

Άτυπες μορφές μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες: Εκπαιδευτική αξιοποίηση των αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων

Πηγή-Δέσποινα Μπαρμπαρή

MSc Διδακτική Φυσικών Επιστημών, Εκπαιδευτικός ΠΕ04.01
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών
mparmparid@gmail.com

Κοσμάς Γαζέας

Λέκτορας
Τμήμα Φυσικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
kgaze@phys.uoa.gr

➤ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να σκιαγραφήσει τον ρόλο που παίζουν οι άτυπες μορφές μάθησης στην κατανόηση εννοιών σχετικές με τις φυσικές επιστήμες, να αναλύσει τον τρόπο με τον οποίο η ιστορία φυσικών επιστημών εμπλέκεται με τις άτυπες μορφές μάθησης και τέλος, να προτείνει ένα δωμάτιο δραστηριοτήτων ως μία πρωτότυπη εκπαιδευτική πρόταση, όπου συνδυάζονται οι εφευρέσεις των αρχαίων Ελλήνων επιστημόνων και η αρχαιοελληνική ιστορία με τις φυσικές επιστήμες.

Θεωρήθηκε απαραίτητο να αναλυθούν τα χαρακτηριστικά και οι στόχοι των άτυπων μορφών μάθησης, ώστε να είναι κατανοητό όλο το φάσμα, που καλύπτουν. Αντίστοιχα για την ιστορία των επιστημών, αναφέρονται όλοι οι δυνατοί τρόποι εμπλοκής της με τις άτυπες μορφές μάθησης.

Ο τίτλος του δωματίου δραστηριοτήτων «Επιχείρηση Διάσωσης του Αριστοτέλη» τοποθετεί αμέσως και τον αναγνώστη αλλά και το κοινό, που πρόκειται να συμμετάσχει, στο ανάλογο κλίμα της Αρχαίας Ελλάδας δίνοντας και μία δόση αγωνίας αφού φαίνεται ότι ο Αριστοτέλης χρειάζεται βοήθεια. Το ερώτημα που δημιουργείται, λοιπόν, είναι το εξής: κατά πόσο μέσα από αυτή την άτυπη μορφή μάθησης οι μαθητές θα κατανοήσουν και κατ' επέκταση θα μπορούν να εξηγήσουν με τη σειρά τους τα επιστημονικά φαινόμενα, που παρουσιάζονται στο δωμάτιο; Θα αναγνωρίσουν την πολιτισμική σημασία αυτών των εφευρέσεων και θα βελτιώσουν τη στάση τους απέναντι στην αρχαιοελληνική ιστορία και στις φυσικές επιστήμες; Αυτά τα ερωτήματα καλείται να απαντήσει η ακόλουθη εργασία.

Λέξεις – Κλειδιά: άτυπες μορφές μάθησης, μουσείο, φυσικές επιστήμες, ιστορία της επιστήμης



▾ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Ορισμός Άτυπων μορφών μάθησης

Οι άτυπες μορφές εκπαίδευσης ορίζονται ως η μάθηση των φυσικών επιστημών, που λαμβάνει χώρα σε ανεπίσημες, εκτός σχολικής τάξης δομές (Dierking, Falk, Rennie, Anderson, & Ellenbogen, 2003). Αυτές μπορεί να είναι: τα διεπιστημονικά κέντρα, τα μουσεία, οι ζωολογικοί κήποι και τα ενυδρεία, όπου μέσω εκθεμάτων και δραστηριοτήτων εγείρουν το ενδιαφέρον για την επιστήμη ενεργοποιώντας όλες τις αισθήσεις των επισκεπτών, τα εκπαιδευτικά προγράμματα στην τηλεόραση ή στο διαδίκτυο, τα οποία μπορούν να φέρουν σε μία πρώτη επαφή το κοινό με την επιστήμη και οι βιβλιοθήκες και τα προγράμματα για μετά το σχολείο, με τα δεύτερα να επιλέγονται και πολλές φορές να οργανώνονται από τους ίδιους τους μαθητές, μέσω των οποίων ενισχύεται το ενδιαφέρον τους (Bell, Lewenstein, Shouse, & Feder, 2009)

Η μάθηση στις άτυπες μορφές εκπαίδευσης είναι εθελοντική και καθοδηγούμενη από τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Ουσιαστικά μία τέτοιου είδους μάθηση συνεχίζεται καθ' όλη την διάρκεια της ζωής τους είτε συνειδητά είτε ασυνείδητα (Krishnamurthi & Rennie, 2013).

Χαρακτηριστικά Άτυπων Μορφών Μάθησης

Πέρα από το γεγονός ότι οι άτυπες μορφές μάθησης προσαρμόζονται στα ενδιαφέροντα και στις κλίσεις των συμμετεχόντων, έχουν και άλλα χαρακτηριστικά που τις δίνουν μία πιο ευρεία επιρροή στη διαμόρφωση της παιδείας και της συμπεριφοράς των μαθητών. Πιο αναλυτικά, οι άτυπες μορφές μάθησης γεφυρώνουν τις φυσικές επιστήμες με την καθημερινή ζωή των εμπλεκόμενων, καθώς παροτρύνοντας τους να ψάξουν τα θέματα που τους αφορούν, τονίζουν ότι οι φυσικές επιστήμες σχετίζονται άμεσα με τους ίδιους και η μελέτη αυτών μπορεί να αποβεί κερδοφόρα για αυτούς στην ζωή τους (Bell et al., 2009).

Επιπλέον, στις περισσότερες μορφές άτυπης μάθησης έχουν την δυνατότητα να συμμετάσχουν άτομα διαφορετικών πολιτισμών και θρησκειών, με ποικίλα κοινωνικοοικονομικά υπόβαθρα και ικανότητες, να συνεργαστούν και να ανταλλάξουν απόψεις απομακρύνοντας έτσι κάθε ίχνος ρατσισμού (American Association for the Advancement of Science, 1993). Ακόμη, οι άτυπες μορφές κρατούν και επίκαιρο χαρακτήρα, βάζοντας στην πρώτη γραμμή ζητήματα μείζονος σημασίας για την ζωή στον 21^ο αιώνα, όπως την κλιματική αλλαγή και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007).

Δεδομένο ότι άνθρωποι όλων των ηλικιακών ομάδων έρχονται αντιμέτωποι καθημερινά με θέματα που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες, οι άτυπες μορφές εκπαίδευσης απευθύνονται σε όλους τους πολίτες, ανεξάρτητα από την ηλικία τους. Οι άτυπες μορφές μάθησης προσεγγίζουν τις φυσικές επιστήμες καθολικά, δίνοντας την κοινωνική, ιστορική και πολιτισμική οπτική κάθε θέματος που αναλαμβάνουν και όχι μόνο την καθαρά επιστημονική (Bell et al., 2009).



Εκπαιδευτικές Μέθοδοι Προσέγγισης της Ιστορίας Επιστημών στις Άτυπες Μορφές

Σύμφωνα με τους Φιλιππουπολίτη και Κολιόπουλο (2014), η ιστορία των επιστημών προσεγγίζεται στις άτυπες μορφές με τρεις τρόπους:

- Η παραδοσιακή προσέγγιση, που αντιμετωπίζει την ιστορία των επιστημών ως τεκμηρίωση των γεγονότων και των αντικειμένων, που βρίσκονται στον χώρο που φιλοξενεί τις άτυπες μορφές κυρίως μέσω ξεναγήσεων.
- Η προσέγγιση που βλέπει την ιστορία επιστημών ως μία βιβλιοθήκη ιδεών που χρησιμοποιείται στην αφήγηση του ειδικά εκπαιδευμένου προσωπικού και τονίζει πώς και πού γεννήθηκαν οι επιστημονικές αντιλήψεις και πώς στη συνέχεια οδήγησαν στη δημιουργία των αντίστοιχων εργαλείων, δίνοντας τους έτσι νόημα ακόμα και αν δεν είναι τα αυθεντικά εργαλεία αυτά που βρίσκονται στο περιβάλλον των άτυπων.
- Αναζητούνται συγκεκριμένες επιστημονικές πρακτικές και εργαλεία, που επηρεάστηκαν, αναπτύχθηκαν και μεταμορφώθηκαν σύμφωνα με το οικονομικό, κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο της εποχής τους, δηλαδή αποτέλεσαν για την ιστορία των επιστημών παράδειγμα πολιτισμού μέσω εκπαιδευτικών εργασιών.

➤ ΣΤΟΧΟΙ – ΠΡΩΤΟΤΥΠΙΑ

Η διδακτική πρόταση που παρουσιάζεται παρακάτω αφορά ένα δωμάτιο απόδρασης (escape room), το οποίο επιχειρεί να συνδυάσει την αρχαία ελληνική ιστορία με τις φυσικές επιστήμες στήνοντας μία αλληλουχία γεγονότων με πρωταγωνιστές τους ίδιους τους συμμετέχοντες. Ο τρόπος σύνδεσης των αρχαιοελληνικών εφευρέσεων είναι πρωτότυπος.

Όσον αφορά τους εκπαιδευτικούς στόχους, το δωμάτιο απόδρασης έχει τους εξής:

1^{ος} Στόχος: Ανάπτυξη ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες

Αναφέρεται στο ότι οι άτυπες μορφές δίνουν κίνητρο στους συμμετέχοντες για να εισχωρήσουν στον κόσμο της επιστήμης, ενώ παράλληλα τους εγείρεται η περιέργεια και άρα τους δημιουργείται η προθυμία να συνεχίσουν να ερευνούν φυσικά προβλήματα παρά τις δυσκολίες που μπορεί να συναντήσουν (Sacco, Falk, & Bell, 2014)

2^{ος} Στόχος: Κατανόηση των φυσικών επιστημών

Ένας ακόμη στόχος είναι οι εμπλεκόμενοι να μπορούν να εξηγήσουν με δικά τους λόγια φαινόμενα, που οι επιστήμονες διαμόρφωσαν βασιζόμενοι σε παρατηρήσεις και πειράματα.



3ος Στόχος: Εξοικείωση με την επιστημονική λογική

Το να θέτει κανείς ερωτήματα σχετικά με φυσικά φαινόμενα, να κάνει υποθέσεις και να ψάχνει τις απαντήσεις μέσω παρατηρήσεων είναι η βασική αρχή της επιστημονικής λογικής, που μπορεί να αποτελέσει προνόμιο σε κάθε τομέα της ζωή κάποιου. Οι καθημερινοί χώροι, που δρουν ως άτυπες μορφές μάθησης, συμβάλλουν ώστε οι ενδιαφερόμενοι να καταλάβουν τις συνδέσεις, τις ομοιότητες και τις διαφορές μεταξύ των αποδείξεων που έχουν μπροστά τους για το εκάστοτε φυσικό πρόβλημα, εφαρμόζοντας επιστημονικά επιχειρήματα (Bell et al., 2009).

4ος Στόχος: Προβληματισμός σχετικά με την εξέλιξη των φυσικών επιστημών

Για να επιτύχει κάτι τέτοιο, το δωμάτιο απόδρασης έμμεσα φέρνει στο φως στοιχεία της ζωής των επιστημόνων, όπου οι συμμετέχοντες παρακολουθούν την ιστορία που κρύβεται πίσω από τις επιστημονικές ιδέες και το πώς εξελίχθηκαν μέχρι την τωρινή εποχή. Με αυτό τον τρόπο, «μπαίνουν» στο ρόλο του επιστήμονα, όπου καλούνται να χρησιμοποιήσουν διαφορετικές μεθόδους και εργαλεία, να ερμηνεύσουν τις παρατηρήσεις τους με κάθε δυνατό τρόπο βασισμένοι σε θεωρίες, ούτως ώστε να εξηγήσουν ένα φυσικό φαινόμενο και να επιχειρηματολογήσουν για αυτή τους την εξήγηση (Bell et al., 2009).

5ος Στόχος: Συμμετοχή στην επιστημονική πρακτική

Τονίζεται στους συμμετέχοντες η συνεργασία και η επικοινωνία των επιστημόνων (κατάρρευση του στερεοτύπου του επιστήμονα που δουλεύει μόνος στο εργαστήριο του), και γίνεται προσπάθεια εξοικείωσης με το λεξιλόγιο και τα εργαλεία της επιστήμης.

➤ ΜΕΘΟΔΟΣ: ΥΛΙΚΑ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η Κρυπτεία Σκυτάλη

Η κατασκευή αυτής της εφεύρεσης είναι πολύ απλή. Τα υλικά που χρειάζονται είναι λιγοστά, οικονομικά και πολύ εύκολο να βρεθούν, ενώ η εκτέλεση είναι σύντομη.

Πίνακας 1

Υλικά Κατασκευής Κρυπτείας Σκυτάλης

Κορδέλα μήκους περίπου 1,5 μέτρων (1,5m) κατά προτίμηση ανοιχτόχρωμη για να είναι ευανάγνωστα τα γράμματα

Μεταλλική ράβδος ή πλαστικός σωλήνας με 2,5 εκατοστά (2,5cm) διάμετρο και 45 εκατοστά (45cm) μήκος

Ράβδοι ή σωλήνες διαφόρων άλλων διαμέτρων και άλλων μηκών

Μαύρο στυλό και σπρέι



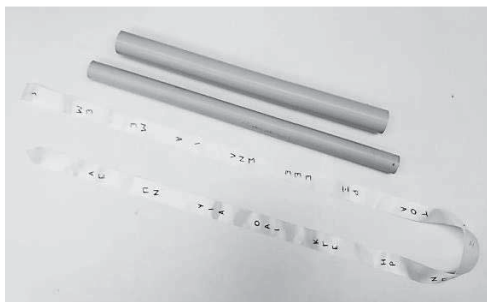
Κατασκευή

Αρχικά, τυλίγουμε την κορδέλα γύρω από την ράβδο που έχουμε επιλέξει. Το μήκος της κορδέλας εξαρτάται προφανώς από τη διάμετρο της ράβδου που θα χρησιμοποιήσουμε. Οι διαστάσεις που αναφέρονται παραπάνω είναι ενδεικτικές και είναι δοκιμασμένες. Έπειτα κρατώντας οριζόντια την ράβδο, γράφουμε ένα γράμμα σε κάθε «στροφή» της κορδέλας. Με άλλα λόγια, κρατώντας τη ράβδο σταθερή και τυλίγοντας τη κορδέλα γύρω από αυτή, σημειώνουμε ένα γράμμα της φράσης κάθε φορά που περνά η κορδέλα από τη πάνω μεριά της ράβδου (τη μεριά που βλέπουμε). Όταν το μήκος της ράβδου τελειώσει και κάθε στροφή της κορδέλας έχει και από ένα γράμμα, κρατώντας τυλιγμένη την κορδέλα στρέφουμε τη ράβδο και αναγράφουμε με τον ίδιο τρόπο τη δεύτερη σειρά του μηνύματος. Παρακάτω δίνεται ένας ενδεικτικός τρόπος γραφής της φράσης σε τρία μέρη, όπου το κάθε μέρος γραφόταν κάτω από το άλλο με τον εξής τρόπο:

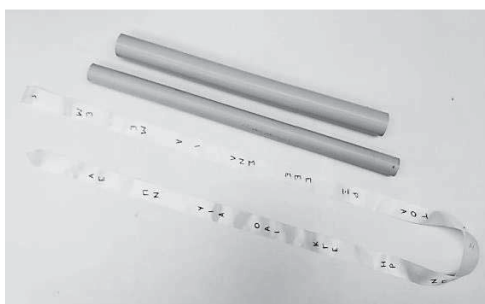
Γ	Ε	Μ	Ι	Σ	Ε	Τ	Η	Ν	Κ	Ο	Υ	Π	Α		
	Μ	Ε		Ν	Ε	Ρ	Ο		Π	Η	Γ	Α	Ι	Ν	Ε
			Α	Λ	Ε	Ξ	Α	Ν	Δ	Ρ	Ε	Ι	Α		

Με αυτό τον τρόπο, το μήκος της ράβδου παραμένει πρακτικό και ο χωρισμός αυτός οδηγεί το μαθητή στο να διαβάσει την επόμενη σειρά, ώστε να συμπληρωθεί η προηγούμενη, υπάρχει δηλαδή μία αλυσιδωτή σύνδεση της μιας γραμμής με την επόμενη. Αφού ολοκληρωθεί αυτό το βήμα, είναι δυνατή η επιβεβαίωση ότι το μήνυμα δεν σχηματίζεται στις άλλες ράβδους, αν τυλίξουμε εκεί την κορδέλα. Τέλος, σε περίπτωση που οι ράβδοι δεν έχουν το επιθυμητό χρώμα, μια καλή ιδέα θα ήταν το βάψιμό τους με σπρέι σε κάποιο άλλο χρώμα.

Σημείωση: Σαν εναλλακτική ιδέα αντί για τις ράβδους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες, που θα είναι γεμάτοι με χρώμα, άμμο ή χαλίκια, ώστε να παραμείνουν στον πάτο του δοχείου, και οι άκρες τους θα είναι σφραγισμένες με μονωτική ταινία. Οι εικόνες 1 και 2 παρουσιάζουν αυτή την εκδοχή πριν και μετά την αποκρυπτογράφηση του μηνύματος αντίστοιχα.



Εικόνα 1. Τα υλικά της κρυπτείας σκυτάλης (μόνο ο ένας σωλήνας δίνει ευανάγνωστο μήνυμα).



Εικόνα 2. Η συναρμολογημένη κρυπτεία σκυτάλη όπου φαίνεται μέρος του μηνύματος.

Το ξυπνητήρι του Αριστοτέλη

Τα υλικά για την κατασκευή αυτής της εφεύρεσης είναι αρκετά σε αριθμό και μπορεί να χρειαστούν κάποιες δοκιμές, μέχρι να είναι σίγουρη η βέλτιστη λειτουργία της. Οι διαστάσεις που αναφέρονται παρακάτω είναι ενδεικτικές.

Πίνακας 2

Υλικά Κατασκευής Ξυπνητηριού του Αριστοτέλη

1 δοχείο 8 λίτρων (8lt) με βρύση ή κάνουλα, κατά προτίμηση γυάλινο ή πλαστικό ώστε να είναι διαφανές και άρα να είναι ορατή η στάθμη του νερού

1 μπολ μεταλλικό 4 λίτρων (4lt) με χείλος

1 μπολ μεταλλικό 0,4 λίτρων (400ml) με χείλος

1 μπολ μεταλλικό 1,5 λίτρου (1,5lt)

1 φύλλο φελλού των 2 χιλιοστών (2mm) 22cmx30cm

4 με 5 βόλοι

1 μικρό κομμάτι σπάγκο ή πετονιά, χάρακα, διαβήτη, ψαλίδι και τρυπάνι

Κατασκευή

Αρχικά μετράμε την διάμετρο του μικρότερου μπολ με τον χάρακα, χωρίς να συμπεριλάβουμε το χείλος και βασιζόμενοι σε αυτή την διάμετρο σχεδιάζουμε 2 κύκλους με τον διαβήτη πάνω στο φύλλο φελλού. Έπειτα με το ψαλίδι κόβουμε αυτούς τους 2 κύκλους, ενώ το υπόλοιπο φύλλο φελλού που περισσεύει το κόβουμε σε μικρότερα «τυχαία» κομμάτια. Με το τρυπάνι και με ιδιαίτερη προσοχή κάνουμε δύο μικρές τρύπες, μία στο χείλος του μικρού μπολ και μία στο χείλος του μπολ των 4 λίτρων, με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να περάσει από μέσα ο σπάγκος. Γεμίζουμε



το μικρό μπολ με τα κομμάτια φελλού και από πάνω τοποθετούμε τους δύο κύκλους όσο το δυνατόν πιο οριζόντια και κοντά στο χείλος. Τα κομμάτια φελλού γεμίζουν το μπολ, ώστε να παρέχουν στήριξη στους δύο κύκλους, που θα αποτελέσουν την βάση για τους βόλους. Δένουμε τα δύο μπολ με το σπάγκο τόσο σφιχτά, ώστε ο σπάγκος να έχει την χρήση άρθρωσης ή αλλιώς μεντεσέ. Το μπολ του 1,5 λίτρου έχει το ρόλο του κυπέλλου, όπου θα πέσουν μέσα οι βόλοι.



Εικόνα 3. Η ολοκληρωμένη κατασκευή του ξυπνητηριού του Αριστοτέλη.

Όσον αφορά το στήσιμο της εφεύρεσης, τοποθετούμε το δοχείο με την κάνουλα λίγο ψηλότερα, ώστε το νερό να πέφτει μέσα στο μπολ των 4 λίτρων. Τοποθετούμε το μπολ του 1,5 λίτρου από την πλευρά που θα πέσουν οι βόλοι. Δοκιμάζουμε το ξυπνητήρι, ώστε ο χρόνος που χρειάζεται μέχρι να πέσουν οι βόλοι στο κύπελλο να είναι ο χρόνος που έχουν στην διάθεσή τους οι μαθητές για να βρουν το φάρμακο. Για επιπλέον βοήθεια παρατίθεται μία φωτογραφία της κατασκευής (Εικόνα 3).

Η φιλοσοφική λίθος του Ήρωνα

Αν και το πρότυπο της φιλοσοφικής λίθου αποτελείται από μεταλλικά δοχεία, παρακάτω δίνονται οδηγίες για μία εναλλακτική σύγχρονη εκδοχή.

Πίνακας 3 Υλικά Κατασκευής Φιλοσοφικής Λίθου

2 ίδια ποτήρια πλαστικά οποιουδήποτε σχήματος
1 πλαστικό χωνί
2 δοχεία αποθήκευσης από πλαστικό 5 λίτρων (5lt) με αεροστεγές καπάκι
1 εύκαμπτο σωλήνα 50 εκατοστών (50cm)
1 σκληρό σωλήνα με μήκος όσο το ύψος των δοχείων
1 σωλήνα ικανό για να πάρει την σιφονική μορφή
Τρυπάνι, σιλικόνη ή στόκο, χάρακα



Κατασκευή

Αρχικά μετράμε με τον χάρακα τη διάμετρο του σκληρού σωλήνα και με το τρυπάνι κάνουμε μία τρύπα ίδιας διαμέτρου στο καπάκι του ενός δοχείου αποθήκευσης στο κέντρο. Κολλάμε με σιλικόνη ή στόκο το σκληρό σωλήνα με το καπάκι, ώστε να βεβαιωθούμε ότι δε ξεφεύγει νερό από κάπου και ότι αυτός φτάνει μέχρι τον πυθμένα του δοχείου όταν το κλείσουμε. Τοποθετούμε το χωνί στην οροφή του δοχείου. Στη συνέχεια, μετράμε τη διάμετρο του εύκαμπτου σωλήνα και κάνουμε δύο τρύπες ίδιας διαμέτρου με το τρυπάνι στον πυθμένα και των δύο δοχείων αποθήκευσης. Περνάμε το σωλήνα μέσα από τις τρύπες ώστε να φτάσει λίγο κάτω από την οροφή και των δύο δοχείων. Τέλος παίρνουμε τον εύκαμπτο σωλήνα και του δίνουμε την μορφή σιφονιού και μετράμε τη διάμετρό του με το χάρακα, ώστε να κάνουμε μία αντίστοιχη τρύπα στο μέσο περίπου του δεύτερου δοχείου, απ' όπου θα εξέρχεται το φάρμακο. Επιμένουμε στη μορφή του εύκαμπτου σωλήνα, ώστε να είναι όσο το δυνατόν ίδιο με εκείνη του σκίτσου και να εξασφαλίσουμε την επιτυχημένη λειτουργία της εφεύρεσης.



Εικόνα 4. Η φιλοσοφική λίθος του Ήρωνα.

Πριν την χρήση της συσκευής, τοποθετούμε τη διάταξη πάνω σε μία παλέτα, ώστε ο σωλήνας που ενώνει τα δύο δοχεία να εισχωρήσει σε κάποιο κενό των ξύλων της παλέτας, γεμίζουμε το δοχείο με τον σωλήνα σιφονικής μορφής με κάποιο ρευστό με έντονο χρώμα, όπως η βυσσινάδα, που θα παίξει το ρόλο του φαρμάκου και τοποθετούμε το ένα ποτήρι κοντά στον σωλήνα που εξέρχει. Βεβαιωνόμαστε ότι τα δοχεία είναι αεροστεγώς κλεισμένα.

Το τελικό στάδιο κατασκευής της εφεύρεσης παρουσιάζεται στην Εικόνα 4, όπου διακρίνονται όλα τα υλικά και αντί για έγχρωμο υγρό έχει τοποθετηθεί νερό. Ο σωλήνας με το πορτοκαλί χρώμα είναι αυτός μέσα από τον οποίο μεταφέρεται ο αέρας και πρακτικά φέρνει τα δύο δοχεία σε επικοινωνία. Φαίνεται μόνο το μέρος αυτού που είναι μέσα στα δοχεία, ενώ το υπόλοιπο είναι στο κενό της ξύλινης βάσης. Στο αριστερό δοχείο υπάρχει μία μικρή ποσότητα νερού για να εξασφαλίσει την στεγανοποίησή του.



Ο κοχλίας του Αρχιμήδη

Δυστυχώς δε βρέθηκε κάποιος εύκολος τρόπος να κατασκευαστεί ο κοχλίας του Αρχιμήδη με απλά υλικά στο σπίτι, όπως οι προηγούμενες εφευρέσεις. Παρόλα αυτά, η λειτουργία του φαίνεται στο ακόλουθο βίντεο: <https://www.youtube.com/watch?v=X9x2SxDvy24> (Μουσείο Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας, 2020).

Ο ελλειψογράφος του Πρόκλου

Η κατασκευή αυτής της συσκευής βασίζεται στις διαστάσεις του χάρτη που θα επιλεγεί να χρησιμοποιηθεί στο δωμάτιο δραστηριοτήτων καθώς εφάπτεται πάνω σε αυτόν. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε μία περικοπή του χάρτη της Μεσογείου από τον Πίρι Ρέις (Reis, 1525) χωρίς όμως αυτό να αποτελεί δέσμευση. Η περικοπή φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Πάνω σε αυτό τον χάρτη σημειώθηκαν τα ονόματα των πόλεων που πρόκειται να ταξιδέψουν οι μαθητές μέσα από το δωμάτιο δραστηριοτήτων. Στην εικόνα 5 φαίνεται η έλλειψη που σχηματίζει ο ελλειψογράφος και περιλαμβάνει την πόλη των Αθηνών και των Συρακουσών.



Εικόνα 5. Ο χάρτης της Μεσογείου του Πίρι Ρέις προσαρμοσμένος για το δωμάτιο δραστηριοτήτων.

Ο χάρτης που θα επιλεγεί για το δωμάτιο δραστηριοτήτων οφείλει να περιλαμβάνει τις πόλεις που βρίσκονται στις 3 γωνίες του χώρου, δηλαδή την Αθήνα, την Αλεξάνδρεια και τις Συρακούσες, και να μην είναι υπερβολικά «φορτωμένος» με πληροφορίες ώστε να μην αποσπάσει την προσοχή. Για την εκτύπωση του χάρτη (συνίσταται το μέγεθος του χαρτιού A2, 42cm × 59,4cm). Για ένα χάρτη τέτοιου μεγέθους όπως προαναφέρθηκε, τα υλικά που θα χρειαστούμε για τον ελλειψογράφο φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.



Πίνακας 4
Υλικά Κατασκευής ελλειψογράφου

2 ίσιες βίδες M5 με ροδέλες και παξιμάδια
2 ορθογώνια κόντρα πλακέ 8cm×2cm περίπου
4 τετράγωνα κόντρα πλακέ 8cm×8cm
1 τετράγωνο κόντρα πλακέ 18cm×18cm
1 ξύλινη ράβδος μήκους 30cm περίπου
2 πιάστρες, τροχό κοπής
Ταινολειαντήρα, τρυπάνι, ξυλόκολλα, μολύβι, μετροταινία, γυαλόχαρτο, σπρέι

Κατασκευή

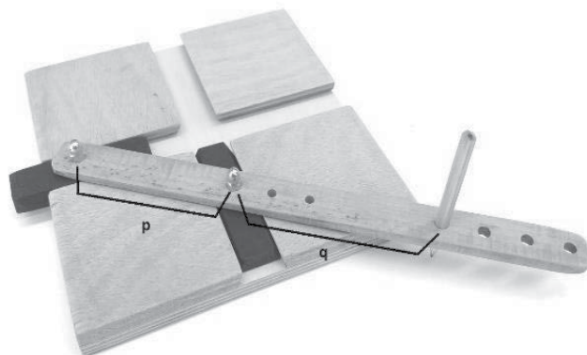
Η κατασκευή του ελλειψογράφου, όπως μπορεί να έχει φανεί μέχρι τώρα, είναι αρκετά απαιτητική και δεν ενδείκνυται για τους μαθητές. Καλό θα ήταν ο εκπαιδευτικός να αναλάβει εξ ολοκλήρου την κατασκευή της συσκευής αυτής και να την παρουσιάσει έτοιμη στην τάξη. Τα βήματα που θα ακολουθήσει είναι τα εξής:

Αρχικά κόβουμε τα κομμάτια του κόντρα πλακέ στις προαναφερόμενες διαστάσεις. Υπενθυμίζεται σε αυτό το σημείο ότι οι διαστάσεις είναι ενδεικτικές και αντιστοιχούν σε ελλειψογράφο που εφάπτεται τέλεια και σχηματίζει την κατάλληλη έλλειψη στον παραπάνω χάρτη. Αφού κοπούν τα κομμάτια, τα τοποθετούμε στην ταινία λείανσης ούτως ώστε να μην έχουν ακίδες, αλλά να είναι λεία. Αν χρειαστεί, χρησιμοποιούμε και γυαλόχαρτο. Στην συνέχεια, πρέπει να δώσουμε στα 4 τετράγωνα κομμάτια το σχήμα του *dovetail* (της ψαλιδωτής σύνδεσης) ούτως ώστε να είναι ξεκάθαρη και ανεμπόδιστη η πορεία των οδηγών στον ελλειψογράφο. Για να το κάνουμε αυτό, τοποθετούμε το ένα τετράγωνο 2mm εσωτερικά από το άλλο σχηματίζοντας έναν πλαγιαστό πύργο, τα συγκρατούμε με 2 πιάστρες και λειαίνουμε στην ταινία εκείνες τις δύο κάθετα εφαπτόμενες πλευρές που σχηματίζουν «σκαλοπάτια». Την ίδια διαδικασία κάνουμε και με τα 2 μικρά ορθογώνια κομμάτια αλλά αυτή την φορά μόνο στην μεγάλη τους πλευρά. Έπειτα με ένα σταθερό τρυπάνι, κάνουμε μία τρύπα ακριβώς στο κέντρο των 2 μικρών κομματιών (το κέντρο μπορούμε εύκολα να το υπολογίσουμε φέρνοντας τις 2 διαγώνιους του ορθογωνίου με ένα μολύβι), ενώ μπορούμε με σπρέι να τα βάψουμε με ένα έντονο χρώμα, ώστε να φαίνεται ο ρόλος των κομματιών αυτών ως οδηγοί στη συσκευή. Τρύπες κάνουμε και στη ξύλινη ράβδο, όπου αλλάζοντας την απόσταση μεταξύ της θέσης του μαρκαδόρου και του ενός οδηγού ρυθμίζονται κατάλληλα ο μικρός και ο μεγάλος άξονας της έλλειψης που σχηματίζει η συσκευή. Τέλος, κολλάμε τα 4 κομμάτια πάνω στην βάση με τις πλευρές τύπου *dovetail* να είναι στο εσωτερικό.

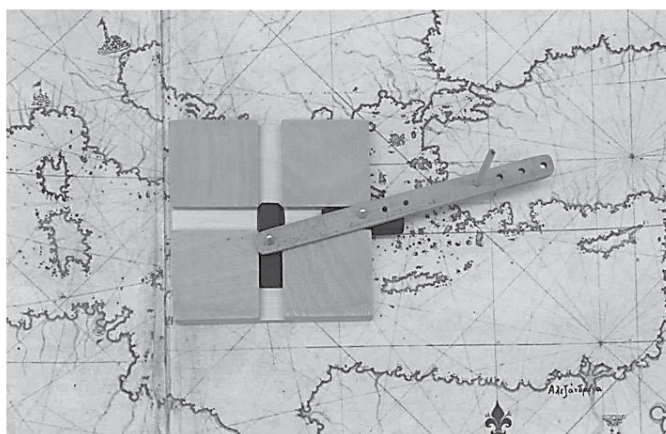
Πλέον όλα τα συστατικά του ελλειψογράφου είναι έτοιμα και περνάμε στο στάδιο της συναρμολόγησης. Στον ελλειψογράφο της Εικόνας 6 έχουν επιλεγεί οι εσοχές



στη ξύλινη ράβδο που σχηματίζουν έλλειψη με μεγάλο άξονα $a=19\text{cm}$ και μικρό άξονα $b=10,5\text{cm}$. Αυτό επιτεύχθηκε στην ράβδο μέσω των αποστάσεων p και q , όπως φαίνεται στην Εικόνα 6, όπου ισχύει ότι $p+q=a$ και $q=b$ και έτσι για τις προαναφερόμενες διαστάσεις έχουμε ότι $q=10,5\text{cm}$ και $p=8,5\text{cm}$. Τέλος, για το στήσιμο του δωματίου δραστηριοτήτων αντικαθιστούμε τη γραφίδα με ένα μαρκαδόρο και τοποθετούμε τον ελλειψογράφο πάνω στον χάρτη μεταξύ των πόλεων της Αθήνας και των Συρακουσών όπως φαίνεται στην Εικόνα 7.



Εικόνα 6. Ο ελλειψογράφος με υπόδειξη των αποστάσεων $p=8,5\text{cm}$ και $q=10,5\text{cm}$.



Εικόνα 7. Ο ελλειψογράφος πάνω στον χάρτη.



ANALYTIKH PAROUSIASH THS DIDAKTIKHΣ PROTASHS

Περιγραφή του δωματίου δραστηριοτήτων

Το δωμάτιο δραστηριοτήτων είναι έτσι σχεδιασμένο, ώστε η παρουσία ενός επιβλέποντα να είναι σχεδόν υποχρεωτική. Ο επιβλέπων είναι εκεί για να δώσει επιπλέον πληροφορίες για κάθε εφεύρεση, όπως τον λόγο δημιουργίας της ή τις χρήσεις της σήμερα. Ο επιβλέπων έχει το ρόλο ενός “game master”, όπου στον κόσμο των δωματίων απόδρασης είναι εκείνος που ξέρει τις λύσεις των γρίφων και βοηθάει τους συμμετέχοντες όποτε κρίνει ότι αυτό είναι απαραίτητο. Αναλυτικά στην παρακάτω υποενότητα δίνονται οι συμβουλές – πληροφορίες που μπορεί να δώσει ο επιβλέπων.

Τρεις από τις τέσσερις γωνίες μιας αίθουσας αναπαριστούν τις εξής πόλεις: 1) Αθήνα, 2) Συρακούσες και 3) Αλεξάνδρεια. Επιλέχτηκαν αυτές οι πόλεις, καθώς είναι τα μέρη όπου έζησαν οι δημιουργοί των παρακάτω εφευρέσεων. Η γωνία της Αθήνας περιλαμβάνει το ξυπνητήρι του Αριστοτέλη και το γραφείο του, όπου επάνω βρίσκονται ένας χάρτης με ενσωματωμένο σε κατάλληλο σημείο τον ελλειψογράφο, μία κούπα και μία κορδέλα (μέρος της κρυπτείας σκυτάλης). Η γωνία των Συρακουσών αποτελείται από ένα δοχείο με νερό, στον πυθμένα του οποίου βρίσκεται μία ράβδος. Στο άνω μέρος του δοχείου βρίσκεται ο κοχλίας του Αρχιμήδη. Στη γωνία της Αλεξάνδρειας έχει τοποθετηθεί η διάταξη της φιλοσοφικής λίθου του Ήρωνα. Οι συμμετέχοντες αφού εισέλθουν στον χώρο μπορούν στην τέταρτη «ανεκμετάλλευτη» γωνία να αφήσουν τα πράγματά τους, ώστε να έχουν ευχέρεια κίνησης. Έπειτα τους ανακοινώνεται το θέμα από τον επιβλέποντα:

«Ο Αριστοτέλης είναι πολύ βαριά άρρωστος και χρειάζεται επείγοντως ένα φάρμακο, ώστε να γίνει καλά. Άφησε στο γραφείο του τρία στοιχεία που υποδηλώνουν την τοποθεσία του φαρμάκου (έναν ιδιαίτερο χάρτη, μία κούπα και μία κορδέλα). Ο χρόνος που του απομένει φαίνεται στο ρολόι – ξυπνητήρι που έχει στο δωμάτιό του. Τόσο χρόνο έχετε και εσείς για να βρείτε το γιατρικό.»

Έτσι οι συμμετέχοντες οδηγούνται στη γωνία της Αθήνας. Εκεί ο επιβλέπων εξηγεί με συντομία πώς λειτουργεί το ξυπνητήρι και ότι όταν ακουστεί ο ήχος του τότε θα πρέπει να έχει βρεθεί το φάρμακο για να σώσουν τον Αριστοτέλη (τρόπος και σκοπός χρήσης του ξυπνητηριού του Αριστοτέλη). Στο γραφείο, οι συμμετέχοντες, υπό την καθοδήγηση του επιβλέποντα, σχεδιάζουν μία έλλειψη στον χάρτη με τον ήδη προσαρμοσμένο ελλειψογράφο, που βρίσκεται τοποθετημένος πάνω σε αυτόν. Η έλλειψη περιλαμβάνει 2 πόλεις, την Αθήνα στην οποία βρίσκεται ο Αριστοτέλης και τις Συρακούσες. Έτσι η ομάδα διάσωσης συνειδητοποιεί ότι πρέπει να κινηθεί προς τη γωνία των Συρακουσών παίρνοντας την κορδέλα και την κούπα μαζί, ως στοιχεία που θα τη βοηθήσουν αργότερα.

Αφού έρθουν σε μία πρώτη επαφή με τη διάταξη, είτε από μόνοι τους είτε με τη συμβουλή του επιβλέποντα, οι διασώστες περιστρέφουν τον κοχλία, ώστε να αφαιρέσουν το νερό και να πάρουν τη ράβδο. Σε αυτό το σημείο, ο επιβλέπων έχει την δυνατότητα να τονίσει την ευκολία χρήσης αυτής της εφεύρεσης, καθώς και τους τρό-



πους που χρησιμοποιείται στις μέρες μας (σημασία του κοχλία του Αρχιμήδη). Αφού οι μαθητές πάρουν την ράβδο στα χέρια τους, έχουν πλέον και τα δύο συστατικά της κρυπτείας σκυτάλης και τυλίγοντας την κορδέλα αποκωδικοποιούν το ακόλουθο μήνυμα: «ΓΕΜΙΣΕ ΤΗΝ ΚΟΥΠΙΑ ΜΕ ΝΕΡΟ ΠΗΓΑΙΝΕ ΣΤΗΝ ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ». Με αυτό τον τρόπο αντιλαμβάνονται την απλότητα αυτής της εφεύρεσης, αλλά και τη χρήση της για τη μετάδοση κρυπτογραφημένων μηνυμάτων (τρόπος και σκοπός χρήσης της κρυπτείας σκυτάλης).

Χάρη στο μήνυμα της ράβδου και έχοντας μαζί τους τη γεμισμένη πλέον κούπα, η ομάδα διάσωσης καταφτάνει στην Αλεξάνδρεια με τον χρόνο να την πιέζει. Εκεί καλείται να αδειάσει την κούπα στην ειδική υποδοχή της φιλοσοφικής λίθου, ούτως ώστε να γεμίσει μία άλλη πανομοιότυπη κούπα με φάρμακο. Έτσι μπορούν να δουν την εφεύρεση αυτή να μετατρέπεται ένα απλό υγρό σε γιατρικό (σκοπός χρήσης της φιλοσοφικής λίθου του Ήρωνα).

Προτείνονται κάποιες παραλλαγές του δωματίου ανάλογα με την ηλικία των συμμετεχόντων, ώστε να κρατηθεί αμείωτο το ενδιαφέρον τους σε κάθε περίπτωση. Για μεγαλύτερη δυσκολία/πρόκληση σε μαθητές Γυμνασίου, θα μπορούσε να υπάρχουν ράβδοι διαφορετικής διαμέτρου μέσα στο δοχείο με το νερό, όπου όμως μόνο μία θα δίνει ευανάγνωστο μήνυμα, πράγμα το οποίο θα εντοπίσουν μέσα από δοκιμές. Όσον αφορά τον ελλειψογράφο, στην περίπτωση μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, θα μπορούσε να μην συμπεριλαμβάνεται και να είναι απλά σημειωμένη πάνω στον χάρτη η πόλη των Συρακουσών. Για τους μαθητές του Δημοτικού, το δωμάτιο δραστηριοτήτων αποτελεί μία εμπλοκή – εισαγωγή στις φυσικές επιστήμες και στις πρακτικές εφαρμογές τους δεδομένο ότι ίσως για πρώτη φορά έρχονται σε επαφή με τέτοιου είδους συσκευές, ενώ για τους μαθητές του Γυμνασίου αναμένεται να έχουν κάποιες γνώσεις, τόσο για το ιστορικό υπόβαθρο όσο και για τις έννοιες των φυσικών επιστημών και μαθηματικών που απαιτούνται. Επομένως το δωμάτιο δραστηριοτήτων εκτιμάται ότι θα εμπλουτίσει αυτές τις γνώσεις, θα διορθώσει τυχόν αστοχίες ή ασάφειες και προπάντων θα κεντρίσει το ενδιαφέρον τους για τις φυσικές επιστήμες.

Συμβουλές για την εφαρμογή

Σε αυτή την υποενοότητα παραθέτονται κάποια ενδεικτικά σχόλια που μπορεί να κάνει ο επιβλέπων κατά την διάρκεια της διάσωσης του Αριστοτέλη. Τα σχόλια αυτά προσαρμόστηκαν για συμμετέχοντες που ανήκουν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Σε περίπτωση μεγαλύτερων μαθητών ίσως να μην χρειάζεται η τόσο έντονη παρεμβολή του επιβλέποντα για την λύση του μυστηρίου. Τα σχόλια χωρίστηκαν με βάση τις 5 εφευρέσεις του δωματίου δραστηριοτήτων για πρακτικούς λόγους και φαίνονται παρακάτω:

- Το ξυπνητήρι του Αριστοτέλη

«Αν και κανονικά ο Αριστοτέλης χρησιμοποιεί αυτό το ξυπνητήρι για να ξυπνά νωρίτερα και να μελετά περισσότερο, αυτή την φορά το ρύθμισε για τον χρόνο που έχετε στη διάθεσή σας, ώστε να τον σώσετε. Η συσκευή είναι πολύ απλή. Από το δο-



χείο Α πέφτει νερό στο δοχείο Β μέσα από αυτή την βρύση. Όταν η στάθμη του νερού στο δοχείο Β φτάσει αρκετά ψηλά, θα καταφέρει να γύρει το δίσκο με τους βόλους. Τότε οι βόλοι θα πέσουν στο κύπελλο και ο ήχος που θα ακουστεί θα σημάνει τη λήξη του χρόνου σας. Με το που ανοίξω τη βρύση, ο χρόνος σας ξεκινά. Είστε έτοιμοι;»

- Ο ελλειψογράφος του Πρόκλου

«Ο χάρτης που σας άφησε ο Αριστοτέλης έχει κάτι ιδιαίτερο πάνω του, δε νομίζετε; Τι το ιδιαίτερο έχει; Αυτό το περίεργο όργανο ονομάζεται ελλειψογράφος και όπως δηλώνει και το όνομα του σχεδιάζει ελλείψεις. Παρόλα αυτά κάποιιοι από εσάς μπορεί να έχετε ξαναδεί αυτή την κατασκευή χωρίς τον μαρκαδόρο σε κάποιο κατάστημα παιχνιδιών με το όνομα «η συσκευή που δεν κάνει τίποτα!» Όπως αυτή η συσκευή δεν έχει καμία χρήση ή μπορούμε χωρίς να μετακινήσουμε τον ελλειψογράφο πάνω στον χάρτη να σχεδιάσουμε μία έλλειψη; Τι παρατηρείτε;»

«... Πάρτε μαζί σας και τα υπόλοιπα στοιχεία. Θα σας χρειαστούν αργότερα!...»

- Ο κοχλίας του Αρχιμήδη

«Η έλλειψη στον χάρτη του Αριστοτέλη μάς οδήγησε στις Συρακούσες. Εδώ μένει ένας φίλος του Αριστοτέλη, ο Αρχιμήδης, ο οποίος μας άφησε αυτή εδώ την συσκευή. Πώς θα μπορούσαμε να αφαιρέσουμε το νερό από το δοχείο χωρίς να το ακουμπήσουμε και χωρίς να κουραστούμε ιδιαίτερα; Αυτό ακριβώς καταφέρνει ο κοχλίας του Αρχιμήδη, περιστρέφοντας αυτή την λαβή αφαιρούμε το νερό από το δοχείο με μεγάλη ευκολία μάλιστα. Ο Αρχιμήδης οδηγήθηκε σε αυτή την εφεύρεση όταν κατασκεύαζε ένα τεράστιο πλοίο, που είχε μέσα κήτους, γυμναστήρια και έναν ναό. Θέλοντας λοιπόν να αφαιρεί το νερό, που θα έμπαινε στο πλοίο και θα το έκανε να βουλιάζει, επινόησε τον κοχλία. Την ίδια συσκευή χρησιμοποιούμε και σήμερα για να θερίσουμε το στάχι στην γεωργία, για να μεταφέρουμε κόκκους διαφόρων υλικών σε εργοστάσια και να συμπυκνώσουμε απόβλητα».

- Η κρυπτεία σκυτάλη

«Στον πάτο του δοχείου που αδειάσαμε με την εφεύρεση του Αρχιμήδη βρήκαμε μία ράβδο. Μπορείτε να σκεφτείτε πώς αυτή η ράβδος θα μπορούσε σε συνδυασμό με ένα από τα στοιχεία που πήραμε από το γραφείο του Αριστοτέλη να μας βοηθήσουν να βρούμε που είναι το φάρμακο; Η κορδέλα και η ράβδος αποτελούν την κρυπτεία σκυτάλη και όπως ο Αριστοτέλης τώρα, έτσι και οι αρχαίοι Σπαρτιάτες την χρησιμοποιούσαν για να μεταφέρουν κρυπτογραφημένα μηνύματα μεταξύ του βασιλιά και του στρατού του. Τι μήνυμα θέλει να μας δώσει, λοιπόν, ο Αριστοτέλης μέσα από αυτή την κορδέλα με τα σκόρπια γράμματα;»

- Η φιλοσοφική λίθος του Ήρωνα

«Χάρη στο μήνυμα που σχηματίστηκε μέσα από την κρυπτεία σκυτάλη ήρθαμε στην Αλεξάνδρεια. Εδώ ζει ένας από τους πιο γνωστούς εφευρέτες, ο Ήρωνας. Το φάρμακο που χρειαζόμαστε για να σώσουμε τον Αριστοτέλη βρίσκεται μέσα σε αυτή την μηχανή που έφτιαξε ο Ήρωνας και ονομάζεται φιλοσοφική λίθος. Τι θα λέγατε να βάλουμε το νερό της κούπας στο δοχείο με την υποδοχή, για να δούμε τι θα συμβεί; Τι παρατηρείτε; Όπως η συσκευή αυτή μάς έδωσε ακριβώς την ίδια ποσότητα φαρμάκου με αυτή του νερού που της βάλουμε. Το έκανε αυτό μάλιστα σε ελάχιστο χρόνο και χωρίς να αναμίξει το νερό με το φάρμακο».



➤ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το δωμάτιο δραστηριοτήτων είναι έτσι διαμορφωμένο, ούτως ώστε το μόνο που χρειάζεται είναι μία αίθουσα με κάποια έδρανα. Αυτή η ελευθερία στη μετεγκατάστασή του από τον ένα χώρο στον άλλο δίνει με τη σειρά της την ελευθερία επιλογής στον τόπο παρουσίας του. Αυτός μπορεί να είναι ένα Δημοτικό ή Γυμνάσιο σχολείο, στην αίθουσα εκδηλώσεων, όπου τα παιδιά θα μπορούν σε μικρές ομάδες των 3 – 4 ατόμων να επιχειρήσουν να σώσουν τον Αριστοτέλη. Θα μπορούσε όμως να είναι και το φεστιβάλ επιστήμης, το οποίο κερδίζει όλο και μεγαλύτερη αναγνώριση χρόνο με τον χρόνο, όπου σε αυτή την περίπτωση όχι μόνο μαθητές αλλά και γονείς, ηλικιωμένοι, φοιτητές είναι προσκεκλημένοι να δοκιμάσουν να βγάλουν εις πέρας την επιχείρηση διάσωσης του Αριστοτέλη και να θυμηθούν ή να γνωρίσουν για πρώτη φορά ένα μέρος της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας και ιστορίας μαζί με τους αντίστοιχους φυσικούς νόμους. Εξάλλου οι άτυπες μορφές μάθησης δεν έχουν ηλικιακό όριο στο κοινό, στο οποίο απευθύνονται. Τέλος το δωμάτιο δραστηριοτήτων μπορεί να διεκδικήσει και μία θέση σε ένα κέντρο επιστημών ή ακόμα και σε ένα μουσείο, κυρίως ως μία άτυπη μορφή μάθησης η οποία συμβάλλει στην αξιολόγησή τους, αφού μαθητές που θα έχουν κατανοήσει τις συσκευές και τη λειτουργία τους θα βρουν το φάρμακο του Αριστοτέλη πολύ πιο γρήγορα από άλλους.

➤ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το δωμάτιο δραστηριοτήτων είναι αδιαμφισβήτητα ομαδικό, καθώς μόνος του ένας μαθητής δεν θα μπορούσε να οδηγηθεί στη λύση του μυστηρίου. Ο ομαδικός χαρακτήρας του βελτιώνει τις σχέσεις μεταξύ των μαθητών και τονίζει την σημασία του διαλόγου, καθώς δεν είναι λίγες οι φορές που οι μαθητές θα χρειαστεί να συζητήσουν για το πως θα κινηθούν μέσα στο δωμάτιο (επίτευξη 5^{ου} στόχου).

Πέρα από αυτό όμως, η αλληλουχία μεταξύ των συσκευών ωθεί τους συμμετέχοντες να αποκτήσουν έναν συνεκτικό συλλογισμό, όπου βασισμένοι στα στοιχεία που έχουν κάθε φορά στα χέρια τους και στη λογική να μπορούν να φανταστούν τη λύση του γρίφου. Αυτή η συλλογιστική, η οποία είναι παρόμοια με αυτή που ακολουθούν οι επιστήμονες, είναι πολύ σημαντική για την μετέπειτα ζωή τους είτε ασχοληθούν με τις φυσικές επιστήμες είτε όχι (επίτευξη 3^{ου} στόχου).

Το κόστος δημιουργίας του δωματίου δραστηριοτήτων είναι αρκετά χαμηλό, δεδομένο μάλιστα ότι μερικά από τα υλικά για την κατασκευή των εφευρέσεων είναι τόσο απλά, που μπορεί να υπάρχουν ήδη είτε στην σχολική τάξη είτε στο σπίτι των μαθητών και του εκπαιδευτικού. Επομένως, δεν υφίσταται κάποιο οικονομικό εμπόδιο, που να δυσχεραίνει την υλοποίηση του δωματίου. Μάλιστα, μία εναλλακτική εκδοχή αυτού είναι να επιχειρήσουν οι ίδιοι οι μαθητές να κατασκευάσουν τις εφευρέσεις του δωματίου, ώστε να απασχοληθούν δημιουργικά, να συνεργαστούν μεταξύ τους, να αναλάβουν ευθύνες, να θέσουν στόχους και να ανακαλύψουν λεπτομερώς τη λειτουργία των συσκευών πάντα με την καθοριστική συμβολή του εκπαιδευτικού,



που θα είναι εκεί στα στάδια κατασκευής που ίσως είναι λίγο πιο απαιτητικά για αυτούς. Έχοντας ήδη την χαρά της δημιουργίας, μπορούν να στήσουν το δωμάτιο και να βάλουν τους μαθητές κάποιας άλλης τάξης να βρουν το φάρμακο του Αριστοτέλη και έπειτα να συζητήσουν όλοι μαζί ποιες από τις εφευρέσεις συναντούσαν πρώτη φορά, ποια σημεία του δωματίου τους δυσκόλεψαν και τι αποκόμισαν από αυτήν τους την εμπειρία είτε ήταν στην ομάδα των μαθητών που κατασκεύασαν το δωμάτιο είτε σε εκείνη που έλυσαν το μυστήριο (επίτευξη 1^{ου} & 2^{ου} στόχου).

Τέλος, ο κύριος στόχος και το μεγαλύτερο επίτευγμα της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής πρότασης είναι ότι οι συμμετέχοντες γνωρίζουν κάποια από τα σημαντικότερα πρόσωπα της αρχαίας Ελλάδας, έρχονται σε στενή επαφή μαζί τους μαθαίνοντας μέσα από τις εφευρέσεις τους τον τρόπο με τον οποίο σκέφτονταν, ενώ παράλληλα κατανοούν απλά φυσικά φαινόμενα, δείχνοντάς τους με αυτό τον τρόπο ότι οι φυσικές επιστήμες εξυπηρετούν τις καθημερινές ανάγκες των ανθρώπων και δεν αποτελούνται μόνο από αφηρημένες έννοιες για τους λίγους (επίτευξη 4^{ου} στόχου). Ο εκπαιδευτικός, με την σειρά του, μπαίνει σε μία διαδικασία ανακάλυψης είτε φτιάξει μόνος του το δωμάτιο για τους μαθητές του είτε μαζί με αυτούς. Η πρόταση αυτή φιλοδοξεί να δώσει έναυσμα στον εκπαιδευτικό να συντονίσει κάποια επίσκεψη στο μουσείο Κοτσανά αλλά και άλλα κέντρα και μουσεία επιστημών καθώς και να επεκτείνει το συγκεκριμένο δωμάτιο δραστηριοτήτων σε περαιτέρω επεισόδια από την ιστορία των επιστημών.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Bell P, L. B. (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places and Pursuits*. National Research Council. doi:10.17226/12190
- Dierking L, F. J. (2003). Policy Statement of the “informal science education” and hoc committee. *Journal of Research in Science Teaching*, σ. 109. doi:10.1002/tea.10066
- Krishnamurthi A, R. L. (2012, January 1). *Informal Science Learning and Education: Definition and Goals*. Ανάκτηση από <https://www.informalscience.org/informal-science-learning-and-education-definition-and-goals>
- Reis, P. (1525). *Kitab-ı Bahriye (Book of Navigation)*. (Library of Istanbul University). (F. Belisarius, Επιμ.) Ανάκτηση από https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Piri_Reis_map_of_Europe_and_the_Mediterranean_Sea.jpg
- Richard Duschl, S. S. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington: National Academies Press. doi:10.17226/11625
- Sacco Kalie, F. J. (2014, November 4). *Informal Science Education: Lifelong, Life-Wide, Life-Deep*. doi:10.1371/journal.pbio.1001986
- Μουσείο Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας, “ Κ. (Σκηνοθέτης). (2020). *Ο υδραυλικός ατέρμων κοχλίας του Αρχιμήδη* | *The hydraulic endless screw of Archimedes* [Ταινία]. Ανάκτηση από <https://www.youtube.com/watch?v=X9x2SxDvy24>
- Φιλιππουπολίτη Αναστασία, Κ. Δ. (2014, Φεβρουάριος 01). Informal and Non-formal Education: An Outline of History of Science in Museums. *Science & Education*, σσ. 781-791. doi:10.1007/s11191-014-9681-2