

Αξιοποίηση ιστορικών επιστημονικών οργάνων στη μη τυπική εκπαίδευση: Πρόταση επιμόρφωσης εκπαιδευτικών

Μαρία Παναγοπούλου

MSc Διδακτική Φυσικών Επιστημών, Εκπαιδευτικός ΠΕ04.01
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών
mariapan1997@gmail.com

Κωνσταντίνα Στεφανίδου

Δρ. Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών
sconstant@primedu.uoa.gr

➤ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το πείραμα συμβάλλει με πολλούς τρόπους τόσο στη παραγωγή νέας επιστημονικής γνώσης όσο και στην εκπαίδευση. Τα σύγχρονα επιστημονικά όργανα συχνά αποτελούν «μαύρα κουτιά». Έχουν χάσει την διαφάνεια, αισθητική και εύληπτη αρχή λειτουργίας των προκατόχων τους. Ταυτόχρονα, ενώ η εισαγωγή της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης στην εκπαίδευση υποστηρίζεται από την επιστημονική κοινότητα, φαίνεται πως υπάρχουν εμπόδια στην αξιοποίησή της από τους εκπαιδευτικούς. Σε αυτό το πλαίσιο υποστηρίζεται η αξιοποίηση των ιστορικών επιστημονικών οργάνων στην εκπαίδευση μέσω ιστορικά πλαισιωμένων δραστηριοτήτων. Οι εκπαιδευτικοί, ως δημιουργοί εκπαιδευτικού υλικού αλλά και ως συνδεδεμένοι κρίκοι των μαθητών/τριών με την μη τυπική εκπαίδευση, έχουν κρίσιμο ρόλο στην εισαγωγή οποιασδήποτε προσέγγισης στην εκπαίδευση. Ως εκ τούτου, προκειμένου να γνωρίζουν τα οφέλη της πλαισιωμένης εκπαιδευτικής χρήσης των ιστορικών επιστημονικών οργάνων αλλά και κάποιους τρόπους αξιοποίησης των συχνά δυσεύρετων ή μη προσβάσιμων ιστορικών οργάνων κρίνεται απαραίτητη η επιμόρφωση τους σε αυτή τη θεματική. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μία επιμόρφωση εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που υλοποιήθηκε και αφορά αυτή τη προσέγγιση ενώ διερευνάται και ο βαθμός στον οποίο οι συμμετέχοντες κατάφεραν να δημιουργήσουν μία ιστορικά πλαισιωμένη εκπαιδευτική δραστηριότητα που να αξιοποιεί ένα τουλάχιστον ιστορικό επιστημονικό όργανο στο πλαίσιο ενός σχολικού ομίλου.

Λέξεις-κλειδιά: ιστορικά επιστημονικά όργανα, Ιστορία της Επιστήμης, επιμόρφωση εκπαιδευτικών, μη τυπική εκπαίδευση



➤ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημασία των πειραμάτων τόσο για την επιστημονική έρευνα όσο και για την εκπαίδευση των Θετικών Επιστημών είναι ευρέως αποδεκτή. Συχνά όμως παραβλέπεται η σημασία των οργάνων που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση αυτών των πειραμάτων. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και τη μαζική παραγωγή τα επιστημονικά όργανα έγιναν αδιαφανή, ακατανόητα και χαμηλής αισθητικής (Gelri, 2009; Maas, 2013; Resnick, Berg & Eisenberg, 2000). Μετατράπηκαν σε «μαύρα κουτιά» που δίνουν τη δυνατότητα ακόμα και σε άπειρους ερευνητές να εκτελέσουν μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας χωρίς όμως να ξέρουν ή να μπορούν να καταλάβουν, ακόμα και ανοίγοντάς τα, τον τρόπο λειτουργίας τους (Baird, 2004; Gelri, 2009; Resnick et al., 2000). Ομοίως εκπαιδευτικοί και μαθητές τα αποδέχονται ως αξιόπιστα και τα χρησιμοποιούν μόνο για τη λήψη δεδομένων με στόχο τη μελέτη ενός ανεξάρτητου φυσικού νόμου (Milne, 2019). Η μετατροπή αυτή δυσκολεύει ταυτόχρονα την εισαγωγή σύγχρονων επιστημονικών οργάνων ιστορικής σημασίας σε μουσεία Ιστορίας της Επιστήμης καθώς η επίδειξή τους δεν είναι επαρκής για να αναδείξει την σημασία τους (Maas, 2013). Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, ο Ad Maas (2013) προτείνει την ανάδειξη της ιστορικής σημασίας του οργάνου για την εξέλιξη της Επιστήμης και του πλαισίου στο οποίο δημιουργήθηκε και χρησιμοποιήθηκε. Μάλιστα τονίζει πως αυτή η προσέγγιση της ιστορικής πλαίσισισης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα εκθέματα, πέρα από τη σύγχρονη επιστημονική κληρονομιά και τα «μαύρα κουτιά», για να προσεγγίσει το ενδιαφέρον των επισκεπτών.

Καταγεγραμμένες προσπάθειες εκπαιδευτικής αξιοποίησης ιστορικών επιστημονικών οργάνων δείχνουν θετικά αποτελέσματα μεταξύ άλλων ως προς το κίνητρο, τη κριτική σκέψη ακόμα και τη δημιουργικότητα των μαθητών (Alisir & Irez, 2020; Cavicchi, 2008; Lazos, Stefanidou & Skordoulis, 2021; Resnick et al., 2000). Η αξιοποίηση των ιστορικών επιστημονικών οργάνων στην εκπαίδευση παρουσιάζει όμως και κάποιες τεχνικές δυσκολίες. Είναι δύσκολα προσβάσιμα και συχνά δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για λόγους ασφαλείας ή για τη καλύτερη διατήρηση του οργάνου. Για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί έχουν χρησιμοποιηθεί κινητά τηλέφωνα (Gallitto, Battaglia, Cavallaro, Lazzara, Lisuzzo, & Fazio, 2022), έχουν κατασκευαστεί όργανα με καθημερινά υλικά (Gallitto, Zingales, Battaglia, & Fazio, 2021), έχει γίνει ανακατασκευή ιστορικών επιστημονικών οργάνων από εκπαιδευτικούς (Riess, Heering & Nawrath, 2006) ενώ ακόμα και μαθητές έχουν δημιουργήσει τα δικά τους όργανα (Heering, 2015; Psoma & Skordoulis, 2022).

Τέτοιες προσπάθειες πραγματοποιούνται και στον χώρο της μη τυπικής εκπαίδευσης (Στεφανίδου κ.α., 2021; Bennet, 1995; Heering & Muller, 2002; Pantano & Talas, 2010; Paparou, 2011). Περιπτώσεις αξιοποίησης ανακατασκευών αποτελούν τα μουσεία του Oldenburg (Heering & Muller, 2002) και του Whipple (Bennet, 1995), όπου οι επισκέπτες τις χρησιμοποιούν για να διεξάγουν πειράματα. Στο μουσείο Επιστημών Baaken διεξάγεται ποικιλία δραστηριοτήτων που βασίζονται σε ιστορικά επιστημονικά όργανα, ανακατασκευές και ομοιώματά τους (Rhees, 2015). Η αξιοποίηση ιστορικών οργάνων στο πλαίσιο της μη τυπικής εκπαίδευσης εφαρμόζεται



και σε χώρους της Ελλάδας. Το Μουσείο Επιστημών Χίου διεξάγει ποικιλία δραστηριοτήτων στις οποίες χρησιμοποιείται η συλλογή ιστορικών επιστημονικών οργάνων του σχολείου της Χίου (Papaou, 2011). Στα μουσεία επιστημών Noesis και Κοτσανά αξιοποιούνται ανακατασκευές και ομοιώματα ιστορικών επιστημονικών οργάνων και τεχνολογικών επιτευγμάτων ενώ σε διάφορα μουσεία, όπως στο Μουσείο Ιστορίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, το κοινό μπορεί να προσεγγίσει με πιο παραδοσιακό τρόπο συλλογές ιστορικών επιστημονικών οργάνων.

➤ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΛΑΙΣΙΩΣΗ

Η εισαγωγή της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης στην εκπαίδευση των Θετικών Επιστημών έχει υποστηριχθεί από μια σειρά επιχειρημάτων, όπως η βαθύτερη κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης (Matthews, 2015; Stefanidou & Skordoulis, 2014; Stefanidou & Skordoulis, 2017) που αποτελεί συνιστώσα του επιστημονικού γραμματισμού. Σημαντικός παράγοντας για τη βελτίωση των απόψεων των επιμορφούμενων για τη Φύση της Επιστήμης φαίνεται να είναι η ιστορική πλαίσισωση της διδακτικής παρέμβασης (Cobo, Abril, & Romero-Aliza, 2022; Irwin, 2000; Rudge, Cassidi, Fullford, & Howe, 2013; Williams & Rudge, 2019). Αυτό συχνά επιδιώκεται μέσω επεισοδίων από την Ιστορία της Επιστήμης όπως διαμαχών μεταξύ επιστημόνων ή μέσω ιστορικών πειραμάτων. Η ανακατασκευή ιστορικών επιστημονικών οργάνων μπορεί επίσης να οδηγήσει σε μία βελτίωση των απόψεων των μαθητών για τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η Επιστήμη (Alisir & Irez, 2020).

Έχουν καταγραφεί αρκετές προσπάθειες πλαίσισωσης ιστορικών επιστημονικών οργάνων στη μη τυπική εκπαίδευση. Ήδη από το 1995 ο Bennet περιέγραψε μία προσπάθεια πλαίσισωσης ανακατασκευών σε δύο ειδικά σχεδιασμένες αίθουσες. Η μία αντιστοιχούσε στον τρόπο που η επιστήμη παρουσιάζεται στο κοινό (εντυπωσιακή, χωρίς προβλήματα και δυσκολίες κτλ.) και η άλλη στο γεμάτο δυσκολίες, αβεβαιότητα και προβληματισμό εργαστήριο των επιστημόνων. Ένα άλλο παράδειγμα ιστορικής πλαίσισωσης σε μουσείο αποτελούν οι θεατρικές δράσεις του μουσείου Επιστημών Baaken (Rhees, 2015). Ο Peter Heering (2017) χρησιμοποίησε ανακατασκευές διατάξεων ιστορικών πειραμάτων ηλεκτρισμού επιτρέποντας στους επισκέπτες να διεξάγουν τα πειράματα (υπό καθοδήγηση). Το ιστορικό πλαίσιο και αρκετές πτυχές της Φύσης της Επιστήμης μπόρεσαν να εισαχθούν, μέσω συζήτησης, με αφορμή την εμπειρία που είχαν οι επισκέπτες.

➤ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

Ενώ η επιστημονική κοινότητα τονίζει τα οφέλη της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης (ΙΦΕ) φαίνεται πως υπάρχουν δυσκολίες για την εισαγωγή της στην εκπαίδευση. Ο ρόλος των εκπαιδευτικών σε αυτό αλλά και στην εισαγωγή οποιασδήποτε προσέγγισης και καινοτομίας στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι κρίσιμος. Απο-



τελούν τους βασικούς σχεδιαστές εκπαιδευτικού υλικού, αφού έχουν λάβει επίσημη εκπαίδευση για αυτό, ενώ η επιλογή δραστηριοτήτων της μη τυπικής εκπαίδευσης, στις οποίες θα συμμετάσχουν οι μαθητές/τριες, επηρεάζεται από τις απόψεις τους για τη σημασία και την εκπαιδευτική αξία της εκάστοτε δράσης. Τα εμπόδια που φαίνεται να αντιμετωπίζουν σε ό,τι αφορά την ΙΦΕ επικεντρώνονται μεταξύ άλλων στην εύρεση και προσαρμογή κατάλληλου υλικού, στις ελλείψεις γνώσεις τους για τις μεθόδους αξιοποίησης της ΙΦΕ στην εκπαίδευση, στην διαχείριση των ιδεών των μαθητών για την Ιστορία της Επιστήμης και στην παρουσίασή της με έναν ευχάριστο τρόπο, στην διεξαγωγή διερευνήσεων με τους μαθητές για αποτελέσματα που τους είναι ήδη γνωστά, στη χρήση ιστορικών πειραμάτων για τη διδασκαλία σύγχρονων εννοιών, στο σχεδιασμό κατάλληλων τρόπων αξιολόγησης της διαδικασίας και στην αιτιολόγηση αυτής της προσέγγισης σε συναδέλφους τους (Henke & Hottecke, 2014).

Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών για τα παραπάνω θέματα θα μπορούσε να ενισχύσει σημαντικά την εισαγωγή της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης στην εκπαίδευση. Ταυτόχρονα η επιμόρφωση εκπαιδευτικών στην εκπαιδευτική αξιοποίηση ιστορικών επιστημονικών οργάνων ή στην κατασκευή τους με απλά υλικά φαίνεται ιδιαίτερα υποσχόμενη αφού, με βάση τους επιμορφούμενους σε προηγούμενες μελέτες, τους δείχνει νέους τρόπους για να διδάξουν φυσικά φαινόμενα κινητοποιώντας ταυτόχρονα το ενδιαφέρον των μαθητών (Riess, 2000). Αναδεικνύει επίσης τη σημασία του ιστορικού πλαισίου για την διδασκαλία πτυχών της Φύσης της Επιστήμης (Heering, 2009).

Με βάση τα παραπάνω κρίνεται απαραίτητη η επιμόρφωση εκπαιδευτικών, στην ιστορικά πλαισιωμένη εκπαιδευτική αξιοποίηση των ιστορικών επιστημονικών οργάνων, ώστε να γνωρίζουν τα οφέλη αυτής της προσέγγισης αλλά και κάποιους τρόπους αξιοποίησης αυτών των οργάνων που πολλές φορές δεν είναι άμεσα προσβάσιμα. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα πρόγραμμα επιμόρφωσης εκπαιδευτικών που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με βάση αυτούς τους στόχους. Αποτέλεσε συγχρόνως μία ευκαιρία διερεύνησης του βαθμού στον οποίο οι εκπαιδευτικοί μπορούν να σχεδιάσουν μία δραστηριότητα που να βασίζεται σε ένα ή περισσότερα ιστορικά επιστημονικά όργανα για τη μελέτη μίας έννοιας ή ενός φαινομένου και της ικανότητάς τους να την πλαισιώσουν ιστορικά ώστε να αναδειχθούν πτυχές της Φύσης της Επιστήμης. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας διερεύνησης είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την βελτίωση των επιμορφώσεων με βάση τις ανάγκες των εκπαιδευτικών.

➤ ΜΕΘΟΔΟΣ

Η επιμόρφωση που σχεδιάστηκε αφορούσε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και διήρκεσε συνολικά επτά ώρες. Στο τέλος οι συμμετέχοντες είχαν στη διάθεσή τους δύο ώρες για να σχεδιάσουν, σε πρωτόλεια μορφή, μία εκπαιδευτική δραστηριότητα που να αξιοποιεί ένα τουλάχιστον ιστορικό επιστημονικό όργανο στο πλαίσιο ενός υποθετικού ομίλου. Η επιλογή του ομίλου έγινε ώστε οι εκπαιδευτικοί στον περιορισμένο χρόνο που είχαν να μπορέσουν να επικεντρωθούν σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο εντός της μη τυπικής εκπαίδευσης. Οι



δραστηριότητες που σχεδίασαν οι επιμορφούμενοι συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν με ποιοτικές μεθόδους ανάλυσης περιεχομένου (Mills et al., 2017).

Η επιμόρφωση ανακοινώθηκε σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης και σε φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Υλοποιήθηκε στο Μαράσλειο Διδασκαλείο με ελεύθερη πρόσβαση κατόπιν εγγραφής και συμμετείχαν 19 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι παρουσιάσεις, οι συζητήσεις και τα εργαστήρια της ημερίδας έγιναν από τις δύο συγγραφείς.

Οι δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν στην επιμόρφωση χρησιμοποιούσαν συγκεκριμένα ιστορικά επιστημονικά όργανα ως παραδείγματα. Βασικά κριτήρια για την επιλογή τους αποτέλεσαν η ιστορική τους σημασία και οι απλές αρχές λειτουργίας τους. Τα όργανα αυτά ήταν η ζυγαριά (ισορροπίας και ελατηρίου), το θερμόμετρο (θερμοσκόπιο, απλό θερμόμετρο, θερμόμετρο του Breguet, θερμόμετρο του Γαλιλαίου) και το εκκρεμές (απλό εκκρεμές, ρολόι με εκκρεμές, εκκρεμές του Foucault). Οι συμμετέχοντες κατασκεύασαν κάποια από αυτά (θερμοσκόπιο και εκκρεμές του Foucault) χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά.

Επιμόρφωση εκπαιδευτικών

Στην αρχή έγινε μία σύντομη εισαγωγή στη Φύση της Επιστήμης και στο περιεχόμενο της επιμόρφωσης ενώ οι παρευρισκόμενοι συστήθηκαν. Αυτό ήταν χρήσιμο για την αλληλεπίδραση τους με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια της ημερίδας αλλά και για να γνωρίζουν οι συγγραφείς το υπόβαθρο των επιμορφούμενων για τις συζητήσεις που θα έπονταν.

Ακολούθησε διαδραστική παρουσίαση όπου οι συμμετέχοντες συνέκριναν ιστορικά επιστημονικά όργανα με τα αντίστοιχα σύγχρονα και συζήτησαν τα πιθανά οφέλη αλλά και εμπόδια της εκπαιδευτικής αξιοποίησής τους. Έναυσμα για αυτή τη συζήτηση αποτέλεσε η αντιστοίχιση ιστορικών οργάνων με τα αντίστοιχα σύγχρονα. Χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα τη ζυγαριά ισορροπίας ή/και τη ζυγαριά ελατηρίου, οι εκπαιδευτικοί προσπάθησαν να σκεφτούν για την διδασκαλία ποιας έννοιας/ποιου φαινομένου θα μπορούσαν να την/τις αξιοποιήσουν. Στην συζήτηση παρουσιάστηκε και το ιστορικό και κοινωνικό πλαίσιο στο οποίο δημιουργήθηκαν και εξελίχθηκαν οι ζυγαριές ενώ έγινε και σύνδεση με τα σημερινά όργανα. Ξεκινώντας από αυτήν την παρουσίαση και σε όλη τη διάρκεια της ημερίδας, τονίστηκε η σημασία της ιστορικής πλασίωσης μιας τέτοιας δραστηριότητας για την ανάδειξη πτυχών της Φύσης της Επιστήμης. Έγινε σύντομη αναφορά σε κάποιους τρόπους με τους οποίους μπορούν να αξιοποιηθούν ιστορικά επιστημονικά όργανα, στα οποία οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν πρόσβαση και δόθηκαν ως παράδειγμα οι κατασκευές μίας ζυγαριάς ισορροπίας και μίας ζυγαριάς ελατηρίου με καθημερινά υλικά. Σημειώθηκε επίσης πως δεν μπορούν όλα τα ιστορικά όργανα να αντιστοιχηθούν με σύγχρονα αφού μερικά από αυτά δεν χρησιμοποιούνται πλέον και πως δεν ενδείκνυται όλα τα ιστορικά επιστημονικά όργανα για δημιουργία εκπαιδευτικών δράσεων.

Στην επόμενη παρουσίαση οι επιμορφούμενοι είδαν και συζήτησαν παραδείγ-



ματα δράσεων που αξιοποίησαν με επιτυχία ιστορικά επιστημονικά όργανα στην εκπαίδευση και τους διάφορους τρόπους με τους οποίους αυτές πλαισιώθηκαν ιστορικά. Μετά από ένα διάλειμμα, ακολούθησε παρουσίαση και εργαστήριο για το θερμομόμετρο. Μεταξύ άλλων οι εκπαιδευτικοί κατασκεύασαν το δικό τους θερμοσκόπιο με καθημερινά υλικά και συζήτησαν για τη διαφορά μεταξύ θερμοσκοπίου και θερμομέτρου. Αναλογίστηκαν τις ανάγκες που οδήγησαν στη δημιουργία αυτών των οργάνων, το πλαίσιο στο οποίο εφευρέθηκαν και την πολυπλοκότητα της βαθμονόμησης του θερμομέτρου και της δημιουργίας μίας παγκόσμια αποδεκτής κλίμακας. Είδαν επίσης και άλλα είδη θερμομέτρου (θερμόμετρο του Γαλιλαίου και θερμομόμετρο του Breguet) τα οποία αποτέλεσαν αφορμή για την ανάδειξη της εκμετάλλευσης διάφορων φαινομένων με στόχο την δημιουργία ενός οργάνου και αντίστοιχα την αξιοποίηση του αντίστοιχου οργάνου για τη διδασκαλία ενός φαινομένου. Έγινε αντιστοίχιση με τα σημερινά θερμοόμετρα, τις ανάγκες που οδήγησαν στην εφεύρεσή τους, τα φαινόμενα στα οποία βασίζεται η λειτουργία τους και τις δυνατότητες αξιοποίησής τους στην εκπαίδευση.

Η επόμενη παρουσίαση-εργαστήριο ήταν αφιερωμένη στο εκκρεμές. Οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να μετρήσουν, με όποιον τρόπο ήθελαν και με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια μπορούσαν, το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε η πρώτη συγγραφέας για να διασχίσει την αίθουσα. Ακολούθως κλήθηκαν να κάνουν το ίδιο πράγμα υποθέτοντας ότι βρίσκονται σε μία άλλη εποχή, που δεν έχουν ανακαλυφθεί ακόμη τα ρολόγια. Εισήχθησαν έτσι σε κάποιους τρόπους μέτρησης του χρόνου σε διάφορες εποχές και πολιτισμούς αλλά και με βάση την κλίμακα του χρονικού διαστήματος που ήθελαν να μετρήσουν. Παρουσιάστηκε το εκκρεμές και οι συμμετέχοντες μέτρησαν, με το εκκρεμές που τους είχε δοθεί ανά ομάδα, ένα χρονικό διάστημα. Συζητήθηκαν οι ιδιότητες του εκκρεμούς και η αξιοποίησή τους για τη μέτρηση του χρόνου ενώ παρουσιάστηκε το ρολόι με εκκρεμές που εφηύρε ο Γαλιλαίος. Μετά από μία σύντομη περιγραφή και άλλων εφαρμογών που χρησιμοποιούν εκκρεμές (το εκκρεμές του Νεύτωνα, το εκκρεμές του Blackburn, διπλό εκκρεμές), έγινε εισαγωγή στο εκκρεμές του Foucault και στην αρχή λειτουργίας του ενώ ταυτόχρονα παρουσιάστηκε η σημασία του για την εποχή στην οποία κατασκευάστηκε. Ακολούθως οι εκπαιδευτικοί δημιούργησαν το δικό τους μικρό εκκρεμές του Foucault με καθημερινά υλικά και μελέτησαν τη κίνησή του.

Μετά από ένα σύντομο διάλειμμα, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να δημιουργήσουν τη δική τους δραστηριότητα που αξιοποιεί ένα τουλάχιστον ιστορικό επιστημονικό όργανο στο πλαίσιο ενός ομίλου και να την πλαισιώσουν ιστορικά. Είχαν στη διάθεσή τους τις παρουσιάσεις από την επιμόρφωση, ελεύθερη πρόσβαση στο διαδίκτυο και ένα περίγραμμα για να τους βοηθήσει να δομήσουν τις πληροφορίες και τα στάδια της παρέμβασης. Ο ρόλος του ήταν καθοδηγητικός και οι επιμορφούμενοι ενημερώθηκαν ότι δεν είναι υποχρεωμένοι να το ακολουθήσουν αρκεί να συμπεριλάβουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες. Περιείχε πεδία για κάποιες γενικές πληροφορίες όπως την ηλικία των μαθητών και την προβλεπόμενη διάρκεια της δραστηριότητας, τους διδακτικούς στόχους, μία σύντομη και μία πιο αναλυτική περιγραφή και τον τρόπο επίτευξης της ιστορικής πλαισίωσης.



Εικόνα 1. Εκπαιδευτικοί δημιουργούν με καθημερινά υλικά ένα μικρό εκκρεμές του Foucault (στις φωτογραφίες φαίνονται και τα θερμοσκόπια με καθημερινά υλικά που είχαν κατασκευάσει στο προηγούμενο εργαστήριο).

➤ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όλοι οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην ημερίδα κατάφεραν με επιτυχία να σχεδιάσουν σε πρωτόλεια μορφή μία δραστηριότητα που αξιοποιεί ένα τουλάχιστον ιστορικό επιστημονικό όργανο στο πλαίσιο ομίλου. Από τις 19 δραστηριότητες που συλλέχθηκαν οι 11 συμπεριλάμβαναν με κάποιον τρόπο την ιστορική πλαισίωση που είχε ζητηθεί, οι 4 δεν την περιείχαν καθόλου και οι υπόλοιπες 4 αναφέρουν κάποια στοιχεία ιστορικής πλαισίωσης στο αντίστοιχο πεδίο που υπήρχε προς συμπλήρωση αλλά αυτή δεν ενσωματώνεται με κάποιο τρόπο στην αναλυτική περιγραφή της δραστηριότητας.

Στις 11 ιστορικά πλαισιωμένες δραστηριότητες αναδεικνύονται, όπως ήταν αναμενόμενο και από τη βιβλιογραφία, πτυχές της Φύσης της Επιστήμης. Μία εκ των τεσσάρων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων όπου δεν αναγράφεται ρητά κάποιος τρόπος ιστορικής πλαισίωσης αναδεικνύει κάποιες πτυχές της Φύσης της Επιστήμης. Αυτό γίνεται συνειδητά αφού οι πτυχές που αναδεικνύονται είναι διατυπωμένες σε μορφή στόχων στο αντίστοιχο πεδίο προς συμπλήρωση. Δεδομένης της δομής και των στόχων αυτής της δραστηριότητας είναι πολύ πιθανό σε περίπτωση εφαρμογής της ο εκπαιδευτικός να οδηγηθεί σε κάποιου είδους ιστορική πλαισίωση που όμως δεν περιγράφεται στο προσχέδιο που παραδόθηκε στη λήξη της ημερίδας.

Οι περισσότεροι συμμετέχοντες (13 από τους 19 εκπαιδευτικούς) επέλεξαν να σχεδιάσουν μία δραστηριότητα που να βασίζεται σε ένα από τα ιστορικά επιστημονικά όργανα που μελετήθηκαν κατά τη διάρκεια της επιμόρφωσης. Από τους υπόλοιπους ένας επέλεξε τον ζυγό στρέψης, ένα είδος ζυγαριάς που δεν αναφέρθηκε κατά



τη διάρκεια της ημερίδας, και οι υπόλοιποι 5 εκπαιδευτικοί διάλεξαν ένα ιστορικό επιστημονικό όργανο στο οποίο έγινε αναφορά (είτε σε κάποια παρουσίαση είτε σε κάποια συζήτηση) αλλά δεν μελετήθηκε στο ίδιο βάθος με τα βασικά όργανα της επιμόρφωσης.

▾ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στον σχεδιασμό μιας επιμόρφωσης ένας σημαντικός παράγοντας είναι ο χρόνος. Μία επιμόρφωση μεγαλύτερης διάρκειας είναι αναμενόμενο πως θα προσφέρει περισσότερες γνώσεις, εμπειρίες και ερεθίσματα στους επιμορφούμενους αλλά ταυτόχρονα είναι πολύ πιθανό να προσελκύσει λιγότερους εκπαιδευτικούς. Σε αυτήν την περίπτωση επιλέχθηκε να γίνει μία επιμόρφωση αρκετών ωρών που όμως δεν θα ξεπερνάει ημερολογιακά τη μία ημέρα. Επιλέχθηκε επίσης να γίνει δια ζώσης για να μπορέσουν οι συμμετέχοντες να αλληλεπιδράσουν και να συζητήσουν όσο το δυνατό περισσότερο τόσο με τις συγγραφείς όσο και μεταξύ τους. Σημαντικό ρόλο σε αυτή την αλληλεπίδραση είχαν και τα διαλείμματα που έδωσαν την ευκαιρία να αναπτυχθούν ενδιαφέρουσες συζητήσεις.

Στον σχεδιασμό του υλικού ένας σημαντικός παράγοντας ήταν το υπόβαθρο των συμμετεχόντων. Σκοπός της πρώτης παρουσίασης, που αποτελούσε και την εισαγωγή της ημερίδας, ήταν η σύντομη εισαγωγή κάποιων εννοιών που μερικοί επιμορφούμενοι δεν γνώριζαν καθόλου και αποτελούσαν σημαντικό μέρος της υπόλοιπης επιμόρφωσης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δόθηκε έμφαση στη Φύση της Επιστήμης και σε κάποιες βασικές πτυχές της (Akerson, Buck, Donnelly, Nargund-Joshi, & Weiland, 2011). Αυτό έδωσε την ευκαιρία σε όλους τους εκπαιδευτικούς να εισαχθούν στο θέμα, να γνωρίσουν έννοιες που χρησιμοποιήθηκαν αργότερα και να συμμετέχουν ενεργά στις παρουσιάσεις και συζητήσεις της επιμόρφωσης.

Τα ιστορικά επιστημονικά όργανα στα οποία επικεντρώθηκε το μεγαλύτερο μέρος της ημερίδας επιλέχθηκαν με κάποια κριτήρια. Ένα εξ αυτών είναι η ιστορική τους σημασία, αφού όλα εφευρέθηκαν για τη μέτρηση θεμελιωδών μεγεθών (μάζα, χρόνος, θερμοκρασία) και αποτέλεσαν σταθμό για την εξέλιξη της Επιστήμης, της τεχνολογίας και της καθημερινότητας των ανθρώπων. Άλλο κριτήριο αποτέλεσαν οι απλές αρχές λειτουργίας τους καθώς βασίζονται σε εύληπτα φαινόμενα με τα οποία οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί, είτε πρωτοβάθμιας είτε δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, είναι ήδη αρκετά εξοικειωμένοι. Κατά τη διάρκεια της επιμόρφωσης οι εκπαιδευτικοί δέχτηκαν διαφόρων ειδών ερεθίσματα μέσω παρουσιάσεων, συζητήσεων, βίντεο και κατασκευών. Επιλέχθηκε να αφιερωθεί χρόνος στη κατασκευή δύο ιστορικών επιστημονικών οργάνων με καθημερινά υλικά ώστε οι εκπαιδευτικοί να μελετήσουν την απλότητά τους αλλά και πιθανές επιπλοκές στην κατασκευή τους, που μπόρεσαν να ερμηνεύσουν μέσω των αρχών λειτουργίας των οργάνων. Αυτό θα μπορούσε δύσκολα να επιτευχθεί μέσω ενός βίντεο ενώ οι συμμετέχοντες πήραν τις κατασκευές τους ως ενθύμιο στο τέλος της ημερίδας.



Σε όλη τη διάρκεια της επιμόρφωσης δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στον ρόλο της ιστορικής πλαισίωσης μίας δραστηριότητας για την ανάδειξη κάποιων πτυχών της Φύσης της Επιστήμης όπως η δημιουργικότητα, η αβεβαιότητα και η σύνδεση με το κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο. Συχνά γινόταν και σύγκριση των ιστορικών επιστημονικών οργάνων με τα αντίστοιχα σύγχρονα. Συζητήθηκε το γεγονός ότι συχνά αποτελούν «μαύρα κουτιά» σε σχέση με τα ιστορικά και πως αυτό αποτελεί μία ευκαιρία μελέτης των φαινομένων στα οποία βασίζεται η αρχή λειτουργίας τους. Αναφέρθηκαν βέβαια και κάποια από τα πλεονεκτήματά τους, όπως η μεγάλη ακρίβεια των μετρήσεων.

Η επιμόρφωση κατέληγε στον σχεδιασμό μίας δραστηριότητας από τους συμμετέχοντες. Αυτό το στάδιο, πέραν της ευκαιρίας διερεύνησης του βαθμού στον οποίο μπορούν να σχεδιάσουν μία τέτοια δραστηριότητα και να την πλαισιώσουν ιστορικά, ήταν σημαντικό διότι έδωσε στους επιμορφούμενους τη δυνατότητα να σκεφτούν μία εκπαιδευτική δραστηριότητα, που θα μπορούσαν να υλοποιήσουν οι ίδιοι κάποια στιγμή με τους μαθητές τους, με βάση όσα έμαθαν στην ημερίδα. Ήταν ένα ακόμη από αποτέλεσμα της ημερίδας (πέρα από τις κατασκευές) που πήραν μαζί τους και μπορούσαν να το εξελίξουν, να το ολοκληρώσουν και να το εφαρμόσουν. Για αυτούς τους λόγους, αλλά και εξαιτίας του περιορισμένου χρόνου που διαθέτουν οι εκπαιδευτικοί, επιλέχθηκε να σχεδιαστούν οι δραστηριότητες στο πλαίσιο της ημερίδας και όχι μετά την ολοκλήρωσή της, στον ελεύθερο χρόνο των συμμετεχόντων. Στο τέλος της ημερίδας συλλέχθηκαν επιτυχώς 19 διαφορετικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες που αξιοποιούσαν ένα τουλάχιστον ιστορικό επιστημονικό όργανο στο πλαίσιο ενός σχολικού ομίλου, ενώ αρκετές από αυτές ήταν ιστορικά πλαισιωμένες και αναδείκνυαν κάποιες πτυχές της Φύσης της Επιστήμης.

➤ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτήν την εργασία παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μίας επιμόρφωσης εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση ιστορικών επιστημονικών οργάνων στη μη τυπική εκπαίδευση μέσω ιστορικά πλαισιωμένων δραστηριοτήτων. Στο τέλος της επιμόρφωσης όλοι οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί κατάφεραν να δημιουργήσουν μία δραστηριότητα που να αξιοποιεί ένα τουλάχιστον ιστορικό επιστημονικό όργανο στο πλαίσιο ενός σχολικού ομίλου. Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών προσπάθησε να πλαισιώσει ιστορικά τη δραστηριότητα και αρκετοί το πέτυχαν σε ικανοποιητικό βαθμό. Συμπερασματικά, κρίνεται απαραίτητη η υλοποίηση και αξιολόγηση περισσότερων επιμορφώσεων σε αυτή τη θεματική και η διερεύνηση των δυνατοτήτων και απόψεων των εκπαιδευτικών ως προς την εκπαιδευτική αξιοποίηση και ιστορική πλαισίωση των ιστορικών επιστημονικών οργάνων. Ιδιαίτερα χρήσιμη θα ήταν η συγκέντρωση, σε μία ιστοσελίδα, εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, σχεδίων για κατασκευές ιστορικών οργάνων με καθημερινά υλικά και έγκυρων πληροφοριών για το ιστορικό, κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο της εφεύρεσής τους και της ιστορίας εξέλιξής τους στα αντίστοιχα σύγχρονα όργανα.



Βιβλιογραφικές αναφορές

- Akerson, V.L., Buck, G.A., Donnelly, L.A., Nargund-Joshi, V., & Weiland, I.S (2011). The Importance of Teaching and Learning Nature of Science in the Early Childhood Years. *J Sci Educ Technol* 20, 537–549.
- Alisir, Z. N., & Irez, S. (2020). The Effect of Replicating Historical Scientific Apparatus on High School Students' Attitudes Towards Science and Their Understanding of Nature of Science. *Science & Education* 29, 1201-1234.
- Baird D. (2004). *Thing Knowledge: A Philosophy of Scientific Instruments*. Berkeley, Los Angeles, London:University of California Press.
- Bennett, J. (1995). Can science museums take history seriously?. *Science as Culture* 5(1), 124-137.
- Cavicchi, E. M. (2008). Historical Experiments in Students' Hands: Unfragmenting Science through Action and History. *Science & Education*, 17(7), 717–749.
- Cobo, C., Abril, A. & Romero-Ariza, M. (2022). Effectiveness of a contextualised and integrated approach to improving and retaining preservice teachers' views of the nature of science. *International Journal of Science Education* 44(18). 2783-2803.
- Gallitto, A. A., Battaglia, O.R., Cavallaro, G., Lazzara, G., Lisuzzo, L., & Fazio, C. (2022). Exploring Historical Scientific Instruments by Using Mobile Media Devices. *The Physics Teacher* 60, 202-206.
- Gallitto, A., Zingales, R., Battaglia, O.R., & Fazio, C. (2021). An approach to the Venturi effect by historical instruments. *Physics education* 56(2), 1-9.
- Gelpí, E. (2009). From large analogical instruments to small digital black boxes: 40 years of progress in mass spectrometry and its role in proteomics. Part II 1985-2000. *Journal of Mass Spectrometry*, 44(8), 1137–1161.
- Heering, P. (2017). Science Museums and Science Education. *Isis*, 108(2), 399–406.
- Heering, P. (2015). Make–Keep–Use: Bringing Historical Instruments into the Classroom. *Interchange* 46, 5–18.
- Heering, P. (2009). The Role of historical experiments in science teacher training: experiences and perspectives. *Actes d'història de la ciència i de la tècnica*, 2 (1), 389-399.
- Heering, P., Müller, F. (2002) Cultures of Experimental Practice – An Approach in a Museum. *Science & Education* 11, 203–214.
- Henke, A., & Höttecke, D. (2014). Physics Teachers' Challenges in Using History and Philosophy of Science in Teaching. *Science & Education*, 24(4), 349–385.
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5–26.
- Lazos, P., Stefanidou, C. & Skordoulis, C. (2021). The Collection of Scientific Instruments from the Maraslean Teaching Center and Experimental Science Education: Then and Now. In Cavicchi, E. & Heering, P. (Eds) *Historical Scientific Instruments in Contemporary Education* (pp. 105-121). Brill.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Maas, A. (2013). How to put a black box in a showcase: History of science museums and recent heritage. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 44(4), 660–668.
- Matthews, M. (2015). *Science Teaching: The Contribution of History and Philosophy of Science, 20th Anniversary Revised and Expanded Edition* (2nd ed.). New York: Routledge.



- Mills, E.G., Gay, L.R. & Airasian, P. (2017). *Εκπαιδευτική Έρευνα: Ποσοτικές και Ποιοτικές Μέθοδοι-Εφαρμογές*. Προπομπός.
- Milne, C. (2019). The Materiality of Scientific Instruments and Why It Might Matter to Science Education. *Cultural Studies of Science Education* 18, 9-23.
- Pantano, O. & Talas, S. (2010). *Physics thematic paths: laboratorial activities and historical scientific instruments*. *Physics Education*, 45(2), 140–146.
- Paparou, F. (2011). 'Shall we Stroll to the Museum?': Educational Proposal for the Exploration of an Historic School Scientific Instrument Collection. *Science & Culture: Promise, Challenge and Demand, Proceedings of the 11th International IH-PST Conference, Edited by: Fanny Seroglou, Vassilis Koulountzos and Anastasios Siatras, Thessaloniki, Greece, 1-5 July 2011*, 574–580.
- Psoma, V. & Skordoulis, C. (2022). Describing the Transition from STEM to STEAM by Replicating a Historical Scientific Instrument. In Koleza, E., Panagiotakopoulos, C. & Skordoulis C. (Eds) *Innovating STEM Education: Increased Engagement and Best Practices*. (pp. 9-18). Common Ground Research Networks.
- Resnick, M., Berg, R. & Eisenberg, M. (2000). Beyond Black Boxes: Bringing Transparency and Aesthetics Back to Scientific Investigation. *The Journal of the Learning Sciences* 9(1), 7-30.
- Rhees, D.J. (2015). Sparks and Shocks: Replicas of Historical Instruments in Museum Education. *Interchange* 46, 45–56.
- Riess, F. (2000). History of Physics in Science Teacher Training in Oldenburg. *Science & Education* 9, 399–402.
- Riess, F., Heering, P. & Nawrath, D. (2006). Reconstructing Galileo's Inclined Plane Experiments for Teaching Purposes. *Proceedings of the 8th International History, Philosophy, Sociology & Science Teaching Conference, Leeds*, 1-10.
- Rudge, D. W., Cassidy, D. P., Fulford, J. M., & Howe, E. M. (2013). Changes Observed in Views of Nature of Science During a Historically Based Unit. *Science & Education*, 23(9), 1879–1909.
- Stefanidou, C., & Skordoulis, C. (2014). Subjectivity and Objectivity in Science: An Educational Approach. *Advances in Historical Studies*, 3, 183-193.
- Stefanidou, C., & Skordoulis, C. (2017). Primary Students Teachers' Understanding of Basic Ideas of Nature of Science: Laws, Theories and Models. *Journal of Studies in Education*, 7, 127-153.
- Williams, C. T., & Rudge, D. W. (2019). Effects of Historical Story Telling on Student Understanding of Nature of Science. *Science & Education*, 28(9-10), 1105–1133.
- Στεφανίδου, Κ., Λάζος, Τ., Σκορδούλης, Κ. (2021). Η προσέγγιση των φοιτητριών του ΠΤΔΕ/ΕΚΠΑ στην ανάδειξη ιστορικών επιστημονικών οργάνων της συλλογής του Μαρασλείου ή «Όταν ο Edison συνάντησε τον Wheatstone στο Μαρράσλειο». Στο Κ. Σκορδούλης, Κ. Στεφανίδου, Α. Μανδρίκας, Η. Μπόικος (Επιμ.), Ο ρόλος της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην κοινωνία του 21^{ου} αιώνα, Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (σσ. 240-247). Αθήνα: Εκδόσεις ΕΚΠΑ. Ανακτήθηκε από <http://synedrio2021.enphet.gr/%CF%84%CE%BF%CE%B-C%CE%BF%CF%83-%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%89%CE%BD/>