birkhäuser Verlag AG.
- Vannoni M., Buah-Bassuah P. K. & Molesini G.** (2007). Making a microscope with readily available materials. *Physics Education*, 42(4): 385-390.
- Vannoni M. & Molesini G.** (2006). *Constructing a microscope*. Istituto e Museo di Storia della Scienza, Florence, Italy.
[cf. URL: < <http://brunelleschi.imss.fi.it/esplora/microscopio/dswmedia/risorse/erisorse.html> >].
- Wilson, C.** (1995). *The invisible world: Early modern philosophy and the invention of the microscope*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

2.2 Φύλλα Εργασίας

Τα φύλλα εργασίας αυτή της Διδακτικής Πρακτικής επισυνάπτονται σε ένα .pdf αρχείο καθώς επίσης σε .pdf αρχείο επισυνάπτεται και το φυλλάδιο οδηγιών που δόθηκε στους μαθητές και στις μαθήτριες για την κατασκευή της πρώτης εκδοχής του μικροσκοπίου.

2.3 Υλικοτεχνική Υποδομή

Για την ανάπτυξη αυτής της Διδακτικής Πρακτικής χρησιμοποιήθηκε το **Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών** στο 9^ο Δημοτικό Σχολείο Ρεθύμνης. Πρόκειται για ένα από τα 58 Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, που κατασκευάστηκαν από έργο του Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης/ΕΠΕΑΕΚ, το οποίο είχε ξεκινήσει έπειτα από σχετική πρόσκληση για κατάθεση τεχνικών δελτίων το Φεβρουάριο του 2005 και ολοκληρώθηκε το 2009 [πρβλ. έγγραφο 1298 της 01/02/2005 της Ειδικής Υπηρεσίας Διαχείρισης ΕΠΕΑΕΚ του Υπ.Ε.Π.Θ, που αφορά την Ενέργεια 5.2.2 «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ-ΕΠΟΠΤΙΚΑ ΜΕΣΑ» και συγκεκριμένα τα «ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ, ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (α' φάση)»]. Το συγκεκριμένο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών έχει μια πλούσια και διαχρονική δραστηριότητα στο χώρο της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο, με συμμετοχή σε εθνικά και Ευρωπαϊκά Προγράμματα και συμβολή στην εργαστηριακή υποστήριξη και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών του Νομού (Περιφερειακού διαμερίσματος, πλέον) Ρεθύμνης [πρβλ. σχετικό wiki σε εξέλιξη στο URL: < <http://efepereth.wikidot.com> >].

Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκε ο εξοπλισμός του Εργαστηρίου ΦΕ, κυρίως για την προβολή παρουσιάσεων και δικτυακών πηγών και ορισμένα βασικά εργαλεία και υλικά για την κατασκευή των μικροσκοπίων, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι η όλη πρακτική και μελέτη δεν θα μπορούσε να γίνει στοιχειωδώς σε οποιαδήποτε σχολική τάξη, με κατάλληλη οργάνωση. Πολλά από τα δείγματα των μελετών μικροσκοπίου αναζητήθηκαν στο βιολογικό σχολικό κήπο και στο θερμοκήπιο, αλλά θα μπορούσαν να αναζητηθούν επίσης σε μία αυλή ή/και σε γλάστρες με φυτά.

Λεπτομέρειες και σχετικές παρουσιάσεις για τη συγκεκριμένη διδακτική πρακτική υπάρχουν αναρτημένες στο wiki του Προγράμματος HIPST (πρβλ. URL:< <http://hipstwiki.wetpaint.com/page/auth+case+2> >) και αναρτώνται, επίσης, στην αντίστοιχη σελίδα στο wiki του Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών (πρβλ. σχετικά στο URL:< <http://efepereth.wikidot.com/hipst> >).

3) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ

Φαίνεται ότι τα παιδιά εμπλέκονται νοητικά και συναισθηματικά στις μελέτες με το μικροσκόπιό τους και καθοδηγούνται από ένα είδος εσωτερικής δέσμευσης στις διερευνήσεις και στις παρατηρήσεις τους. Το πλαίσιο της διερεύνησης, όπως προσεγγίζεται μέσα από τα κείμενα του Hooke, φαίνεται να αποκτά στοιχεία σκοπιμότητας με αυξημένο ενδιαφέρον για την έκβαση και καταγραφή των παρατηρήσεων. Κατά τη διαδικασία καταγραφής, οι παρατηρήσεις και οι περιγραφές προκύπτουν άμεσα και αβίαστα, ενώ το όλο πλαίσιο της δραστηριότητας φαίνεται να ενισχύει την παραγωγή κειμένου και σκίσεων.

Τα κείμενα που προκύπτουν φαίνεται συχνά να έχουν απαρχές από τα αντίστοιχα του Hooke, όμως παράλληλα αναπτύσσονται και εμπλουτίζονται, μέσα στο πεδίο εξέλιξης της γλώσσας και της επικοινωνίας που αναπτύσσουν τα παιδιά. Τα σκίσα, είτε απλά

είτε πιο σύνθετα και περιγραφικά, φαίνεται να καταγράφονται με ενδιαφέρον και θέληση από τα παιδιά, διότι υποστηρίζουν ότι επιθυμούν να δουλέψουν με ένα «επιστημονικό» τρόπο, όπως έκανε και ο Hooke. Ακόμα και αν κάποια παιδιά δεν τα καταφέρνουν καλά στα σκίτσα, σχεδιάζουν κάτι αρχικά και στη συνέχεια προσπαθούν να το περιγράψουν και λεκτικά.

Φαίνεται ότι το όλο πλαίσιο της διερεύνησης ενέχει στοιχεία αυθεντικότητας και τα παιδιά μπαίνουν στη διαδικασία να «κάνουν επιστήμη» τα ίδια. Απομυθοποιείται ο χαρακτήρας της επιστήμης και γίνεται μια καθημερινή δραστηριότητα, με ένα όργανο (μικροσκόπιο), που κατασκευάστηκε από τα παιδιά με απλά υλικά και φαίνεται να τα εντάσσει «φυσιολογικά» σε ένα πλαίσιο επιστημονικής μελέτης και διερεύνησης.

4) ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Με ατομική μου ευθύνη και σύμφωνα με το άρθρο 8 ν. 1599/1986, ο Δημιουργός που αναφέρεται στην παρ. 1.2 του παρόντος εντύπου, δηλώνω ότι:

1. Το Σχέδιο Καλής Διδακτικής Πρακτικής που υποβάλλω είναι δικό μου πρωτότυπο δημιούργημα και δεν προσκρούει σε κανένα δικαίωμα πνευματικής ή βιομηχανικής ιδιοκτησίας τρίτων.
2. Δίνω το δικαίωμα και την άδεια στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, το οποίο θα ενεργεί κατά την απόλυτη και ελεύθερη κρίση του, να αξιοποιεί, να διαθέτει, να αναπαράγει ή να διανέμει το υποβληθέν Σχέδιο Καλής Διδακτικής Πρακτικής, ολόκληρο ή τμήμα του ή συντετμημένο ή ενσωματωμένο σε άλλο υλικό, για εκπαιδευτικούς και διδακτικούς σκοπούς, με κάθε πρόσφορο μέσο, ιδίως έντυπο ή ηλεκτρονικό.
3. Δηλώνω ότι η πιθανή αξιοποίηση του υλικού αυτού για ερευνητικούς σκοπούς επιθυμώ να γίνει (επιλέξτε αυτό που επιθυμείτε):

Επώνυμα

Ανώνυμα

Αν δεν καταγράψετε την επιθυμία σας αυτό σημαίνει ότι αποδέχεστε η πιθανή αξιοποίηση να γίνει ανώνυμα.

**Για πρακτικούς λόγους, η χρήση του αρσενικού γραμματικού γένους θεωρείται ότι συμπεριλαμβάνει και το θηλυκό.*

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 14-11-2010

ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ:



Νεκτάριος Τσαγλώτης