

# Εξοικείωση εκπαιδευτικών σε καινοτόμες προσεγγίσεις διδασκαλίας των Φυσικών επιστημών, μέσα από πρακτικές που ενθαρρύνουν οι τέχνες ως δημιουργική διαδικασία.

## Περίληψη

Σε αυτό το εργαστήριο εκπαιδευτικοί μαθαίνουν να επικοινωνούν σύνθετες επιστημονικές έννοιες με δημιουργικό τρόπο, χρησιμοποιώντας την τέχνη (πχ ηθοποιία, ζωγραφική, μουσική κλπ.) προκειμένου να ενισχύσουν το ενδιαφέρον των μαθητών για την επιστήμη και να τα εισάγουν στην δημιουργική σκέψη. Πιο συγκεκριμένα οι εκπαιδευτικοί θα ετοιμάσουν μια σύντομη παράσταση με θέμα επιλεγμένο από το πεδίο της σωματιδιακής φυσικής, ενώ παράλληλα θα εισαχθούν στην έννοια της ηχητικής απόδοσης επιστημονικών δεδομένων. Τέλος θα δημιουργήσουν μια online εκπαιδευτική κοινότητα, στην οποία θα αποθηκεύσουν τα αποτελέσματα της δουλείας τους.

## Abstract

In this workshop teachers learn to communicate complex science concepts in a creative way, using art (e.g., acting, drawing, music, etc.), in order to raise students' interest in science and introduce them to creative thinking. In particular teachers will prepare a short performance based on a subject matter chosen from the field of particles physics. Furthermore they will be introduced to concept of "sonification" of scientific data. Finally they will upload their work on an online educational community, they will create for this purpose.

## 1. Εισαγωγή – Σκοπός του εργαστηρίου

Η διαρκής πτώση του ενδιαφέροντος των νέων για τις φυσικές επιστήμες (Φ.Ε) και τα σχετικά με αυτές επαγγέλματα είναι κάτι που έχει επισημανθεί ήδη από την προηγούμενη δεκαετία σε μια σειρά ερευνών (Falk & Dierking 2010; Rocard et al. 2007; Stocklmayer et al. 2010). Παρά τα πολυάριθμα έργα και δράσεις που λαμβάνουν χώρα εκ μέρους της Ε.Ε προκειμένου να αντιστραφεί αυτή η τάση, τα αποτελέσματα ακόμα φαίνονται να είναι περιορισμένα. Προκειμένου οι μαθητές να ενθαρρυνθούν να διαλέξουν σπουδές στις Φ.Ε και να επιδιώξουν μια μελλοντική σχετική καριέρα, είναι απαραίτητο η διδασκαλία τους να γίνει πιο ελκυστική, βασισμένη περισσότερο σε εμπειρικές δραστηριότητες, σχεδιασμένη έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στα ενδιαφέροντα τους και συνδεδεμένη με την καθημερινή ζωή.

Σε αυτή την κατεύθυνση η επικρατούσα τάση αυτή την στιγμή στην εκπαίδευση των Φ.Ε είναι η εισαγωγή των μαθητών στις έννοιες και τις διαδικασίες της επιστήμης να επιδιώκεται μέσα από την διαθεματική προσέγγιση προβλημάτων που απαιτούν για την αντιμετώπισή τους τον συνδυασμό γνώσεων από τα πεδία των ΦΕ, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών (STEM). Προκειμένου όμως αυτού του είδους η προσέγγιση να ενδυναμώσει περεταίρω την κριτική σκέψη των μαθητών και την ικανότητα τους για καινοτομία, οι τέχνες καλούνται να παίξουν θεμελιώδη ρόλο (Sousa & Pilecki 2013) μετατρέποντας την προσέγγιση STEM σε STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) και προωθώντας την έννοια της δημιουργικότητας σαν κοινό χαρακτηριστικό τέχνης και επιστήμης. Σκοπός του παρόντος εργαστηρίου είναι να εισάγει τους εκπαιδευτικούς στη χρήση καινοτόμων δημιουργικών προσεγγίσεων σε φαινόμενα που συναντά κανείς σε μεγάλης κλίμακας ερευνητικά κέντρα (CERN), μετασχηματίζοντας σύνθετες επιστημονικές έννοιες σε έμπρακτη παραστατική δραστηριότητα. Οι εκπαιδευτικοί εισάγονται σε έννοιες αντιστοίχισης του μουσικού φαινομένου με την Επιστήμη όπως περιγράφεται στην

παράγραφο 2.3 αξιοποιώντας δειγματικά εκπαιδευτικά εργαλεία (demonstrators) του ευρωπαϊκού εκπαιδευτικού έργου CREATIONS (<http://creations-project.eu/>) που αποσκοπούν στον διδακτικό μετασχηματισμό της καλλιτεχνικής δημιουργίας σε βαθιά επιστημονική γνώση μέσα στην σχολική τάξη. Σκοπός του παρόντος εργαστηρίου είναι επίσης η εξοικείωση των εκπαιδευτικών στην χρήση τέτοιου είδους υπάρχοντων εργαλείων και στην διαδικασία δημιουργίας νέων ανάλογα με τις ανάγκες τους.

## **2. Μεθοδολογία – Σύντομη περιγραφή των δραστηριοτήτων**

Ο κύριος κορμός υλοποίησης του εργαστηρίου που απευθύνεται σε αριθμό 20 εκπαιδευτικών, αποτελείται από τρεις θεματικές ενότητες που αποσκοπούν αφενός στην κατανόηση βασικών πυλώνων ενσώματης μάθησης ως ερευνητικής διαδικασίας, αφετέρου στην κατάρτιση των εκπαιδευτικών ως προς την διαμόρφωση κόμβων καταγραφής και διάδοσης καινοτόμων πρακτικών που προάγουν τη διδασκαλία των Επιστημών μέσα από τη δημιουργικότητα, συμμετέχοντας ταυτόχρονα στην ερευνητική προσπάθεια αξιολόγησης και αξιοποίησής τους. Συγκεκριμένα οι τρεις ενότητες περιλαμβάνουν: α) την παρουσίαση ερευνητικού έργου και τεκμηρίωση βασικών συνιστωσών (10 λεπτά), 2) την ανάπτυξη ψηφιακών κοινοτήτων (30 λεπτά) και γ) την υλοποίηση δειγματικών εργαλείων με άξονα την ενσώματη μάθηση (90 λεπτά). Ειδική βαρύτητα χρονικής έκτασης δίνεται στην τελευταία ενότητα καθώς αυτή φέρει το ουσιαστικό βάρος υλοποίησης του εργαστηρίου όπου οι εκπαιδευτικοί έρχονται σε επαφή με δράσεις ενσώματης μάθησης εφαρμόζοντάς τες στην πράξη με άξονα την παραστατική πλοκή, την κίνηση και την μουσική.

Ειδικότερα:

### *2.1. Παρουσίαση βασικών συνιστωσών του προγράμματος CREATIONS*

Στην ενότητα αυτή δίνεται μια συνολική εισήγηση στους στόχους του ερευνητικού έργου, παρουσιάζονται συνοπτικά τόσο η έννοια των δειγματικών εργαλείων (Demonstrators) βασισμένη στο μοντέλο διερευνητικής μάθησης για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Inquiry Based Science Education) όσο και τα είκοσι αρχικά δειγματικά εργαλεία που εφαρμόζονται ερευνητικά σε χώρες της Ευρώπης. Στη συνέχεια η παρουσίαση εστιάζεται στα δειγματικά εργαλεία της «Παγκόσμιας Όπερας Επιστήμης σε πραγματικό χρόνο» (<http://portal.opendiscoveryspace.eu/community/global-science-opera-real-time-835933>) και «Ηχοποιώντας τη Φυσική» (<http://portal.opendiscoveryspace.eu/el/community/rethymno-creations-workshop-846922>) τα οποία αναπτύσσονται και εφαρμόζονται στην Ελλάδα.

### *2.2. Η Ανάπτυξη Ψηφιακών Κοινοτήτων*

Η δραστηριότητα αυτή περιλαμβάνει την εξοικείωση των εκπαιδευτικών με εργαλεία καταγραφής, ανάδειξης και διάδοσης καινοτόμων πρακτικών μέσα από την πλατφόρμα Open Discovery Space (<http://www.opendiscoveryspace.eu/>). Οι συμμετέχοντες καταρτίζονται στη δημιουργία της ψηφιακής κοινότητας της ομάδας στην οποία για τις ανάγκες του εργαστηρίου ανήκουν, όπου θα φιλοξενηθεί το πρωτογενές υλικό που θα αναπτύξουν κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας που έπεται. Εργαλεία όπως η δημιουργία αρχικού προφίλ και σχεδιασμός του κατάλληλου ψηφιακού χώρου, παρουσιάζονται ως βασικοί πυλώνες ανάπτυξης ψηφιακών κοινοτήτων τα οποία οι εκπαιδευτικοί θα μπορούν να επικαιροποιούν και μετά το τέλος του εργαστηρίου.

### *2.3. Εφαρμογή Δειγματικών Εργαλείων με άξονα την Ενσώματη Μάθηση*

Κατά τη διάρκεια της ενότητας οι συμμετέχοντες, χωρισμένοι σε ομάδες, καλούνται να σχεδιάσουν, να αναπτύξουν και να παρουσιάσουν μια ολιγόλεπτη διαδοχή στατικών σκηνών ή μικρών δρωμένων βασισμένη σε ένα επιστημονικό ζήτημα που τους δίνεται (ανίχνευση στοιχειωδών σωματιδίων στο εσωτερικό του επιταχυντή LHC) . Στη συνέχεια περιγράφουν σε σκίτσα την προτεινόμενη σκηνή, την εξέλιξή της και τον αλληλεπιδραστικό της χαρακτήρα. Ακολουθώντας πρακτικές που έχουν ήδη εφαρμοστεί στην «Παγκόσμια Όπερα Επιστήμης σε πραγματικό χρόνο», οι εκπαιδευτικοί αποδίδουν με παραστατικό τρόπο έννοιες και φαινόμενα σωματιδιακής Φυσικής χρησιμοποιώντας τόσο την κίνηση, το διάλογο, τη μίμηση όσο και τον ήχο της ανθρώπινης φωνής, τη γλώσσα και τη μουσική ως παραστατική πράξη, μετατρέποντάς τα σε εργαλεία διδασκαλίας απλού η περίπλοκου μαθησιακού περιεχομένου.

Η τελευταία ενότητα περιλαμβάνει επίσης εισαγωγή στην πρακτική της ηχητικής απόδοσης (sonification) επιστημονικών δεδομένων, για διδακτικούς όμως σκοπούς (Marraffino 2014). Κατά τη διάρκεια αυτής της εισήγησης οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν τρεις βασικές προσεγγίσεις όπου η συγκεκριμένη πρακτική μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς ως διδακτικό εργαλείο:

1) Τη συμβολική, κατά την οποία οι εκπαιδευτικοί ενθαρρύνουν τους μαθητές να συνδέσουν επιστημονικές έννοιες (αριθμούς, συμβάντα, φαινόμενα) με βασικά χαρακτηριστικά του μουσικού φαινομένου όπως: α) ήχο (αρχείο ήχου λίγων δευτερολέπτων, μικρό μουσικό μοτίβο ή ακόμα και θόρυβο, κ.α.), β) μουσικές νότες (μια ή περισσότερες συχνότητες τονικών υψών, συγχορδίες κ.α.) ή γ) ρυθμικά / μετρικά στοιχεία (μέτρο, ρυθμικά μοτίβα). Στην προσέγγιση αυτή, η σύνδεση βασικών χαρακτηριστικών του μουσικού φαινομένου με επιστημονικές έννοιες έχει γνωρίσματα συνειρμών, φαντασίας ή ελεύθερης αντιστοίχισης που όμως εξυπηρετούν την εύκολη ανάκληση στη μνήμη ή την πρόκληση της προσοχής και του ενδιαφέροντος των μαθητών στο διδασκόμενο αποτέλεσμα.

2) Την μαθηματική, κατά την οποία μαθηματικά δεδομένα μετατρέπονται απ' ευθείας σε ηχητικά δεδομένα. Η προσέγγιση αυτή περιλαμβάνει την μετατροπή ενός συνόλου μαθηματικών δεδομένων που προκύπτουν από ένα φαινόμενο μεταβολής, ερμηνευμένο σε ύψη συχνοτήτων που προκύπτουν από ένα σύστημα αξόνων μαθηματικής γραφικής παράστασης. Αντιστοιχίζοντας μια μέση συχνότητα του ακουστικού φάσματος με τη μέση τιμή του συνόλου των μαθηματικών δεδομένων που προκύπτουν από ένα φαινόμενο μεταβολής μπορούμε να μετατρέψουμε σε ήχο το σύνολο των τιμών αποδίδοντας τη γραφική παράσταση τονικού ύψους σε συνάρτηση με το χρόνο. Η προσέγγιση αυτή είναι αποτέλεσμα ευθείας αντιστοίχισης δεδομένων με το ηχητικό φάσμα χωρίς αισθητικό άξονα και μπορεί να αποδίδεται τόσο αναλογικά (με πίνακες αντιστοίχισης) όσο και με εφαρμογές ηχητικής απόδοσης που ήδη αναπτύσσονται στο διαδίκτυο.

3) Την προσαρμοσμένη, κατά την οποία επιχειρείται ο συνδυασμός των δύο παραπάνω προσεγγίσεων: της συμβολικής και της μαθηματικής. Σε αυτήν ο εκπαιδευτικός έχει την ευχέρεια της επιλογής του τρόπου με τον οποίο η διαδικασία ηχητικής απόδοσης επιστημονικών δεδομένων όπως περιγράφηκε θα μπορέσει να ωφελήσει το διδακτικό του πλάνο με άξονα στοιχεία μουσικής αγωγής και μεγιστοποίησης της επιρροής μέσα από μελωδικά ή ρυθμικά σχήματα και μοτίβα μέχρι πλήρεις μουσικές συνθέσεις αξιοποιώντας το μουσικό αισθητήριο των μαθητών σε συνεργασία με καθηγητές ανάλογης ειδικότητας.

Τέλος οι εκπαιδευτικοί θα κληθούν να επανερμηνεύσουν το περιεχόμενο της σκηνής που έχουν ήδη σχεδιάσει σύμφωνα με τις εφαρμογές ηχητικής απόδοσης δεδομένων στις οποίες νωρίτερα θα έχουν εισαχθεί.

### **3. Αποτελέσματα**

Από προηγούμενη υλοποίηση παρόμοιων εργαστηρίων έχει παρατηρηθεί ότι οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί:

- Συμμετέχουν ενεργά στην εκπαιδευτική δραστηριότητα συνεργαζόμενοι μεταξύ τους συμβάλλοντας έτσι με μορφή ιδεοκαταιγίδας στον ορισμό επιστημονικών εννοιών που πρόκειται να αναλύσουν παραστατικά με επιστημονική ακρίβεια και τεκμηρίωση
  - Ενσωματώνουν «ρόλους» των επιμέρους χαρακτηριστικών του γνωστικού αντικειμένου που πραγματεύονται διατυπώνοντας ερωτήματα και επιζητώντας απαντήσεις για τον τρόπο και τη μορφή που αυτά αλληλεπιδρούν στη διαμόρφωσή του μέσα από διάλογο και γραφήματα υποστήριξης της γνώμης τους
  - Αναζητούν τρόπους βελτίωσης στην αναπαράσταση λεπτομερειών του διδακτικού ζητούμενου παρακινώντας και τους υπόλοιπους να ανταλλάξουν ιδέες βρίσκοντας απαντήσεις και χρησιμοποιώντας απλά υλικά για αυτό
  - Δοκιμάζουν στην πράξη έναν παραστατικό μηχανισμό λειτουργικότητας του γνωστικού αντικειμένου με τρόπο ώστε να επαληθευτεί με κάθε επανάληψή του από την ίδια ή διαφορετική ομάδα συμμετεχόντων
  - Αποτυπώνουν και αναρτούν ψηφιακά τη διαδικασία σε μορφή πλάνου μαθήματος ενώ μέσω πρόσθετων στοιχείων (όπως εικόνα, ήχος) εμπλουτίζουν το βαθμό συμμετοχής και μαθητών με διαφορετικό υπόβαθρο ενδιαφερόντων σε πραγματικές συνθήκες τάξης.
- Πλήρη πρόσθετα αποτελέσματα θα περιγραφούν μετά το πέρας της άσκησης των εκπαιδευτικών στις δραστηριότητες του εργαστηρίου.

#### **4. Συμπεράσματα**

Το εργαστήριο εισάγει τους εκπαιδευτικούς στην λεγόμενη «ενσώματη μάθηση» ως διδακτικό εργαλείο. Οι πρακτικές του επικεντρώνονται στην αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων τόσο για την ηχητική αναπαράσταση επιστημονικών εννοιών όσο και για την καταγραφή πλάνων μαθήματος διαθέσιμων στην εκπαιδευτική κοινότητα. Πλήρη συμπεράσματα θα προκύψουν μετά το πέρας της άσκησης των εκπαιδευτικών στις δραστηριότητες του εργαστηρίου.

#### **5. Βιβλιογραφία**

Falk, J. H. & Dierking, L. D. (2010). The 95 percent solution. School is not where most Americans learn most of their science. *American Scientist*, 98, 486-493.

Marraffino, R. (2014). Experimental music for experimental physics. *CERN Bulletin, Issue No. 43-44/2014*, 3

Rocard, M., Csermely, P. Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.

Sousa, D.A., Pilecki, T.J. (2013): *From STEM to STEAM Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*, SAGE publications Ltd.

Stocklmayer, S. M., Rennie, L. J. & Gilbert, J. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education*, 46 (1), 1-44