

# Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση



Το εξώφυλλο του περιοδικού θα φιλοξενεί σε κάθε τεύχος μια φωτογραφία που έχει υποβληθεί ηλεκτρονικά στη συντακτική επιτροπή για αυτό το σκοπό. Η φωτογραφία, η οποία θα είναι πρωτότυπη και δεν θα προέρχεται από το διαδίκτυο ή από κάποιο έντυπο, πρέπει να συνδέεται με ένα φαινόμενο που είναι αντικείμενο διαπραγμάτευσης των Φυσικών Επιστημών. Ο αποστολέας της φωτογραφίας μπορεί να τη συνοδεύει με ένα σύντομο επεξηγηματικό σχόλιο.

Η φωτογραφία του τρέχοντος εξωφύλλου, έχει ληφθεί από την κ. Ανθούλα Μαΐδου το καλοκαίρι του 2014 στην Πολωνία. Ένα περίτεχνο έργο τέχνης, ένα άγαλμα, ισορροπεί σε ένα συρματόσχοινο χωρίς καμία «βοήθεια». Το άγαλμα είναι ένα από τα πολλά που κοσμούν τον ...ουρανό του ίδιου πάρκου, εκτεθειμένα σε κάθε είδους καιρικές συνθήκες, αέρα, βροχή, χιόνι, και όμως, παραμένει πάντα εκεί αρνούμενο να υπακούσει στο κάλεσμα της βαρύτητας. Πώς άραγε;

Στείλτε μας την απάντησή σας στην ηλεκτρονική διεύθυνση [physcool@auth.gr](mailto:physcool@auth.gr). Οι καλύτερες απαντήσεις θα δημοσιευτούν στο επόμενο τεύχος.

Δείτε την ερμηνεία για τη φωτογραφία του 3<sup>ου</sup> τεύχους στη σελίδα 103.

## **Μελέτες μικροσκοπίου στο δημοτικό σχολείο: εμπρός στο δρόμο που χάραξε ο Hooke!**

**Νεκτάριος Τσαγλιώτης**

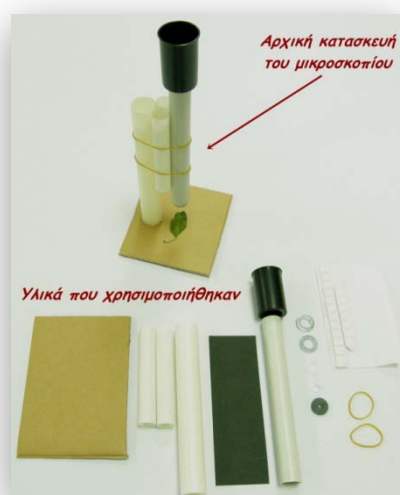
### **Εισαγωγή<sup>1</sup>**

Η εκπαιδευτική δράση που παρουσιάζεται σε αυτό το άρθρο διεξήχθη για πρώτη φορά κατά το σχολικό έτος 2008-2009 με 40 παιδιά της Στ' τάξης του 9<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Ρεθύμνου. Έκτοτε, λόγω της αποδοχής που συνάντησε από τα παιδιά και τη σχολική κοινότητα, επαναλαμβάνεται σε ετήσια βάση.

Στο επίκεντρό της βρίσκεται ένα απλό μικροσκόπιο που κατασκεύασε κάθε παιδί της τάξης, χρησιμοποιώντας χαμηλού κόστους υλικά (αξίας περίπου 3 €). Τα παιδιά, ακολουθώντας το νήμα της ζωής και τις ανακαλύψεις του Robert Hooke, διεξήγαγαν μελέτες μικροσκοπίου μέσα από μία διερευνητική προσέγγιση εμπνευσμένη από το βιβλίο *Micrographia* (Hooke, 1665).

### **Κατασκευή ενός απλού μικροσκοπίου**

Αρχικά, στο πλαίσιο της δράσης, κάθε παιδί κατασκεύασε το δικό του μικροσκόπιο, τα βασικά μέρη του οποίου ήταν ένας σωλήνας, δύο φακοί και ένα διάφραγμα (Vannoni *et al.*, 2006; 2007).

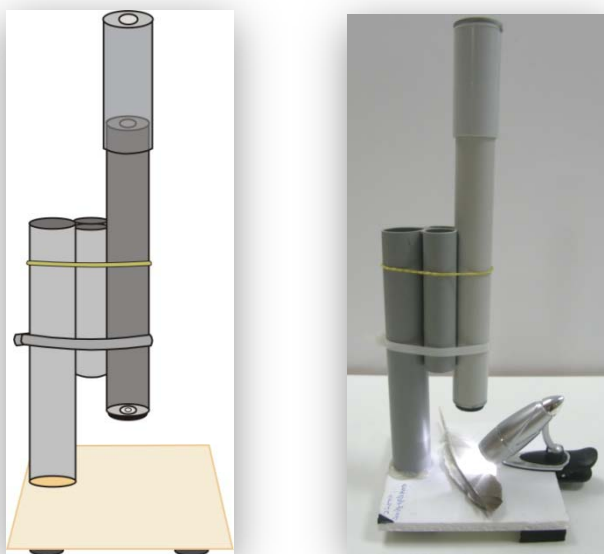


Εικόνα 1. Τα υλικά και η πρώτη εκδοχή του μικροσκοπίου με 2 φακούς. (Φωτογραφία Ν. Τσαγλιώτης).

## Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό

Συγκεκριμένα, κάθε παιδί χρησιμοποίησε ένα σωλήνα PVC και δύο πλαστικούς φακούς (αντικειμενικό και προσοφθάλμιο), οι οποίοι είχαν αφαιρεθεί από φωτογραφικές μηχανές μιας χρήσης (Εικόνα 1). Αναλυτικές οδηγίες κατασκευής του μικροσκοπίου είναι διαθέσιμες στο Tsagliotis (2012).

Σύντομα, μέσα στην πρώτη χρονιά εφαρμογής των μελετών μικροσκοπίου, κατασκευάστηκε μια βελτιωμένη εκδοχή του, προκειμένου να έχουμε πιο ακριβή και ευδιάκριτα είδωλα αντικειμένων, με μικρότερη παραμόρφωση, χρησιμοποιώντας έναν επιπλέον ενδιάμεσο φακό πεδίου (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Το βελτιωμένο μικροσκόπιο σε αναλυτικό σκίτσο (αριστερά) & σε φωτογραφία (δεξιά).  
(Φωτογραφία και σκίτσο Ν. Τσαγλιώτης).

### **Ακολουθώντας τα βήματα του Hooke**

Τα παιδιά είχαν μεγάλη περιέργεια να ξεκινήσουν τις μελέτες τους με τα μικροσκόπια και να διερευνήσουν διάφορα δείγματα. Έπειτα από συζητήσεις μέσα στην τάξη συμφωνήσαμε ότι χρειαζόμασταν καθοδήγηση. Αναδύθηκε έτσι η ιδέα να συνδέσουμε τις παρατηρήσεις μας με εκείνες ενός διακεκριμένου επιστήμονα, του Robert Hooke, ο οποίος ήταν ο πρώτος επιστήμονας που διεξήγαγε συστηματικές μελέτες μικροσκοπίου, τις οποίες παρουσίασε στο βιβλίο του *Micrographia* (Hooke, 1665). Χρησιμοποιώντας πίνακες της Rita Greer<sup>2</sup>, βοηθηθήκαμε στην ανάδειξη στιγμιότυπων της ζωής του Hooke, που δύσκολα θα μπορούσαν να «ζωντανέψουν» με άλλο τρόπο (Jardine, 2004).

Η ιστορία μας ξεκίνησε στο Isle of White, το νοτιότερο νησί της Μεγάλης Βρετανίας, όπου ο μικρός Robert μελετούσε με ενδιαφέρον απολιθώματα και απομεινάρια φυτών και ζώων στο έδαφος και στα βράχια του νησιού (Εικόνα 3). Ταυτόχρονα, επέδειξε καλλιτεχνικές δεξιότητες αντιγράφοντας με εντυπωσιακές λεπτομέρειες πίνακες που υπήρχαν στο σπίτι του και παρακολούθησε μαθήματα

ζωγραφικής σε νεαρή ηλικία (Burgan, 2008). Μετά το θάνατο του πατέρα του το 1648, στα 13 του, μετακόμισε στο Λονδίνο για να ξεκινήσει τις σπουδές του στο περίφημο Westminster School. Ως έφηβος, μελέτησε την Ευκλείδεια γεωμετρία και έμαθε Ελληνικά και Λατινικά. Το 1653 μετακινήθηκε στο Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης για να σπουδάσει “Φυσική φιλοσοφία”. Κατά τη δημοσίευση της *Micrographia*, το 1665, ήταν στα τριάντα του, ήδη ένα διακεκριμένο μέλος της Βασιλικής Ακαδημίας, ένας πολυμαθής και επιδέξιος επιστήμονας και πιθανότατα ο πρώτος συστηματικός μελετητής του μικροσκοπίου και των εφαρμογών του (Inwood, 2003).

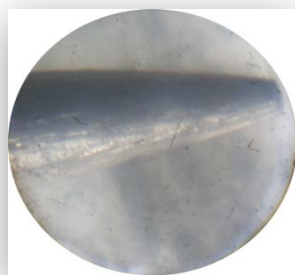
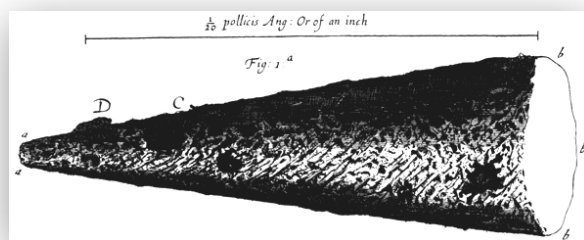


Εικόνα 3. ‘Ο κυνηγός απολιθωμάτων’. Ο Robert ως ένα δεκάχρονο αγόρι στο Isle of Wight, στον κόλπο του Freshwater. Ελαιογραφία της Rita Greer, 2005.

Έχοντας ως αφετηρία κείμενα και σκίτσα του Hooke, σχεδιάστηκαν επτά (7) φύλλα εργασίας διερευνητικών δραστηριοτήτων και μελετών μικροσκοπίου<sup>3</sup>. Επιλέχθηκε να γίνουν παρατηρήσεις δειγμάτων παρόμοιων με εκείνα που χρησιμοποίησε ο Hooke αλλά και δειγμάτων που είχαν συζητηθεί στην τάξη και είχαν προκαλέσει το ενδιαφέρον των παιδιών.

### **Παρατηρώντας τη μύτη μιας βελόνας και μια τελεία**

Τα πρώτα δύο φύλλα εργασίας συνδέθηκαν με την αρχή των μελετών του Hooke στη *Micrographia*. Το φύλλο εργασίας, με την παρατήρηση της μύτης μιας βελόνας, συνδέεται άμεσα με την πρώτη σελίδα 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**» (σ. 1, έμφαση στο πρωτότυπο). Αυτή είναι μια ενδιαφέρουσα επιστημονική και διδακτική πρόταση, την οποία υιοθετήσαμε με την παρατήρηση της μύτης μιας βελόνας και μετά μιας τυπωμένης κουκίδας. Και τα δύο δείγματα παρουσιάζονται πολύ διαφορετικά κάτω από το μικροσκόπιο.



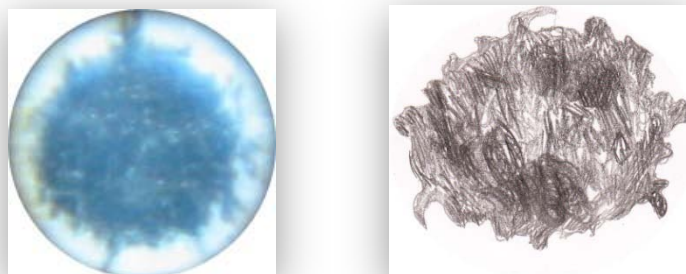
Εικόνα 4. Το σκίτσο του Hooke για τη μύτη μιας βελόνας (πάνω, σκίτσο της σ. 1 στο πρωτότυπο) και δύο ψηφιακές φωτογραφίες από τις μύτες δύο βελόνων που είδαν τα παιδιά κάτω από το μικροσκόπιο (Φωτογραφίες του Ν. Τσαγλιώτη).

Τα παιδιά διάβασαν στην τάξη την περιγραφή του Hooke για τη μύτη μιας βελόνας, η οποία αναφερόταν σε ένα λεπτομερές σκίτσο (Εικόνα 4, πάνω). 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 σύντομα ανέπτυξαν δεξιότητες και τεχνικές που τις μοιράστηκαν μεταξύ τους. Τα κείμενα και τα σκίτσα των παιδιών, με όλα τα σχετικά φύλλα εργασίας, δημιούργησαν ένα είδος σημειωματάριου των μελετών (Klentschy, 2008).

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» (Hooke, 1665, σ. 2). 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 σαν 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' ό,τι στην άκρη της. Η καρφίτσα στο μικροσκόπιο φαίνεται πιο μαύρη απ' ό,τι με το μάτι. Μου θυμίζει μύτη ξυσμένου μολυβιού». Τα παιδιά

κατέγραψαν ακόμα δύο ή τρεις «ελαττωματικές» βελόνες, με κυρτές ή περίεργες μύτες (Εικόνα 4, κάτω).

Παρατηρώντας μια τυπωμένη κουκίδα ή το «ίχνος μιας τελείας ή περιόδου», ο Hooke ανέφερε ότι είχε διάφορες «ανωμαλίες» και στην πραγματικότητα του θύμιζε «ένα λεκέ από λάσπη του Λονδίνου» (Hooke, 1665, σ. 3). Ένα παιδί έγραψε ότι «οι τελείες φαίνονται τελείως διαφορετικές στο μικροσκόπιο απ' ό,τι με γυμνό μάτι. Η τελεία που κοιτάζω έχει ένα γκριζο-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 τυπωμένη 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» (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Μία ψηφιακή φωτογραφία τυπογραφημένης τελείας στο μικροσκόπιο (αριστερά) και ένα σκίτσο παιδιού (δεξιά). (Φωτογραφία Ν. Τσαγλιώτης).

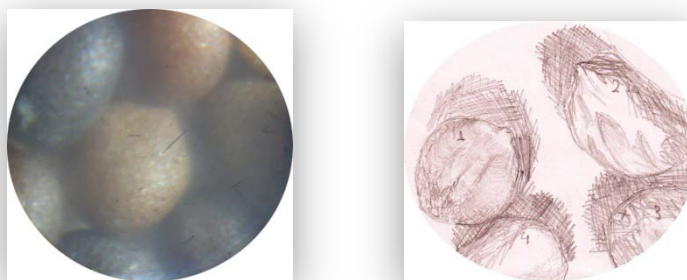
### **Παρατηρώντας σπόρους θυμαριού και πετούνιας**

Συνεχίζοντας με τις μελέτες μικροσκοπίου, εξετάσαμε τους σπόρους του θυμαριού, όπως είχε περιγράψει και ο Hooke 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» (Hooke, 1665, σ. 153) και επίσης διέφεραν από τους κοινούς σπόρους φασιολιών ή αρακά. Τα παιδιά χρησιμοποίησαν τη βελόνα, που είχαν εξετάσει πρωτότερα, ως εργαλείο για να βάλουν τους μικρούς σπόρους του θυμαριού σε κατάλληλη θέση κάτω από τον αντικειμενικό φακό του μικροσκοπίου και αντιμετώπισαν πάλι μερικά προβλήματα σχετικά με την εστίαση και το φωτισμό των υπό εξέταση δειγμάτων. Σύντομα τα έλυσαν βελτιώνοντας τις τεχνικές και μεθοδολογικές τους δεξιότητες (Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Τα παιδιά δουλεύουν σε ομάδες με τα μικροσκόπιά τους στο Εργαστήριο ΦΕ μελετώντας τους σπόρους θυμαριού. (Φωτογραφία Ν. Τσαγλιώτης).

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’ ό,τι 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» (Εικόνα 7).



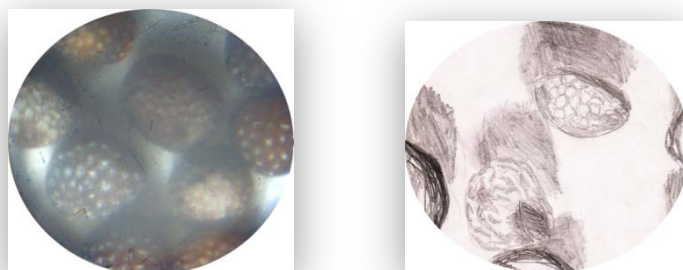
Εικόνα 7. Μία ψηφιακή φωτογραφία σπόρων θυμαριού στο μικροσκόπιο (αριστερά) και ένα σκίτσο παιδιού (δεξιά). Προσέξτε τις σκιές που παρατήρησε και απεικόνισε στο σκίτσο, οι οποίες είχαν δημιουργηθεί από το φως που έστελνε υπό γωνία το σποτάκι πάνω στους σπόρους.

(Φωτογραφία Ν. Τσαγλιώτης).



Ένα άλλο παιδί έγραψε ότι οι σπόροι του θυμαριού 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.)».

Όταν τα παιδιά προετοιμάζαν τα σπορόφυτά τους για να αναπτυχθούν στο θερμοκήπιο του σχολικού κήπου, είχαν εντυπωσιαστεί με το πολύ μικρό μέγεθος ορισμένων σπόρων. Οι μικρότεροι σπόροι που είχαν φυτέψει ήταν οι σπόροι του φυτού της πετούνιας. Είχαν, λοιπόν, μεγάλη περιέργεια να τους παρατηρήσουν κάτω από το μικροσκόπιο έπειτα από 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 κ.λπ. Φαίνονται σα μικρά μπιλάκια με καφέ χρώμα. Μοιάζουν λίγο με τους σπόρους του θυμαριού στην επιφάνεια αλλά όχι στο μέγεθος» (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: Μία ψηφιακή φωτογραφία σπόρων πετούνιας (αριστερά) και ένα σκίτσο παιδιού (δεξιά).

(Φωτογραφία Ν. Τσαγλιώτης).

### **Παρατηρώντας ... μεθυσμένα μυρμήγκια!**

Η επόμενη παρατήρηση αφορούσε έντομα, μια «εντομομελέτη» όπως την αποκάλεσαν 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 των μυρμηγκιών. Ο Hooke αναφέρει ότι δυσκολεύτηκε να βρει ένα τρόπο για να κρατήσει ένα μυρμήγκι ακίνητο κάτω από το μικροσκόπιό του. Έχοντας συλλέξει μερικά μυρμήγκια 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

## Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό

αρχικά πάλεψε για κάμποσο, μέχρι που στο τέλος έβγαλε μπουρμπουλήθρες από το στόμα του και σταμάτησε να κινείται» (Hooke, 1665, σ. 204). Έτσι, κατάφερε να βάλει το μυρμήγκι κάτω από το μικροσκόπιο και να το μελετήσει, ώσπου έπειτα από λίγη ώρα, «ξαφνικά, λες και ξυπνούσε από ένα μεθυσμένο ύπνο, απότομα ξαναζωντάνεψε και το έβαλε στα πόδια» (Hooke, 1665, σ. 204). 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 παρατήρηση μυρμηγκιών. Έτσι, πήγαν στον κήπο του σχολείου για να «κυνηγήσουν» μυρμήγκια και να τα βάλουν σε μικρά πλαστικά πιατάκια με λοσιόν οινόπνευματος. Παρατήρησαν ότι τα μυρμήγκια έπεφταν 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 «ξυπνούσαν» μετά από 15 με 20 λεπτά και άρχιζαν να περπατάνε. Με αυτό τον τρόπο, τα περισσότερα παιδιά κατάφεραν να παρατηρήσουν με έκδηλο ενθουσιασμό μυρμήγκια με το μικροσκόπιό τους (Εικόνα 9).



Εικόνα 9. Μία ψηφιακή φωτογραφία ενός μυρμηγκιού που συγκρατείται από μια οδοντογλυφίδα (αριστερά) και ένα σκίτσο παιδιού, με γράμματα σε διάφορα μέρη του σώματός του για την περιγραφή τους στο κείμενο (δεξιά).

Ένα παιδί αναφέρει ότι «το μυρμήγκι ήταν αρκετά δύσκολο να το σχεδιάσω, καθώς δεν στεκόταν στη θέση του. Στην αρχή έβαλα το μυρμήγκι στο οινόπνευμα. Καθώς το έβγαζα το μυρμήγκι, έβγαζε μπουρμπουλήθρες από το στόμα του και μετά «κοιμόταν». Όταν έβγαλα το μυρμήγκι 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» (Εικόνα 9).

### **Εν κατακλείδι**

Κατά την εφαρμογή των μελετών μικροσκοπίου τα τελευταία χρόνια, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά εμπλέκονται τόσο νοητικά όσο και συναισθηματικά στις μελέτες με το μικροσκόπιό τους, καθοδηγούμενα από μία εσωτερική δέσμευση στις διερευνήσεις και στις παρατηρήσεις τους. Το πλαίσιο της διερεύνησης, όπως προσεγγίζεται μέσα από τα κείμενα του Hooke, φαίνεται να αποκτά σκοπιμότητα και να κεντρίζει το 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 σκίτσων.

Τα κείμενα που προκύπτουν φαίνεται να στηρίζονται στα αντίστοιχα του Hooke, όμως παράλληλα αναπτύσσονται και εμπλουτίζονται γλωσσικά και επικοινωνιακά. Τα σκίτσα, είτε απλά είτε πιο σύνθετα και περιγραφικά, φαίνεται να διαμορφώνονται με ενδιαφέρον, ενώ τα παιδιά υποστηρίζουν ότι επιθυμούν να δουλέψουν με έναν «επιστημονικό» τρόπο, όπως έκανε και ο Hooke.

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

### **Σχόλια**

[1]. Αυτή η δράση ήταν μέρος των εργασιών της ελληνικής ομάδας του Ευρωπαϊκού έργου HIPST (History and Philosophy of Science in Science Teaching), FP7, Αρ. Αναφ. 217805. <http://hipstwiki.wetpaint.com>.

[2]. Οι πίνακες της Rita Greer είναι διαθέσιμοι στη διεύθυνση: [http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Paintings\\_by\\_Rita\\_Greer](http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Paintings_by_Rita_Greer).

[3]. Τα Φύλλα Εργασίας, φωτογραφίες και οδηγίες κατασκευής του μικροσκοπίου, καθώς και υποστηρικτικό διδακτικό υλικό είναι διαθέσιμα στη διεύθυνση: <http://efepereth.wikidot.com/hipst>.

### **Αναφορές**

Burgan, M. (2008). *Robert Hooke: Natural Philosopher and scientific explorer*. Minneapolis, Minnesota: Compass Point Books.

Hooke, R. (1665) [1<sup>st</sup> Ed.]. *Micrographia: or, Some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses*. London: J. Martyn and J. Allestry.

Inwood, S. (2003). *The forgotten genius: The biography of Robert Hooke 1635-1703*. MacAdam/Cage.

## Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό

Jardine, L. (2004). *The curious life of Robert Hooke*. NY: HarperCollins Publishers Inc.

Klentschy M. (2008). *Using Science Notebooks in elementary classrooms*. Arlington, Virginia: NSTA Press.

Tsagliotis, N. (2012). Build your own microscope: following in Robert Hooke's footsteps. *Science in School*, Issue 22: 30-35.

Vannoni M. & Molesini G. (2006). *Constructing a microscope*. Istituto e Museo di Storia della Scienza, Florence, Italy. Διαθέσιμο στη διεύθυνση:

<<http://brunelleschi.imss.fi.it/esplora/microscopio/dswmedia/risorse/erisorse.html>>].

Vannoni M., Buah-Bassuah P.K. & Molesini G. (2007). Making a microscope with readily available materials. *Physics Education*, 42(4): 385-390.



Ο Νεκτάριος Τσαγλιώτης είναι εκπαιδευτικός-ερευνητής στο πεδίο της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες. Διδάσκει στο δημοτικό σχολείο τα τελευταία 17 χρόνια και συμμετέχει ερευνητικά σε Ευρωπαϊκά Προγράμματα με έμφαση στη διερευνητική προσέγγιση διδασκαλίας και μάθησης των Φυσικών Επιστημών. Ενδιαφέρεται για τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και την εργαστηριακή πρακτική μέσα από απλά πειράματα και κατασκευές, καθώς επίσης για τα αυθεντικά περιβάλλοντα διδασκαλίας και μάθησης στις φυσικές επιστήμες, μέσα από ένα ιστορικό και γνωσιοθεωρητικό υπόβαθρο.