

# Ανάπτυξη και Εφαρμογή διδακτικών ενοτήτων έρευνας αιχμής και Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας

## Περίληψη

Στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος IRRESISTIBLE, 5 εκπαιδευτικοί σε συνεργασία με Μουσεία Επιστημών, Ερευνητικά Κέντρα και Ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ανέπτυξαν μια διδακτική ενότητα Νανοτεχνολογίας. Σε επόμενη φάση οι εκπαιδευτικοί αυτοί έδρασαν ως πολλαπλασιαστές και επιμόρφωσαν εντός κοινοτήτων μάθησης 32 συναδέλφους τους στην εφαρμογή της ενότητας που ανέπτυξαν και άλλων 2 ανάλογων ενοτήτων. Στην παρούσα εργασία διερευνούμε τις δυνατότητες και δυσκολίες που παρουσιάζονται α) κατά την ανάπτυξη μιας διδακτικής ενότητας νανοτεχνολογίας και θεμάτων ΥΕΚ και β) κατά την ευρύτερης κλίμακας εφαρμογή ενοτήτων σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων.

## Abstract

In the context of the EU project IRRESISTIBLE, 5 teachers in cooperation with Science Museums, Research Centers and Researchers of Science Education developed a Nanotechnology module. In the next phase those teachers acted as multipliers and trained within learning communities 32 colleagues in the implementation of the module they developed and two other respective modules. In this paper we investigate the possibilities and difficulties that arise a) during the development of a teaching module on nanotechnology and RRI issues and b) during a wider-scale implementation of modules on cutting-edge research topics.

## 1. Εισαγωγή

Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα IRRESISTIBLE (<http://www.irresistible-project.eu>) είχε ως στόχο την προώθηση της ενεργού συμμετοχής εκπαιδευτικών και μαθητών στη διαδικασία της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (ΥΕΚ), μέσα από την εκπαίδευση εκπαιδευτικών και την ανάπτυξη διδακτικού υλικού στα θέματα αυτά. Αναγνωρίζοντας τη σημασία της ενσωμάτωσης κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) για την καλλιέργεια του επιστημονικού γραμματισμού (Hofstein, Eilks & Bybee 2011, Levinson 2006), αλλά και τα αλλά και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί στη διαχείριση τέτοιων θεμάτων (Angell et al. 2004) αναπτύχθηκαν πολυάριθμες διδακτικές ενότητες πάνω σε θέματα σύγχρονης έρευνας αιχμής, τα οποία και ενδείκνυνται για τη διαπραγμάτευση αυτών των ζητημάτων. Ως άξονες για τη διαχείριση των κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων που εγείρονταν από κάθε αντικείμενο, αξιοποιήθηκαν οι διαστάσεις της ΥΕΚ: Ενεργός εμπλοκή, Ισότητα των Φύλων, Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, Ηθική δεοντολογία, Ελεύθερη πρόσβαση, Ορθή Διακυβέρνηση (European Commission 2012). Η ΥΕΚ αντιπροσωπεύει μια σύγχρονη άποψη της διασύνδεσης μεταξύ επιστήμης και κοινωνίας καθώς στόχος είναι η δημιουργία μιας κοινής αντίληψης του ρόλου διαφόρων εμπλεκόμενων παραγόντων (κυβερνήσεων, επιστημόνων, πολιτών κλπ) απέναντι στις διαδικασίες της έρευνας και της καινοτομίας (Sutcliffe 2011). Για το λόγο αυτό διερευνάται η διδακτική αξιοποίηση της ΥΕΚ και ως πλαισίου διαπραγμάτευσης κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων (Blonder 2016).

Εξίσου καινοτόμα υπήρξε η προσέγγιση της ανάπτυξης διαδραστικών επιστημονικών εκθεμάτων από τους μαθητές ως μέσου για την επικοινωνία της επιστημονικής γνώσης. Η παραγωγή και η ανάπτυξη εκθεμάτων είναι μια διαδικασία που αντικατοπτρίζει όλες τις όψεις της διερεύνησης όπως είναι ικανότητα διαμόρφωσης ερωτημάτων, σχεδιασμού δραστηριοτήτων, αναζήτησης και

χρήσης δεδομένων προκειμένου να διατυπωθούν επιστημονικές εξηγήσεις και συμπεράσματα (Kampschulte & Parchmann, 2015). Έτσι, μέσα από την προετοιμασία εκθεμάτων που προβάλλουν την YEK μέσω σύγχρονων γνωστικών αντικειμένων οι μαθητές εμπλέκονται σε μια συζήτηση και διερεύνηση η οποία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη τόσο για τη βαθύτερη κατανόηση του περιεχομένου, των διαδικασιών και της φύσης της επιστήμης και της τεχνολογίας όσο και για την γνωστική, κοινωνική, πολιτική και ηθική τους ανάπτυξη (Hammerich, 2000).

Ακόμα, σε ότι αφορά στην ίδια τη διαδικασία εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών, μέσω του προγράμματος προωθήθηκε η δημιουργία κοινοτήτων μάθησης, όπου οι εκπαιδευτικοί αλληλεπέδρασαν ισότιμα με συναδέλφους, ερευνητές και επιστήμονες, αντάλλαξαν εμπειρίες, γνώσεις και πρακτικές. Έρευνες των Akerson, Cullen & Hanson (2009) και της Inman (2011) για την επίτευξη πιο μακρόβιων αποτελεσμάτων στις επιμορφώσεις εκπαιδευτικών, προτείνουν τη συμμετοχή των εκπαιδευτικών σε κοινότητες μάθησης καθώς μέσα από την αλληλεπίδρασή τους με ισότιμα μέλη συντελείται η αλληλο-μόρφωσή τους, η επαγγελματική τους εξέλιξη και οικοδομείται η διδακτική τους ταυτότητα.

Στην παρούσα εργασία επιχειρούμε να διερευνήσουμε τον τρόπο με τον οποίο εν ενεργεία εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν και εφαρμόζουν διδακτικές ενότητες σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων με κοινωνικο-επιστημονικές διαστάσεις στα πλαίσια κοινοτήτων μάθησης. Συγκεκριμένα τα ερευνητικά μας ερωτήματα είναι:

α) Ποιες δυνατότητες και δυσκολίες παρουσιάζονται κατά την ανάπτυξη μιας διδακτικής ενότητας νανοτεχνολογίας και θεμάτων YEK από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς;

β) Ποιες δυνατότητες και δυσκολίες παρουσιάζονται κατά την ευρύτερης κλίμακας εφαρμογή ενότητων σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων με κοινωνικο-επιστημονικές διαστάσεις από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς;

## **2. Μεθοδολογία**

Ο σχεδιασμός της έρευνας που βασίστηκε στο πρόγραμμα IRRESISTIBLE είχε ως εξής:

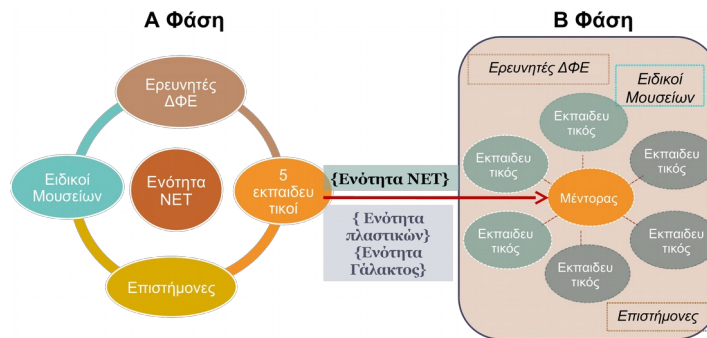
Στη διάρκεια της Α' φάσης, 5 εκπαιδευτικοί (ένας εκπαιδευτικός της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και 4 εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης – 2 φυσικοί και 2 χημικοί), σε συνεργασία με ερευνητές στο πεδίο της επιστήμης, ερευνητές της διδακτικής των ΦΕ και ειδικούς της επικοινωνίας της επιστήμης ανέπτυξαν και υλοποίησαν μια διδακτική ενότητα σχετικά με τη Νανοτεχνολογία και πτυχές της YEK. Η ενότητα αυτή υλοποιήθηκε πιλοτικά από τους εκπαιδευτικούς στις τάξεις τους και μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας της ενότητας οι συμμετέχοντες μαθητές ανέπτυξαν διαδραστικά εκθέματα για να επικοινωνήσουν στο κοινό τις νεο-αποκτηθείσες γνώσεις τους.

Η διαδικασία αυτή διήρκεσε 12 μήνες στη διάρκεια των οποίων έλαβαν χώρα 10 τηλεδιασκέψεις και 3 διά ζώσης συναντήσεις της κοινότητας μάθησης. Οι πρώτες συναντήσεις ήταν αφιερωμένες στην εξοικείωση των εκπαιδευτικών με το επιστημονικό αντικείμενο της Νανοτεχνολογίας, τις διαστάσεις της YEK και την ανάπτυξη διαδραστικών εκθεμάτων. Στη συνέχεια οι συναντήσεις επικεντρώθηκαν στη δόμηση της ενότητας και αφού αυτή πήρε την τελική της μορφή στην εφαρμογή και την αξιολόγησή της.

Στη διάρκεια της Β' φάσης, οι 5 αυτοί εκπαιδευτικοί (στο εξής μέντορες) έδρασαν ως πολλαπλασιαστές και εκπαίδευσαν στα πλαίσια κοινοτήτων μάθησης άλλους 32 εκπαιδευτικούς (5 έως 10 ο καθένας) στην εφαρμογή της ενότητας που ανέπτυξαν οι ίδιοι αλλά και άλλων 2 ενότητων που αναπτύχθηκαν από αντίστοιχες ομάδες άλλων χωρών στην Α' φάση (Σχήμα 1). Οι 32 εκπαιδευτικοί, που προέρχονταν από όλες τις βαθμίδες και υπηρετούσαν σε διαφορετικούς τύπους σχολείων της Αθήνας και της Κρήτης, εφάρμοσαν τις ενότητες στις τάξεις τους και στο τέλος της εφαρμογής οι μαθητές τους ανέπτυξαν και πάλι επιστημονικά εκθέματα με έμφαση στις κοινωνικο-επιστημονικές διαστάσεις των αντικειμένων που διαπραγματεύτηκαν. Οι 3 ενότητες στις οποίες

επιμορφώθηκαν και εφάρμοσαν οι εκπαιδευτικοί στη Β' φάση ήταν οι: *Εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας, Πλαστικά στους Ωκεανούς και Μητρικό γάλα για μια υγιή ανάπτυξη.*

**Σχήμα 1.** Σύνδεση Α και Β φάσης προγράμματος IRRESISTIBLE



Η Β' φάση του προγράμματος διήρκεσε 10 μήνες, στη διάρκεια των οποίων οργανώθηκαν περίπου 12 συναντήσεις των κοινοτήτων. Οι πρώτες συναντήσεις αφορούσαν τα μέλη της κοινότητας μάθησης της Α' φάσης τα οποία ανέλαβαν να οργανώσουν το πλαίσιο διεξαγωγής της επιμόρφωσης. Στη συνέχεια, και αφού οι σχηματίστηκαν οι 5 νέες κοινότητες μάθησης ξεκίνησε το κύριο μέρος της επιμορφωτικής διαδικασίας όπου μελετήθηκε σε βάθος το υλικό των ενοτήτων από πλευράς επιστημονικού περιεχομένου, διδακτικής αξιοποίησης (βάσει της διερευνητικής μάθησης) και ανάδειξης πτυχών της ΥΕΚ. Στις επόμενες συναντήσεις, που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των ενοτήτων, οι μέντορες παρέιχαν την υποστήριξή τους στους εκπαιδευτικούς βοηθώντας τους στην προσαρμογή των ενοτήτων στις ανάγκες των μαθητών τους. Μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος οι εκπαιδευτικοί έδωσαν την ανατροφοδότησή τους σχετικά με τις ενότητες που εφαρμόστηκαν και τη λειτουργία των κοινοτήτων μάθησης. Και στις δύο φάσεις του προγράμματος έγινε πολυδιάστατη συλλογή δεδομένων. Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε βιντεοσκόπηση/ μαγνητοσκόπηση των τηλεδιασκέψεων και των δια ζώσης συναντήσεων, δόθηκαν ερωτηματολόγια για τις αντιλήψεις/ ανάγκες των εκπαιδευτικών σε σχέση με τις διαστάσεις του προγράμματος (Επιστημονικό περιεχόμενο, Υπεύθυνη Έρευνα & Καινοτομία, επικοινωνία της επιστήμης μέσω εκθεμάτων), ερωτηματολόγια σχετικά με τις τροποποιήσεις που πραγματοποίησαν στο διδακτικό υλικό αλλά και ημιδομημένες συνεντεύξεις αναφορικά με την δομή και την λειτουργία των κοινοτήτων μάθησης.

### 3. Αποτελέσματα

#### *Αποτελέσματα από την Α φάση υλοποίησης*

Η ανάπτυξη μιας διδακτικής ενότητας σε ένα θέμα σύγχρονης φυσικής όπως αυτό της Νανοτεχνολογίας και η ενσωμάτωση όψεων της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας ήταν ο κύριος στόχος της κοινότητας μάθησης που δημιουργήθηκε κατά την Α φάση του προγράμματος. Στην προσπάθεια για επίτευξη του απαιτητικού αυτού στόχου οι 5 εκπαιδευτικοί αξιοποίησαν τη συμμετοχή ειδικών διαφορετικών πεδίων στην κοινότητα μάθησης γεγονός που αποτυπώνεται και στο τελικό εξαγόμενο, την διδακτική ενότητα. Συγκεκριμένα η ενότητα που ανέπτυξαν ενσωματώνει ισορροπημένα στοιχεία τόσο της τυπικής (πρακτικές δραστηριότητες για τη διερεύνηση όψεων της νανοτεχνολογίας και των κινδύνων της) όσο και της μη τυπικής εκπαίδευσης (επισκέψεις σε κέντρα επιστημών και εργαστήρια για να γνωρίσουν καινοτόμες εφαρμογές και να συζητήσουν με τους επιστήμονες για ζητήματα ΥΕΚ).

#### *Αποτελέσματα από την Β φάση υλοποίησης*

Στη Β φάση του προγράμματος, στόχος των 5 κοινοτήτων μάθησης που δημιουργήθηκαν ήταν η επιμόρφωση και η ευρύτερης κλίμακας εφαρμογή της ενότητας που αναπτύχθηκε στην Α φάση και άλλων 2 ενοτήτων παρόμοιου προσανατολισμού. Η εμπειρία των μεντόρων τόσο από τη διαδικασία επιμόρφωσης που πέρασαν οι ίδιοι όσο και από την προηγούμενη εφαρμογή της μιας εκ των τριών ενοτήτων είχε ιδιαίτερη βαρύτητα και σηματοδότησε και την δεύτερη φάση. Οι επιμορφούμενοι εκπαιδευτικοί από την πλευρά τους εμφάνισαν υψηλό βαθμό οικειοποίησης των ενοτήτων καθώς προέβησαν σε προσαρμογές του διδακτικού υλικού με γνώμονα τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών τους αλλά και τις δικές τους γνώσεις και τις συστάσεις των μεντόρων τους.

#### 4. Συμπεράσματα

Η πολυδιάστατη δομή των κοινοτήτων μάθησης συνέθεσε ένα άκρως υποστηρικτικό πλαίσιο εκπαίδευσης εκπαιδευτικών για την ανάπτυξη και στην συνέχεια εφαρμογή διδακτικών ενοτήτων σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων με κοινωνικο-επιστημονικές διαστάσεις. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, οι εκπαιδευτικοί κατάφεραν να συνθέσουν αρμονικά στοιχεία τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης τα οποία και ενσωμάτωσαν στην διδασκαλία τους. Οι κοινότητες μάθησης όμως αποτέλεσαν και πολύ λειτουργικό περιβάλλον και κατά την προσπάθεια “ανοίγματος” της εφαρμογής των ενοτήτων αυτών σε περισσότερους εκπαιδευτικούς, καθώς παρείχαν την υποστήριξη για την δημιουργική αξιοποίηση του παρεχόμενου υλικού, έτσι ώστε να μπορέσει να εφαρμοστεί σε ποικίλα σχολικά πλαίσια. Περισσότερα αποτελέσματα και συμπεράσματα που διαφαίνονται από την εξέλιξη στην ανάλυση των δεδομένων θα παρουσιαστούν στο συνέδριο της ΕΝΕΦΕΤ.

#### 5. Βιβλιογραφία

- Akerson, V. L., Cullen, T. A., & Hanson, D. L. (2009). Fostering a community of practice through a professional development program to improve elementary teachers' views of nature of science and teaching practice. *Journal of research in Science Teaching*, 46(10), 1090-1113.
- Blonder, R., Zemler, E., & Rosenfeld, S. (2016). The story of lead: a context for learning about responsible research and innovation (RRI) in the chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 1145-1155.
- European Commission (2012). *Responsible Research & Innovation*. Retrieved from [http://ec.europa.eu/research/sciencesociety/document\\_library/pdf\\_06/responsible-research-and-innovationleaflet\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/sciencesociety/document_library/pdf_06/responsible-research-and-innovationleaflet_en.pdf)
- Hammerich, P. (2000). Confronting students' conceptions of the nature of science with cooperative controversy. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp.127-136). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—A pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459-1483.
- Inman, S. (2011). Developing communities of learners. *Curriculum Journal*, 22(4), 469-483.
- Kampschulte, L. & Parchmann, I. (2015). The student-curated exhibition – a new approach to getting in touch with science , *Lumat*, 3(4), 462-482
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201- 1224.
- Sutcliffe, H. (2011), *A report on responsible research and innovation*. Brussels: Matter. Ανακτήθηκε στις 21/6/2016 από [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/rri-report-hilary-sutcliffe\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/rri-report-hilary-sutcliffe_en.pdf)