



ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΓΩΓΗΣ

«Σύγχρονες τάσεις στη Διδακτική
των Φυσικών Επιστημών»

"Current trends in Science Education"

ενθουσιαστήκαμε
κατασκευάσαμε
μάθαμε συμπεράναμε
ανακαλύψαμε
συνεργαστήκαμε



Θεματικό Τεύχος 2016

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ - ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ - ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ Δ.Ε.

Περιοδικό ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΓΩΓΗΣ

**Θεματικό
Τεύχος
2016**



**Έκδοση
Νοέμβριος 2017**

**«Σύγχρονες τάσεις στη Διδακτική
των Φυσικών Επιστημών»
"Current trends in Science Education"**

Επιμελητής έκδοσης: Δημήτρης Σταύρου

Editor: Dimitris Stavrou

Πανεπιστήμιο Κρήτης - Σχολή Επιστημών Αγωγής - Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε.

Περιοδικό "Επιστήμες Αγωγής"

Πανεπιστημιούπολη Ρεθύμνου, Ρέθυμνο 74 100 - Κρήτη

Τηλ.: 28310 - 77687, Fax: 28310 - 77550 - 77596

www.ediamme.edc.uoc.gr, E-mail: EPISAGO@edc.uoc.gr

ISSN 1109-8740

Ιδιοκτήτης: Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης, Εργαστήριο Διαπολιτισμικών και Μεταναστευτικών Μελετών (Ε.ΔΙΑ.Μ.ΜΕ.) Πανεπιστημιούπολη Ρεθύμνου, Ρέθυμνο 74 100, Κρήτη. Τηλ. 28310 -77687, 77605, fax: 28310 -77635, 77636, www.ediamme.edc.uoc.gr

Εκδότης: Βασιλάκη Ελένη, Πρόεδρος Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε.

Εξώφυλλο - Σελιδοποίηση: Μεταξά Κωνσταντίνα, μέλος Ε.Τ.Ε.Π. Πανεπιστημίου Κρήτης, γραφίστας

ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΓΩΓΗΣ

Πρώην Σχολείο και Ζωή, με ιδρυτή τον **Ζομπανάκη Γεώργιο** (1953-1972)
Εκδότης - διευθυντής (1972-1999) **Ζομπανάκης Ανδρέας**

Έκδοση του Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Κρήτης

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΥΝΤΑΞΗΣ

Σπαντιδάκης Ιωάννης (συντονιστής), **Αναστασιάδης Παναγιώτης**,
Καλογιαννάκη Πέλλα.

Αλληλογραφία και προς δημοσίευση άρθρα αποστέλλονται
στην ηλεκτρονική διεύθυνση **EPISAGO@edc.uoc.gr**

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Αναστασιάδης Παναγιώτης, **Βάμβουκας Μιχάλης**, **Παπαδάκη-Μιχαηλίδου Ελένη**,
Μακράκης Βασίλειος, **Αναστασιάδης Πέτρος**, **Βασιλάκη Ελένη**

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Boos-Nünning, Ursula, Universität Essen, Deutschland, **Cummins, Jim**, University of Toronto, Canada, **Καζαμιάς Ανδρέας**, University of Wisconsin, Madison, **Cochrane, Ray**, University of Birmingham, **Τάμης Αναστάσιος**, Notre Dame University of Australia, **Wolhuter, Charl**, North West University, South Africa, **Tien-Hui, Chiang**, University of Tainan, Zhengzhou University, China, **Κουτσελίνη-Ιωαννίδου Μαίρη**, Πανεπιστήμιο Κύπρου, **Πασιαρδής Πέτρος**, Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου, **Παλιός Ζαχαρίας**, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, **Κατοίκη-Γίβαλου Άντα**, Πανεπιστήμιο Αθηνών, **Πάτσιου Βίκη**, Πανεπιστήμιο Αθηνών, **Τάφα Ευφημία**, Πανεπιστήμιο Κρήτης, **Ζερβού Αλεξάνδρα**, Πανεπιστήμιο Κρήτης, **Νικολουδάκη Ελπινίκη**, Πανεπιστήμιο Κρήτης, **Χουρδάκης Αντώνης**, Πανεπιστήμιο Κρήτης, **Γκότοβος Αθανάσιος**, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, **Μπουζάκης Ιωσήφ**, Πανεπιστήμιο Πατρών, **Ξωχέλλης Παναγιώτης**, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, **Σακελλαρίου Μαρία**, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, **Καΐλα Μαρία**, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, **Σκούρτου Ελένη**, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, **Δαμανάκης Μιχάλης**, Πανεπιστήμιο Κρήτης, **Παπαδογιαννάκης Νικόλαος**, Πανεπιστήμιο Κρήτης, **Μιχαηλίδης Παναγιώτης**, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΝΟΜΟ

Πρόεδρος Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε.: **Βασιλάκη Ελένη**

ΤΑΧ. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ, ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ Δ.Ε.

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ "ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΓΩΓΗΣ"

Πανεπιστημιούπολη Ρεθύμνου, Ρέθυμνο 74 100 - Κρήτη

Τηλ.: 28310 - 77687, Fax: 28310 - 77636

E-mail: EPISAGO@edc.uoc.gr, www.ediamme.edc.uoc.gr

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ

Κοτρώνης Δημήτριος, e-mail: EPISAGO@edc.uoc.gr, τηλ.: 6944683566

EDUCATION SCIENCES

(Former «Sholeio kai Zoe»)

Founder: **Georgios Zombanakis** (1953-1972)

Director & Editor: **Andreas Zombanakis** (1972-1999)

Published quarterly by the Department of Primary Education University of Crete

BOARD OF DIRECTORS

Ioannis Spantidakis (Coordinator), **Panagiotis Anastasiadis**, **Pella Kalogiannaki**

The correspondence and the articles to be published should be addressed to:

EPISAGO@edc.uoc.gr

EDITORIAL BOARD

Panagiotis Anastasiades, **Michael Vamvoukas**, **Eleni Papadakis Michailidis**,
Vasilios Makrakis, **Petros Anastasiades**, **Eleni Vasilaki**

SCIENTIFIC COMMITTEE

Ursula Boss-Nünning, Universität Essen, Deutschland, **Jim Cummins**, University of Toronto, **Andreas Kazamias**, University of Athens & University of Wisconsin (USA), **Ray Cochrane**, University of Birmingham, **Anastasios Tamis**, Notre Dame University of Australia, **Charl Wolhuter**, North West University, South Africa, **Tien-Hui Chiang**, University of Tainan, Zhengzhou University, China, **Mairy Koutselini-Ioannidou**, University of Cyprus, **Zaharias Palios**, Open University of Greece, **Anta Katsiki-Givalou**, University of Athens, **Viki Patsiou**, University of Athens, **Euthimia Tafa**, University of Crete, **Alexandra Zervou**, University of Crete, **Elpiniki Nikoloudaki**, University of Crete, **Antonis Hourdakis**, University of Crete, **Athanasios Gotovos**, University of Ioannina, **Iossif Bouzakis**, University of Patras, **Panagiotis Xohellis**, University of Salonica, **Maria Sakellariou**, University of Ioannina, **Maria Kaila**, University of Aegean, **Eleni Skourtou**, University of the Aegean, **Michael Damanakis**, University of Crete, **Nikolaos Papadogiannakis**, University of Crete, **Panagiotis Michailidis**, University of Crete,

EDITORIAL COORDINATION

Head of the Department of Primary Education, University of Crete

ADDRESS: **UNIVERSITY OF CRETE, FACULTY OF EDUCATION,
DEPARTMENT OF PRIMARY EDUCATION
MAGAZINE "EPISTIMES AGOGIS"**

University Campus, 74 100 Rethymno Crete - Greece,

Tel.: 28310 - 77687, Fax: 28310 - 77636

E-mail: **EPISAGO@edc.uoc.gr**, **www.ediamme.edc.uoc.gr**

SECRETARY

Dimitris Kotronis, e-mail: **EPISAGO@edc.uoc.gr**, mobile phone: 6944683566

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος του Επιμελητή Έκδοσης	6
1. Η προώθηση της διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών με διερεύνηση σε παιδιά 3-11 ετών στην Ευρώπη: ευρωπαϊκό πρόγραμμα PriSciNet Promoting Inquiry Based Science Education for children 3-11 years old in Europe: The European project PriSciNet	
Μαριάννα Καλαϊτζιδάκη	8
2. Αποτύπωση Εφαρμογής της Διερευνητικής Μάθησης σε Μαθητές Επαρχιακού Σχολείου	
Mapping the implementation of inquiry based learning in a provincial school	
Καλλιόπη Κατσαμποξάκη-Hodgetts, Νικόλαος Χανιωτάκης	38
3. Ενσωμάτωση της ‘Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας’ στην Εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών	
Towards the embedment of Responsible Research and Innovation in Science Education	
Φωτεινή Χαϊμαλά	48
4. Έρευνα Αιχμής και Κοινωνικοεπιστημονικά Ζητήματα στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	
Cutting-edge science and socioscientific issues in science education	
Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου	73
5. Το Επιμορφωτικό Πρόγραμμα STED (Science Teachers EDucation): Θεωρητική Τεκμηρίωση και Εφαρμογή	
The STED (Science Teachers EDucation) training program: Theoretical basis and application	
Πέτρος Καριώτογλου, Σοφία Αυγητίδου, Αικατερίνη Δημητριάδου, Γιώργος Μαλανδράκης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Δημήτρης Πνευματικός, Άννα Σπύρτου	96
Οδηγίες της Συντακτικής Επιτροπής για τα αποστέλλόμενα προς δημοσίευση κείμενα	123
Guide for Authors	127

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

του Επιμελητή της Έκδοσης

«Σύγχρονες τάσεις στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών»

"Current trends in Science Education"

Αποτελέσματα διεθνών μελετών όπως της TIMSS (Third International Mathematics and Science Studies) και της PISA (Programme for International Student Assessment) κατέγραψαν μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες και παράλληλα ανέδειξαν την ανάγκη για βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο. Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο εκθέσεις όπως *"Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe"* (Rocard et al. 2007) and *"Science Education in Europe: Critical Reflections"* (Osborne & Dillon, 2008) παρέχουν υποδείξεις για να αποκτηθεί ένα ικανοποιητικό επίπεδο επιστημονικού γραμματισμού από μαθητές στη σύγχρονη κοινωνία.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθετεί τις βασικές αρχές των εκθέσεων αυτών για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες στο *'7ο Πρόγραμμα-Πλαίσιο'* (FP7) και συγκεκριμένα στο υποπρόγραμμα *'Επιστήμη στην Κοινωνία'*. Ορίζει ως βασικές διαστάσεις για τη βελτίωση της ποιότητας της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες: α) τη μάθηση μέσω διερεύνησης και β) την εκπαίδευση εκπαιδευτικών. Όπως αναφέρονται και στις εκθέσεις: α) *"inquiry-based science education (IBSE) has proved its efficacy at both primary and secondary levels in increasing children's and students' interest and attainments levels while at the same time stimulating teacher motivation"* (Rocard et al., 2007, σελ. 3) και β) *"good quality teachers with up-to-date knowledge and skills are the foundation of any system of formal science education. Systems to ensure the recruitment, retention and continuous professional training of such individuals must be a policy priority in Europe"* (Osborne & Dillon, 2008, σελ.9).

Τα τέσσερα από τα άρθρα που παρουσιάζονται σε αυτό το θεματικό τεύχος αφορούν υλοποίηση ευρωπαϊκών προγραμμάτων στον Ελλαδικό χώρο που εντάσσονται στο *'7ο Πρόγραμμα-Πλαίσιο'*. Τα προγράμματα αυτά μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο ευρύτερες κατηγορίες: α) σε αυτά που επικεντρώνουν στη προώθηση της μάθησης με διερεύνηση μέσω της ανάπτυξης καινοτόμων δραστηριοτήτων και την εκπαίδευση εκπαιδευτικών σε διαδικασίες διερεύνησης (έργο *PRI-SCI-NET*, Καλαϊτζιδάκη

και έργο *CHAIN REACTION*, Κατσαμποξάκη-Hodgetts και Χανιωτάκης) και β) σε προγράμματα που πέρα από την προώθηση της μάθησης μέσω διερεύνησης στοχεύουν και στην προώθηση της συζήτησης μεταξύ των μαθητών θεμάτων που αφορούν την Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία (RRI: Responsible Research & Innovation - έργο *ENGAGE*, Χαϊμαλά και έργο *IRRESISTIBLE*, Μιχαηλίδη και Σταύρου). Ειδικά τα δύο τελευταία προγράμματα βρίσκονται στο μεταίχμιο της μετάβασης από το '7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο' (έτη 2007 – 2013) στο πρόγραμμα 'Ορίζοντας 2020' (Horizon 2020, έτη 2014 – 2020). Περισσότερες λεπτομέρειες για την Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία βρίσκονται στα άρθρα που αφορούν τα έργα Engage και Irresistible.

Παράλληλα με τα παραπάνω προγράμματα που υλοποιήθηκαν με τη συμμετοχή τουλάχιστον δέκα ευρωπαϊκών χωρών, υλοποιήθηκαν και εθνικά προγράμματα στο πλαίσιο της δράσης ΑΡΙΣΤΕΙΑ II. Το τελευταίο άρθρο (Καριώτογλου κ.ά.) αποτελεί ένα τέτοιο παράδειγμα και παρουσιάζει τις δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος STED (Science Teachers Education). Επικεντρώνει στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών τόσο στην προσχολική και δημοτική εκπαίδευση, αλλά και σε χώρους μη τυπικής μάθησης.

Ως εκ τούτου με το τεύχος αυτό μέσω της παρουσίασης των δράσεων των εθνικών και ευρωπαϊκών προγραμμάτων επιδιώκεται μια συμβολή στη συζήτηση στο πλαίσιο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών για ανάπτυξη καινοτόμων διδακτικών πρακτικών λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη για βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο.

Δημήτρης Σταύρου

Βιβλιογραφία

- Osborne, J. & Dillon, J. (2008) *Science Education in Europe: Critical Reflections*. A Report to the Nuffield Foundation. London: King's College
- 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*. Directorate-General for Research, EUROPEAN COMMISSION

**Η ΠΡΩΘΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΜΕ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ
3-11 ΕΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ: ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ PriSciNet**

**PROMOTING INQUIRY BASED SCIENCE
EDUCATION FOR CHILDREN 3-11 YEARS OLD
IN EUROPE: THE EUROPEAN PROJECT PriSciNet**

Μαριάννα Καλαϊτζιδάκη
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Πανεπιστήμιο Κρήτης
mkalaitz@edc.uoc.gr

Περίληψη

Η διδασκαλία με διερεύνηση προτείνεται για τη βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ). Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η εμπειρία από τη συμμετοχή μας, ως ΠΤΔΕ Κρήτης, στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα PriSciNet (2011-2014) που είχε σκοπό να προωθήσει την διδασκαλία ΦΕ με διερεύνηση σε παιδιά 3-11 ετών στην Ευρώπη μέσω της παραγωγής εκπαιδευτικού υλικού και την επιμόρφωση εν ενεργεία εκπαιδευτικών. Στα πλαίσια του προγράμματος αναπτύχθηκαν 45 δραστηριότητες (15 για παιδιά 3-5 ετών, 15 για παιδιά 6-8 ετών, 15 για παιδιά 9-11 ετών) σε θέματα Φυσικής, Βιολογίας, Χημείας, με οδηγίες για τον εκπαιδευτικό και φύλλα εργασίας για τους μαθητές που μπορούν να υλοποιηθούν στην τάξη χωρίς ειδικά επιστημονικά όργανα. Η πιλοτική εφαρμογή δραστηριοτήτων ανέδειξε ευκαιρίες και εμπόδια στην διδασκαλία με διερεύνηση που συμφωνούν με ανάλογες μελέτες στη βιβλιογραφία. Η επιμόρφωση εκπαιδευτικών έγινε με διεθνή και εθνικά σεμινάρια, τα οποία περιελάμβαναν πρακτική άσκηση στο εκπαιδευτικό υλικό και αξιολογήθηκαν πολύ θετικά από τους συμμετέχοντες. Οι δραστηριότητες μεταφράστηκαν σε 15 γλώσσες μεταξύ αυτών και η Ελληνική και είναι διαθέσιμες σε ψηφιακή μορφή.

Λέξεις κλειδιά

Διδασκαλία και μάθηση με διερεύνηση, Φυσικές Επιστήμες, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, Εκπαίδευση εκπαιδευτικών.

Abstract

In this paper we present our experience from participating in PriSciNet (2011 to 2014), an fp7-funded project of 15 partners that had the goal of promoting inquiry-based science education (IBSE) in Europe for children 3-11 years through the development of educational material and the training of pre-school and primary school teachers. Forty five activities were developed, 15 for each age group of 3-5, 6-8, 9-11 years, with information for the teacher and worksheets for the students that can be implemented with everyday materials in regular classes. The Department of Primary Education of the University of Crete organized 1 international and 4 national training seminars, the evaluation of which revealed an overall positive experience for the participants, their need for further training and concerns as to whether IBSE fits within the Greek educational system. Pilot testing of activities revealed challenges and opportunities similar to those reported previously in the literature. The 45 activities have been translated in 15 languages, Greek included, to maximize their dissemination in Europe, and are available to be downloaded and used.

Key words

Inquiry – based learning, Science Education, Primary education, Teachers’ training.

0. Εισαγωγή: Διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες με διερεύνηση

Η διδασκαλία Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) που βασίζεται στην διερεύνηση (Inquiry Based Science Education, IBSE) θεωρείται σημαντική για την βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης εκπαίδευσης στις ΦΕ, όπως δείχνει μια σειρά δημοσιευμάτων, π.χ. η λεγόμενη έκθεση Rocard (Rocard, 2007) και η έκθεση Nuffield (Osborne & Dillon, 2008). Η διδασκαλία με διερεύνηση μπορεί να καλλιεργήσει στους μαθητές δεξιότητες όπως την διατύπωση μιας επιστημονικής ερώτησης, τον σχηματισμό υποθέσεων, το σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας επιστημονικής έρευνας, την επιστημονική επιχειρηματολογία και επικοινωνία (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007). Όμως στην σχολική πράξη η διδασκαλία των ΦΕ στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες δεν ακολουθεί αυτή την προσέγγιση. Οι ευκαιρίες για ενεργό εμπλοκή των μαθητών σε πειραματικές διαδικασίες και η εξοικείωση τους με βασικά σημεία της επιστημονικής έρευνας είναι ακόμη μάλλον περιορισμένες (Psillos & Niedderer, 2003, Lunetta, Hofstein & Clough, 2007). Η ανεπαρκής επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σε αυτές τις διδακτικές προσεγγίσεις αναφέρεται συχνά στη βιβλιογραφία ως αιτία γι’ αυτή την κατάσταση (Steffensky & Parchmann, 2007).

Η αλλαγή παραδείγματος στη διδασκαλία ΦΕ είναι πιο σημαντική στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση καθώς τότε διαμορφώνονται οι στάσεις των μαθητών προς τις ΦΕ. Ερευνητικά δεδομένα από τη Βρετανία δείχνουν ότι οι μαθητές χάνουν το ενδιαφέρον τους για τις ΦΕ στις μεγαλύτερες τάξεις του δημοτικού (Murphy & Beggs, 2003) γεγονός που μπορεί να αποδοθεί μεταξύ άλλων και στη διδασκαλία η οποία επικεντρώνεται σε ένα 'σώμα γνώσεων' με παραδοσιακές διδακτικές μεθόδους (Morell & Ledermen, 1998). Αντίθετα η πρακτική και διερευνητική ενασχόληση των μαθητών με τις ΦΕ στο δημοτικό σχολείο έχει ως αποτέλεσμα η εμπειρία των παιδιών με τις ΦΕ να είναι μια θετική εμπειρία (Murphy et al., 2004) που προκαλεί ζωηρό ενδιαφέρον στους μαθητές (Primary Science Report, 2005).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η εμπειρία από τη συμμετοχή μας στο πρόγραμμα με ακρωνύμιο PriSciNet και πλήρη τίτλο «Networking Primary Science Educators as a means to provide training and professional development in inquiry-based teaching» που σχεδιάστηκε ως απάντηση στην ανησυχία που επικρατεί στην Ευρώπη σχετικά με την ποσότητα και ποιότητα των ΦΕ που διδάσκονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση στις διάφορες χώρες. Όπως επισημαίνει η συντονίστρια του προγράμματος «οι ΦΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση δεν έχουν ακόμα κερδίσει τη θέση που τους αρμόζει, δηλαδή να γίνουν βασικό μάθημα στα πρώτα χρόνια της εκπαίδευσης. Δεν αρκεί οι ΦΕ να υπάρχουν στο αναλυτικό πρόγραμμα, είναι σημαντικό να παρέχονται στα παιδιά καλής ποιότητας μαθησιακές εμπειρίες. Είναι απαραίτητο οι ΦΕ να διδάσκονται μέσω δραστηριοτήτων διερεύνησης που επιτρέπουν στα παιδιά να κάνουν ερωτήσεις τις οποίες θα απαντήσουν με τα δικά τους ευρήματα» (Gatt, 2014).

1. Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα PriSciNet «Networking Primary Science Educators as a means to provide training and professional development in Inquiry Based Teaching»

Το πρόγραμμα PriSciNet χρηματοδοτήθηκε από το 7^ο κοινοτικό πλαίσιο (fp7) από τον Νοέμβριο 2011 έως τον Αύγουστο 2014. Ο σκοπός του προγράμματος ήταν να προωθήσει τη διερευνητική προσέγγιση στη διδασκαλία των ΦΕ σε παιδιά 3-11 ετών στην Ευρώπη με την ανάπτυξη κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού και την επαγγελματική ανάπτυξη εν ενεργεία εκπαιδευτικών προσχολικής και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μέσα από την επιμόρφωση και την δικτύωση τους με ερευνητές της διδακτικής ΦΕ. Στο πρόγραμμα συνεργάστηκαν 15 εταιρείοι ειδικοί στην εκπαίδευση και στην διδακτική των ΦΕ από 13 χώρες της Ευρώπης, μεταξύ των οποίων και το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Πανεπιστημίου Κρήτης (βλ. Πίνακα 1). Το συντονισμό είχε το Συμβούλιο Επιστήμης και Τεχνολογίας της Μάλτας με επικεφαλής την καθηγήτρια Διδακτικής ΦΕ και Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στη Σχολή Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου της Μάλτας Suzanne Gatt.

Πίνακας 1: Η κοινοπραξία PriSciNet}

	Χώρα	Φορέας
1	Μάλτα	The Malta Council For Science & Technology ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ
2	Βέλγιο	Katholieke Hogeschool
3	Γερμανία	Πανεπιστήμιο J Wolfgang Goethe
4	Τουρκία	Πανεπιστήμιο Mugla
5	Πορτογαλία	Πανεπιστήμιο Minho
6		Hands-on-Science Network
7	Αυστρία	Bundesministerium fur Unterricht,
8	Φινλανδία	Πανεπιστήμιο Yliopisto
9	Ελλάδα	Πανεπιστήμιο Κρήτης
10	Κύπρος	Πανεπιστήμιο Κύπρου
11	Ηνωμένο	Institute of Education
12	Βασίλειο	University of Southampton
13	Σλοβακία	Πανεπιστήμιο Trnava
14	Τσεχία	Πανεπιστήμιο Jana Evangelista Purkyně
15	Γαλλία	Πανεπιστήμιο Paris 8 Vincennes

Όπως περιγράφεται στην τελική αναφορά του προγράμματος προς την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) (PriSciNet Final Summary Report, 2014) οι προαναφερθέντες στόχοι του προγράμματος πραγματοποιήθηκαν:

- Με την ανάπτυξη 45 δραστηριοτήτων που βασίζονται στη διερεύνηση για τρεις ηλικιακές ομάδες (15 δραστηριότητες για παιδιά 3-5 ετών, δεκαπέντε για παιδιά 6-8 ετών, δεκαπέντε για παιδιά 9-11 ετών).
- Με την επιμόρφωση 2019 εκπαιδευτικών σε τέσσερα 20ωρα εθνικά σεμινάρια που διοργανώθηκαν στη χώρα κάθε εταίρου.
- Με την επιμόρφωση 80 εκπαιδευτικών σε τρία διεθνή σεμινάρια που διοργανώθηκαν στο Πανεπιστήμιο Jan Evangelista Purkinje στο Usti nad Labem (Τσεχία), στο ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Κρήτης στο Ρέθυμνο και στο Πανεπιστήμιο Salzburg (Αυστρία).
- Με τη διοργάνωση δυο διεθνών συνεδρίων, στην Κύπρο (2013) και στη Μάλτα (2014) που έδωσαν την ευκαιρία σε 180 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς προσχολικής

και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης από τις χώρες των εταίρων να συναντηθούν με ερευνητές της διδακτικής ΦΕ, μεταπτυχιακούς φοιτητές και πανεπιστημιακούς. Να σημειωθεί ότι το συνέδριο στην Κύπρο έγινε παράλληλα με το συνέδριο ESERA 2013, του μεγαλύτερου οργανισμού διδακτικής των ΦΕ στην Ευρώπη.

- Στα πλαίσια του PriSciNet επιβραβεύτηκαν με πιστοποιητικό αριστείας, μετά από αξιολόγηση, εν ενεργεία εκπαιδευτικοί που διδάσκουν ΦΕ με διερεύνηση στις χώρες των εταίρων καθώς και νέοι ερευνητές.
- Επιπλέον δημιουργήθηκε ένα νέο on-line επιστημονικό περιοδικό ανοικτής πρόσβασης με τίτλο *Inquiry Primary Science Education (IPSE)*.

Το πρώτο στάδιο στο πρόγραμμα ήταν η ανάπτυξη μιας κοινής αντίληψης ανάμεσα στους εταίρους για την διδασκαλία με διερεύνηση, καθώς στη βιβλιογραφία υπάρχουν διαφορετικές περιγραφές και ερμηνείες από τους εκπαιδευτικούς (Keys & Bryan, 2001, Newman et al., 2004). Ο καταιγισμός ιδεών που έλαβε χώρα στην πρώτη συνάντηση της ομάδας κατέληξε σε ένα κοινό όραμα που υιοθετήθηκε τόσο στην ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού όσο και στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. Έτσι σύμφωνα με το PriSciNet, η διερεύνηση στις ΦΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι ένα πλαίσιο διδασκαλίας και μάθησης που αφορά επιστημονικές γνώσεις, επιστημονικές διαδικασίες και την φύση των ΦΕ. Στο πλαίσιο αυτό τα παιδιά:

- συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία και αντλούν αποδεικτικά στοιχεία από τις παρατηρήσεις και τις εμπειρίες τους,
- υλοποιούν αυθεντικές και ερευνητικές δραστηριότητες, όπου η ορθότητα μιας απάντησης αξιολογείται μόνο σε σχέση με τις διαθέσιμες αποδείξεις ενώ η εύρεση μιας σωστής απάντησης δεν είναι το κύριο μέλημα,
- ασκούνται στις δεξιότητες συστηματικής παρατήρησης, διατύπωσης ερωτήσεων, σχεδιασμού πειραμάτων ή παρατηρήσεων και καταγραφής δεδομένων,
- εργάζονται σε ομάδες, αλληλεπιδρούν, διατυπώνουν επιχειρήματα και επικοινωνούν ως μέρος της μαθησιακής διαδικασίας,
- αναπτύσσουν αυτονομία και αυτοέλεγχο καθώς αποκτούν εμπειρία στη διερεύνηση.

Ο δάσκαλος βοηθά και καθοδηγεί τη μάθηση αποτελώντας ο ίδιος παράδειγμα ατόμου που μαθαίνει διερευνώντας. Ο δάσκαλος δεν λειτουργεί ως αποκλειστικός φορέας ειδικών γνώσεων. Αντίθετα, βασικός ρόλος του δασκάλου είναι να διευκολύνει τη διαπραγμάτευση των ιδεών και την οικοδόμηση της γνώσης. Η αξιολόγηση είναι κυρίως διαμορφωτική και παρέχει ανατροφοδότηση για την πορεία της διδασκαλίας και την εξέλιξη της μάθησης των παιδιών.

2. Το εκπαιδευτικό υλικό PriSciNet: 45 δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών βασισμένες στη διερεύνηση για παιδιά 3-11 ετών μεταφρασμένες σε 15 γλώσσες

Στο πλαίσιο του προγράμματος αναπτύχθηκαν 45 αυτοτελείς δραστηριότητες ΦΕ για τρεις ηλικιακές ομάδες – 3-5 έτη, 6-8 έτη και 9-11 έτη – οι οποίες αντιστοιχούν στην προσχολική ηλικία, στις πρώτες και στις μεγαλύτερες τάξεις του δημοτικού σχολείου σε πολλές χώρες στην Ευρώπη. Για λόγους ομοιομορφίας διατηρήσαμε αυτό το ηλικιακό εύρος και στην ελληνική μετάφραση. Η ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού βασίστηκε στην εμπειρία των εταίρων και της συντονίστριας από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα STIPPS (διάρκεια 2005-2008, πλήρης τίτλος: The Implementation of Scientific Thinking In pre-Primary School Settings) και από το δίκτυο Hands-on-Science Network (www.hsci.info).

Κάθε εταίρος ανέπτυξε πέντε δραστηριότητες και από το σύνολο των δραστηριοτήτων που αναπτύχθηκαν, επιλέχθηκαν μετά από αξιολόγηση 15 δραστηριότητες για κάθε ηλικιακή ομάδα που πληρούσαν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό οκτώ κριτήρια που θεσπίστηκαν από τους εταίρους ως σημαντικά για τις διερευνητικές δραστηριότητες. Τα κριτήρια αυτά είναι: α) να είναι αυθεντικές, β) να βασίζονται σε διερεύνηση, γ) να προωθούν την ενεργό συμμετοχή των παιδιών, δ) να προωθούν την εργασία σε ομάδες, ε) να ασκούν την δεξιότητα της παρατήρησης, στ) να περιέχουν συλλογή δεδομένων, ζ) να παρακινούν τα παιδιά σε διαλεκτική επιχειρηματολογία και επικοινωνία, παρωθώντας τα να μιλήσουν την γλώσσα της επιστήμης (talking science) και τέλος, η) να ευνοούν τον αυτοελεγχό (self regulation) των παιδιών (Gatt, 2014). Τα τέσσερα ρήματα που συνοδεύουν το λογότυπο του PriSciNet «απορώ- ερευνώ-αξιολογώ –συνδέω» (βλ. Εικόνα 1) αντιστοιχούν σε γενικές γραμμές στα βασικά στάδια της διδασκαλίας με διερεύνηση.

Εικόνα 1: Το λογότυπο του PriSciNet στην αγγλική και ελληνική γλώσσα.




Δόθηκε μεγάλη σημασία οι δραστηριότητες να είναι καλαίσθητες και να έχουν ελκυστική μορφή, ενώ χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό χρώμα για κάθε ηλικιακή ομάδα (βλ. Εικόνα 2). Οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν επίσης σελίδα τίτλου, στην οποία

αναφέρεται σύντομη περιληψη, η προβλεπόμενη διάρκεια, οι στόχοι και τα απαραίτητα υλικά. Στη συνέχεια, δίνονται οδηγίες στον εκπαιδευτικό για την υλοποίηση της δραστηριότητας, δηλαδή πώς να εμπλέξει τους μαθητές στο συγκεκριμένο θέμα, πώς θα στοιχειοθετηθεί στη συνέχεια η διερεύνηση για να απαντηθεί το βασικό ερώτημα και τέλος πώς να γίνει η αξιολόγηση. Επιπλέον δίνονται βασικές γνώσεις για το επιστημονικό υπόβαθρο της δραστηριότητας και οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών, ιδέες για επέκταση της δραστηριότητας και βιβλιογραφία. Ακολουθούν τα φύλλα εργασίας για τους μαθητές που μπορούν να φωτιστηθούν και να μοιραστούν στην τάξη.

Οι δραστηριότητες αναπτύχθηκαν στην Αγγλική γλώσσα από την οποία στη συνέχεια μεταφράστηκαν σε 14 γλώσσες: Γαλλική, Γερμανική, Ελληνική, Ισπανική, Ιταλική, Μαλτέζικη, Ολλανδική, Πορτογαλική, Ρουμανική, Ρωσική, Τουρκική, Τσεχική, Σλοβακική και Φιλανδική για να μεγιστοποιηθεί η διάχυση τους και η αξιοποίηση τους στην Ευρώπη. Η μετάφραση στην ελληνική γλώσσα έγινε από το ΠΤΔΕ Κρήτης και την Ομάδα Διδακτικής ΦΕ του Τμήματος Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου Κύπρου. Να σημειωθεί ότι στην Κύπρο ο όρος inquiry αποδίδεται ως 'διερώτηση', όμως στην τελική ελληνική έκδοση χρησιμοποιήσαμε τον όρο 'διερεύνηση' που χρησιμοποιείται στη χώρα μας. Οι δραστηριότητες, με μια εισαγωγή στη φιλοσοφία του προγράμματος και στη διδασκαλία με διερεύνηση από την συντονίστρια Gatt, είναι διαθέσιμες στην διεύθυνση priscinetwork.wordpress.com/. Οι δραστηριότητες στην ελληνική γλώσσα είναι ανηρτημένες και στην ιστοσελίδα του ΠΤΔΕ Κρήτης <https://app.box.com/s/jihcsu9asjbcogotz2w8yfixqr9wbsr2>.

Εικόνα 2: Οι διερευνητικές δραστηριότητες του PriSciNet είναι καλαισθητές και έχουν διαφορετικό χρώμα ανά ηλικιακή ομάδα

3-5
χρονών



pri-sci-net

απορώ
ερευνώ
αξιολογώ
συνδέω

Επιστημονικό περιεχόμενο:
Βιολογία: Φυτεύοντας σπόρους

Τι νομίζετε/δραστηριότητες:
Εκτίμηση για το πώς φυτά αναπτύσσονται, διεξάγεται έγκυριων πειραμάτων

Ηλικιακή ομάδα-στόχος:
3 - 5 χρονών

Διάρκεια δραστηριότητας:
30 λεπτά

Περιήληψη:
Τα παιδιά χωρίζονται σε πέντε ομάδες καθένα από τις οποίες φυτεύει σε ένα δοχείο ένα συγκεκριμένο είδος σπόρου αιτασιού (ή οποιοδήποτε άλλο τύπο σπόρων που αναπτύσσονται γρήγορα). Κάθε ομάδα τοποθετεί το δοχείο της σε διαφορετικό μέρος (μέση με/χωρίς φως, με/χωρίς αέρα, με/χωρίς νερό, κ.τ.λ.). Τα παιδιά παρατηρούν και καταγράφουν τις αλλαγές που συμβαίνουν οι σπόροι σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα το οποίο έχει καθοριστεί από πριν (π.χ. μια εβδομάδα). Στο τέλος, το παιδί, με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, προσπαθούν να αναγνωρίσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των σπόρων

βάζει των παρατηρήσεων και των καταγραφών που έχουν κάνει.

Στόχος:
Στο τέλος της δραστηριότητας το παιδί θα πρέπει να:

- αναγνωρίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό με τον οποίο αναπτύσσονται οι σπόροι,
- σκέφτονται και να εντοπίζουν τρόπους απομόνωσης του παράγοντα που πρέπει να μεταβληθεί.
- αναγνωρίζουν τους παράγοντες που πρέπει να κρατήσουν σταθερούς.
- εντοπίζουν/αναγνωρίζουν παράγοντες.
- προσπαθούν να ελέγξουν τις μεταβλητές.


Υλικά:
Για κάθε ομάδα:

- 5 γυάλινες με τύση ή κορπίτσες
- Σπόρους για φυτέιο
- Νερό για πότισμα των φυτών
- Προσεκτικό (γυφιακή φωτογραφική για φωτογράφιση των διαφορών σταδίων των φυτών)


Φυτεύοντας σπόρους

Συγγραφείς: Αρχική Έκδοση
Κ. Π. Κωνσταντίνου, Γ. Φερωνύμου, Ε. Κυριακίδου και Χρ. Νικολάου
Επιστήμη στο νηπιαγωγείο: Ένα βιβλίο για την προσχολική εκπαίδευση.
Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού, Λευκωσία, 2η έκδοση Κύπρος, 2004. Προσαρμογή
Μ. Κομπούρη, Ν. Παπαδούρης, Κ. Π. Κωνσταντίνου, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Η δραστηριότητα φέρνει τις σπόρους των συγγραφέων. Η ΕΕ δεν φέρει καμία ευθύνη για το πώς θα χρησιμοποιηθούν αυτές οι πληροφορίες



Το παρόν πρόγραμμα Pri-Sci-Net χρηματοδοτήθηκε από το έβδομο πρόγραμμα πλαισίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης (1997, 2007-2013) με τίτλο προμηθευτή αριθ. 2466637



6-8
χρονών

Επιστημονικό περιεχόμενο:
Βιολογία, Οικολογία

Έννοιες/δέξιότητες:

Προσαρμογή των ζώων στο περιβάλλον, βιοποικιλότητα στο κοντινό περιβάλλον

Ηλικιακή ομάδα-στόχος:
6 - 8 χρονών

Διάρκεια δραστηριότητας:
2-3 μαθήματα

Περιήληψη:

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά διασχίζουν ένα σάβανο και συμμετέχουν στην ανακάλυψη και διερεύνηση ποικιλίας ζώων που ζουν στο χώρο του σχολείου. Κατά την εξερεύνηση τα παιδιά πρέπει να παρατηρήσουν διάφορα ζώα (αυτόνομα) και να σημειώσουν τις παρατηρήσεις τους στο φύλλο εργασίας που παραέχεται. Έπειτα παρακαλούνται να επιλέξουν ένα ζώο και να φτιάξουν μια σφίδα για το συγκεκριμένο ζώο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τρόποι καταγραφής δεδομένων, όπως ζωγραφική, φωτογράφηση, σημειώσεις.

Στόχος:

Στο τέλος της δραστηριότητας τα παιδιά οφείλουν να είναι σε θέση

- να αναφέρουν διάφορα είδη ζώων που βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο του σχολείου,
- να αναγνωρίσουν τους διάφορους τύπους βιοτόπων που βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο του σχολείου,
- να αναγνωρίσουν τα διάφορα μέρη του σώματος κάποιων ζώων που βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο του σχολείου,
- να συσχετίσουν τα χαρακτηριστικά των ζώων με το βιότοπο που ποσιμούν.

Υλικά:

- Μεγεθυντικός φακός
- Δίσκος/ τρυπίδιο Petri για τη συλλογή των ζώων
- Εξοπλισμός μέτρησης (μετροταινία, χάρακας)
- Φωτογραφικές μηχανές
- Μικρά τινέλα για το χειρισμό των ζώων
- Δίκτυ για λίγες εθν υπάκει θημιούλα κοντά στο σχολείο

Ανακαλύπτουμε ποια ζώα ζουν μέσα και γύρω από το σχολείο

Συγγραφείς: Jenny Byrne & Willeke Rietdijk, University of Southampton,
© 2013 University of Southampton

Η δραστηριότητα ανήκει τις απόψεις των συγγραφέων. Η ΕΕ δεν φέρει καμία ευθύνη για το πώς θα χρησιμοποιηθούν αυτές οι πληροφορίες.



Το παρόν πρόγραμμα Pri-Sci-Net χρηματοδοτήθηκε από το έβδομο πρόγραμμα πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (FP7, 2007-2013) με σύμβαση χρηματοδότησης FP7-266647



9-11
χρονών

pri-sci-net

απορώ
ερευνώ
αξιολογώ
συνδέω**Επιστημονικό περιεχόμενο:**

Βιολογία, Αγωγή Υγείας

Περιεχόμενο δραστηριότητας και λειτουργία:

Ανατομία της καρδιάς, ήχοι καρδιάς, παλμός, πίεση αίματος, αερόβια αεραγωγική άσκηση

Ηλικιακή ομάδα-στόχος:

9-11 χρονών

Διάρκεια δραστηριότητας:

Μέγιστη διάρκεια 3 ώρες

Περιλήψη:

Οι μαθητές θα εξοικειωθούν με την ανατομία της καρδιάς (ή θα επαναλάβουν τις γνώσεις που έχουν ήδη) και θα προσέχουν μεθόδους με τις οποίες μπορούν να μάθουν περισσότερα για την καρδιακή λειτουργία. Θα διαπιστώσουν υποθέσεις για την αύξηση της συχνότητας των καρδιακών παλμών κατά την εκτέλεση διάφορων δραστηριοτήτων και θα τις επαληθεύσουν πειραματικά. Έπειτα θα συγκρίνουν τα αποτελέσματα που βρήκαν και θα εξηγήσουν γιατί υπάρχουν

διαφορές μεταξύ των ατόμων της ομάδας. Οι μαθητές θα εκτιμήσουν την αερόβια τους κατάσταση με βάση τη συχνότητα των καρδιακών παλμών (δοκιμασία Ruffier) και θα συζητήσουν τι είναι καλό για την καρδιά και τι την βλάπτει.

Στόχος:

Στόχος είναι να μάθουν τα παιδιά πώς να μετρούν τη συχνότητα των καρδιακών παλμών κατά την εκτέλεση αεραγωγικής άσκησης, και να τη συσχετίσουν με την αερόβια φυσική κατάσταση. Στόχος είναι επίσης να παρακινήσουμε τους μαθητές να φροντίσουν την αερόβια φυσική κατάσταση τους, βασική προαίτηση για την οποία είναι μια υγιής και δυνατή καρδιά (δηλαδή η δυνατότητα να αντέχουμε στα σπορ κατά την εκτέλεση αεραγωγικής άσκησης).

Υλικό:στηθιακάθια
χρονόμετρο

Το μυστήριο του ανθρώπινου σώματος: Γνώρισε την καρδιά σου

Συγγραφέας: Dagmar Kubatová, PF UJEP Ťstev nad Labem, Czech Republic

Η δραστηριότητα εμπίπτει στις εισηγμένες δραστηριότητες. Η ΕΕ δεν φέρει καμία ευθύνη για το πώς θα χρησιμοποιηθούν αυτές οι πληροφορίες.



Το παρόν πρόγραμμα Pri-Sci-Net χρηματοδοτήθηκε από το εθνικό πρόγραμμα «Πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (π.7, 2007-2013) με σύμβαση χρηματοδότησης op.2666/17



Οι δραστηριότητες για μικρά παιδιά 3-5 ετών (βλ. Πίνακα 2) παρέχουν ευκαιρίες για την διερεύνηση θεμάτων από το φυσικό κόσμο. Ως προς την θεματολογία περιλαμβάνουν 4 δραστηριότητες Βιολογίας («Τι είναι ένα φυτό;», «Φυτεύοντας σπόρους», «Μπορούν τα φυτά να αναπτυχθούν στο σκοτάδι;», «Τι αρέσει στα σαλιγκάρια;»), 7 δραστηριότητες Φυσικής («Τι είναι το χρώμα;», «Ιπτάμενο Μπαλόνι»,

«Ουρανός», «Τι επιπλέει;», «Πώς μπορούμε να βρούμε τον μαγνήτη;», «Παίζοντας με τις σκιές», «Το παιχνίδι της ταλάντωσης»), 1 δραστηριότητα για το έδαφος (Γεωλογία), 1 δραστηριότητα Χημείας («Πού πήγε η ζάχαρη;») και 2 γενικές δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών («Πόσο διαρκεί μια σαπουνόφουσκα;» και «Ανθεκτικοί Τοίχοι»). Αρκετές δραστηριότητες ξεκινούν με μια μικρή ιστορία που τραβά την προσοχή των παιδιών και παρέχει ένα πλαίσιο για τη διερεύνηση. Έχουν διάρκεια 20 λεπτά έως 1 ώρα και ακολουθούν τις παιδαγωγικές μεθόδους μη-τυπικής μάθησης και τις κατευθύνσεις για την διδασκαλία ΦΕ σε μικρά παιδιά (βλ. Tunnicliffe, 2013).

Πίνακας 2: Οι δραστηριότητες PriSciNet για παιδιά 3-5 ετών

	Τίτλος δραστηριότητας	Επιστήμη
1	Πόσο διαρκεί μια σαπουνόφουσκα;	Φυσικές Επιστήμες
2	Τι είναι το χρώμα;	Φυσική
3	Τι επιπλέει;	Φυσική
4	Ιπτάμενο μπαλόνι με ουρά	Φυσική
5	Πως μπορούμε να βρούμε τον μαγνήτη;	Φυσική
6	Φυτεύοντας σπόρους	Βιολογία
7	Μπορούν τα φυτά να αναπτυχθούν στο σκοτάδι;	Βιολογία
8	Τι είναι ένα φυτό;	Βιολογία
9	Παίζοντας με τις σκιές	Φυσική
10	Ο ουρανός!	Φυσική
11	Τι αρέσει στα σαλιγκάρια να τρώνε;	Βιολογία
12	Έδαφος	Γεωλογία, Οικολογία
13	Ανθεκτικοί Τοίχοι	Φυσικές Επιστήμες
14	Το παιχνίδι της ταλάντωσης	Φυσική
15	Που πήγε η ζάχαρη;	Χημεία

Οι δραστηριότητες για παιδιά 6-8 ετών (βλ. Πίνακα 3) είναι πιο δομημένες, δίνουν έμφαση στη μελέτη των ζωντανών οργανισμών και του ανθρώπινου σώματος. Πρόκειται για 9 δραστηριότητες Βιολογίας και συγκεκριμένα 3 δραστηριότητες για ζώα («Η αντίδραση των ζώων στο φως και στην υγρασία», «Ανακαλύπτουμε ποια ζώα ζουν μέσα και γύρω από το σχολείο», «Μυρμήγκια»), 4 δραστηριότητες για φυτά («Φτερωτοί σπόροι», «Από το σπόρο στο νεαρό φυτό», «Προς ποια κατεύθυνση μεγαλώνουν τα φυτά;», «Οι σπόροι απορροφούν νερό;») και 2 δραστηριότητες για το ανθρώπινο σώμα («Οι αισθήσεις και οι αλληλεπιδράσεις τους», «Θέματα καρδιάς»). Υπάρχουν, επίσης, 6 δραστηριότητες Φυσικής («Μαγνήτες», «Ο αέρας ως υλικό σώμα», «Ήχοι», «Κάλυμμα σώματος και μονωτικές ιδιότητες», «Ο κόσμος γύρω μας-σκιές»).

Να σημειωθεί ότι οι δραστηριότητες «Μυρμήγκια» και «Ήχοι» αναπτύχθηκαν από την ομάδα του ΠΤΔΕ Κρήτης. Επιπλέον, οι δραστηριότητες «Μαγνήτες», «Ο αέρας

ως υλικό σώμα» και «Σκιές» εφαρμόστηκαν δοκιμαστικά σε 3 δημοτικά σχολεία του νομού Ρεθύμνου. Επίσης, οι δραστηριότητες «Μαγνήτες», «Σκιές» και «Ήχοι» χρησιμοποιήθηκαν στα εθνικά επιμορφωτικά σεμινάρια.

Πίνακας 3: Οι δραστηριότητες PriSciNet για παιδιά 6-8 ετών

	Τίτλος δραστηριότητας	Επιστήμη
1	Η αντίδραση των ζώων στο φως και στην υγρασία	Βιολογία
2	Ποια ζώα ζουν μέσα και γύρω από το σχολείο;	Βιολογία
3	Αλλαγή της ύλης	Φυσική
4	Ο κόσμος γύρω μας-σκιές	Φυσική
5	Φτερωτοί σπόροι	Βιολογία & Φυσική
6	Μυρμήγκια	Βιολογία
7	Κάλυμμα σώματος και μονωτικές ιδιότητες	Φυσική
8	Από τον σπόρο στο φυτό	Βιολογία
9	Θέματα καρδιάς	Βιολογία
10	Οι αισθήσεις του ανθρώπου και η αλληλεπίδραση τους	Βιολογία
11	Μαγνήτες	Φυσική
12	Ο αέρας ως υλικό σώμα	Φυσική
13	Ήχοι	Φυσική
14	Οι σπόροι απορροφούν νερό;	Βιολογία
15	Προς ποια κατεύθυνση μεγαλώνουν τα φυτά;	Βιολογία

Οι δραστηριότητες για παιδιά 9-11 ετών (βλ. Πίνακα 4) είναι πιο σύνθετες και περιλαμβάνουν 3 δραστηριότητες Χημείας («Όξινο, ουδέτερο ή βασικό», «Όξινη βροχή», «Χρώματα και χρωστικές»), 5 δραστηριότητες Φυσικής («Αέρας», «Πόσο βάρος μπορεί να αντέξει μια χάρτινη γέφυρα;», «Υποβρύχιο ηφαίστειο», «Νερό, Παγόβουνα και Σκάφη», «Ποιος μπορεί να φτιάξει την καλύτερη βάρκα από πλαστελίνη;»). Επίσης υπάρχουν 2 δραστηριότητες Βιολογίας («Το μυστήριο του ανθρώπινου σώματος», «Τι προτιμά το σαλιγκάρι;») 2 δραστηριότητες που συνδυάζουν την Βιολογία με την Εκπαιδευτική Ρομποτική («Ανθρώπινες αισθήσεις», «Ρομπότ Ζώων»), 1 δραστηριότητα που συνδυάζει την Βιολογία με τη Στατιστική («Ασκήσεις Στατιστικής για νεαρούς επιστήμονες»), 1 διαθεματική δραστηριότητα που συνδυάζει τη Βιολογία, την Χημεία, τη Φυσική, τη Γεωγραφία και τις Καλές Τέχνες («Ο χειμώνας έρχεται στην αυλή του σχολείου») και 1 γενική δραστηριότητα που αφορά μετρήσεις. Η δραστηριότητα αυτή καθώς και οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι οι μόνες δραστηριότητες που χρειάζονται εξειδικευμένα όργανα. Οι υπόλοιπες δραστηριότητες μπορούν να υλοποιηθούν σε τυπικές τάξεις με καθημερινά υλικά και αυτοσχέδια μέσα (βλ. Εικόνα 3).

Πίνακας 4: Οι δραστηριότητες PriSciNet για παιδιά 9-11 ετών

	Τίτλος δραστηριότητας	Επιστήμη
1	Αέρας- κάτι περισσότερο από τίποτα	Φυσική
2	Όξινο, ουδέτερο ή βασικό;	Χημεία
3	Μετρήσεις	Φυσικές Επιστήμες
4	Χρώματα και χρωστικές	Χημεία
5	Πόσο βάρος μπορεί να αντέξει μια γέφυρα από χαρτί	Φυσική και Κατασκευές
6	Το μυστήριο του ανθρώπινου σώματος: Γνώρισε την καρδιά σου	Βιολογία,
7	Πρακτικές ασκήσεις στατιστικής για νέους επιστήμονες (Βιολογία)	Στατιστική & Βιολογία
8	Υποβρύχιο Ηφαίστειο	Φυσική
9	Όξινη Βροχή	Χημεία
10	Διδασκαλία της επιστήμης χρησιμοποιώντας τη γλώσσα της φύσης. Ο χειμώνας έρχεται στην αυλή του σχολείου	Βιολογία, Χημεία, Φυσική, Γεωγραφία, Καλές Τέχνες
11	Ανθρώπινες αισθήσεις και αισθητήρες ρομπότ	Ρομποτική & Βιολογία
12	Ζώα και μοντέλα (ρομπότ) ζώων	Ρομποτική & Βιολογία
13	Νερό, παγόβουνα και σκάφη	Φυσική
14	Ποιος μπορεί να φτιάξει την καλύτερη βάρκα από πλαστελίνη;	Φυσική
15	Τι προτιμά το σαλιγκάρι, μαρούλι ή λάχανο;	Βιολογία

Εικόνα 3: Οι δραστηριότητες υλοποιούνται με καθημερινά υλικά: δέκα καθημερινά αντικείμενα για την μελέτη των μαγνητικών φαινομένων στη δραστηριότητα «Μαγνήτες» (επιλογή Ν. Τσαγλιώτης)



3. Η επιμόρφωση εν ενεργεία εκπαιδευτικών στη διδασκαλία με διερεύνηση

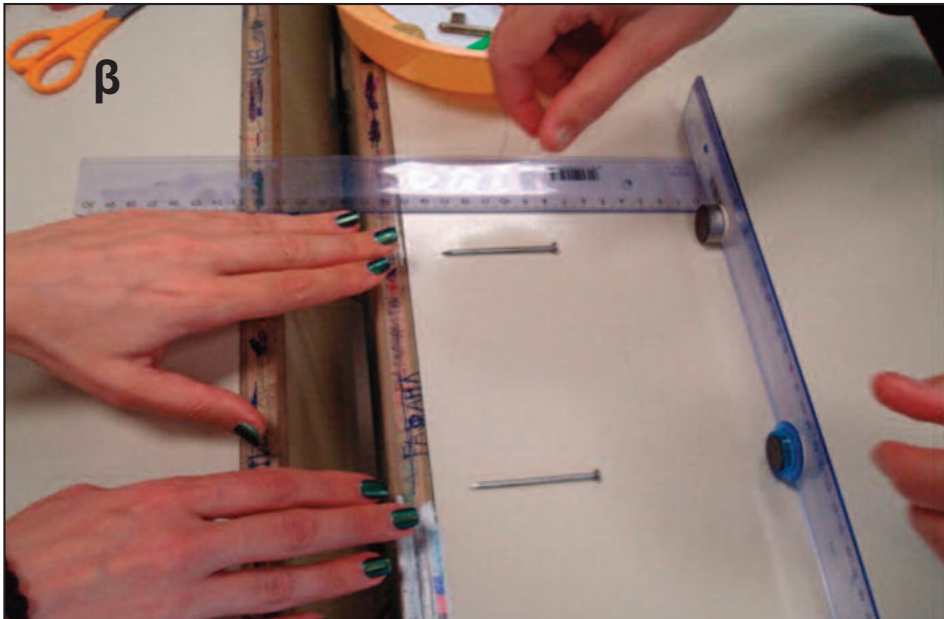
Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών έχει επισημανθεί ως κρίσιμος παράγοντας για την αλλαγή του διδακτικού μοντέλου που χρησιμοποιείται στις ΦΕ και για την επιτυχημένη εφαρμογή της διδασκαλίας που βασίζεται στη διερεύνηση (Rocard, 2007, Osborne & Dillon, 2008, Lena, 2011). Για να βοηθήσει ο εκπαιδευτικός τους μαθητές να μάθουν με διερεύνηση είναι απαραίτητο να έχει ο ίδιος κατανοήσει στην πράξη και όχι μόνο σε θεωρητικό επίπεδο, τι σημαίνει να παρατηρείς, να κάνεις υποθέσεις, προβλέψεις και να σχεδιάζεις μια έρευνα (Harlen & Elstgeest, 2005). Στη διάρκεια του έργου το ΠΤΔΕ Κρήτης διοργάνωσε ένα διεθνές και τέσσερα εθνικά επιμορφωτικά σεμινάρια επιμορφώνοντας συνολικά 139 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς προσχολικής και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στο διεθνές σεμινάριο συμμετείχαν 20 εκπαιδευτικοί από χώρες της Ευρώπης και 10 από την Ελλάδα. Το σεμινάριο αυτό έγινε στο Ρέθυμνο 1-5 Ιουλίου 2013, στην αγγλική γλώσσα με επιμορφωτές εταίρους από το εξωτερικό. Τα εθνικά σεμινάρια είχαν μικρότερη διάρκεια (1,5 ημέρα) και υλοποιήθηκαν στο Ρέθυμνο, στο Ηράκλειο και στην Αθήνα με επιμορφωτές από την ομάδα του Πανεπιστημίου Κρήτης. Και στις δυο περιπτώσεις, υπήρξε θεωρητική παρουσίαση της IBSE και στη συνέχεια έγινε πρακτική υλοποίηση δραστηριοτήτων PriSciNet από τους επιμορφούμενους (βλ. Εικόνες 4 και 5).

Εικόνα 4: Εκπαιδευτικοί υλοποιούν τη δραστηριότητα «Φτερωτοί σπόροι» (6-8 έτη) στο διεθνές σεμινάριο στο Ρέθυμνο. α) σπόροι με πτηνική ικανότητα της φύσης, β) και γ) μοντέλο 'σπόρων' των εκπαιδευτικών





Εικόνα 5: α) Εκπαιδευτικοί υλοποιούν τη δραστηριότητα «Ήχο» (6-8 έτη) στο 2^ο Εθνικό σεμινάριο. β) Εκπαιδευτικοί συγκρίνουν την ισχύ δύο μαγνητών στο 3^ο εθνικό σεμινάριο



4. Η ερευνητική διάσταση του προγράμματος PriSciNet

Αν και το PriSciNet δεν ήταν ερευνητικό πρόγραμμα – ήταν πρόγραμμα Συντονισμένης Δράσης (Co-ordination and Support action) – εν τούτοις ποιοτικά ερευνητικά δεδομένα συλλέχθηκαν από την δοκιμαστική εφαρμογή τριών δραστηριοτήτων σε κάθε χώρα, με κοινό ερευνητικό πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε από τους εταίρους και συμπεριλάμβανε: κλείδα παρατήρησης, ερωτήσεις για τον/την εκπαιδευτικό της τάξης και ερωτήσεις για μαθητές μετά την εφαρμογή. Δεδομένα επίσης συλλέχθηκαν από το ΠΤΔΕ Κρήτης από την αξιολόγηση των επιμορφωτικών σεμιναρίων με ερωτηματολόγιο που σχεδιάστηκε από τον εξωτερικό συνεργάτη της τοπικής ομάδας Βασιλή Κόλλια, από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

4.1. Εμπειρίες από τη Δοκιμαστική εφαρμογή των δραστηριοτήτων

Στο ΠΤΔΕ Κρήτης ανατέθηκε να εφαρμόσει δοκιμαστικά τις δραστηριότητες «Μαγνήτες», «Ο αέρας ως υλικό σώμα» και «Ο κόσμος γύρω μας-Σκιές» από την ηλικιακή ομάδα 6-8 ετών. Η τοπική ομάδα, μετά από μικρή διερεύνηση, επέλεξε να εφαρμόσει τις δραστηριότητες σε τρία δημοτικά σχολεία και συγκεκριμένα σε ένα αστικό σχολείο του Ρεθύμνου, σε ένα ορεινό σχολείο στην επαρχία και σε ένα ημι-αστικό σχολείο λίγο έξω από το Ρέθυμνο. Στα σχολεία αυτά, γνωρίζαμε κάποιους εκπαιδευτικούς οι οποίοι δέχτηκαν να συνεργαστούν σε επίπεδο διευθυντή (επιλογή ευκολίας). Όπως επιβάλλεται στα ευρωπαϊκά προγράμματα τηρήθηκαν όλες οι αρχές δεοντολογίας διεξαγωγής εκπαιδευτικής έρευνας (επίσημη άδεια διεξαγωγής έρευνας και γραπτή συγκατάθεση γονέων για φωτογράφιση και συνέντευξη παιδιών).

Η δραστηριότητα «Μαγνήτες» εφαρμόστηκε στην Γ τάξη Δημοτικού Σχολείου (ηλικίες 8-9 έτη) και οι δραστηριότητες «Αέρας ως υλικό σώμα» και «Ο κόσμος γύρω μας-Σκιές» στην Β' τάξη (ηλικίες 7-8 έτη) και στα τρία σχολεία. Εκπαιδευτικοί και μαθητές δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία στη διδασκαλία με διερεύνηση. Ο πίνακας 5 δείχνει το σχέδιο της εφαρμογής και δημογραφικά στοιχεία των σχολείων ενώ η εικόνα 6 μαθητές στην υλοποίηση της δραστηριότητας «Σκιές».

Πίνακας 5: Δοκιμαστική εφαρμογή στο Ρέθυμνο.
Δημογραφικά στοιχεία των σχολείων

Δραστηριότητα	Σχολείο	Τάξη	Αριθμός Μαθητών	Αγόρια	Κορίτσια
Αέρας	Αστικό	B	23	15	8
Μαγνήτες	Αστικό	Γ	21	11	10
Σκιές	Αστικό	B	23	15	8
Μαγνήτες	Ημι-αστικό	Γ	12 (10 Παρόντες)	6	4
Σκιές	Ημι-αστικό	B	12	4	8
Αέρας	Ημι-αστικό	B	12	4	8
Μαγνήτες	Αγροτικό	Γ+Δ	16 (4+12)	11	5
Σκιές	Αγροτικό	B	8	2	6
Αέρας	Αγροτικό	B	8	3	6

Εικόνα 6: α) Μαθητές συμπληρώνουν φύλλο εργασίας στη δραστηριότητα ΣΚΙΕΣ. Η δραστηριότητα υλοποιήθηκε έξω από την τάξη, με αυτοσχέδια υλικά (β) και μελέτη της αλλαγής της σκιάς μαθητών και επιμορφούμενων εκπαιδευτικών (γ)





Οι εκπαιδευτικοί της τάξης παρακολούθησαν τρίωρο επιμορφωτικό σεμινάριο για την διδασκαλία με διερεύνηση και τις δραστηριότητες PriSciNet καθώς δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία ούτε επιμόρφωση. Δύο μέλη της τοπικής ομάδας (η γράφουσα και ο Ν. Τσαγλιώτης) ήταν παρόντες στις δοκιμαστικές εφαρμογές, μετέφεραν στις τάξεις τα απαραίτητα υλικά, πήραν συνεντεύξεις από τον/την εκπαιδευτικό της τάξης και 4 μαθητές (2 αγόρια και 2 κορίτσια) μετά την εφαρμογή, συμπλήρωσαν την κλειδα παρατήρησης και κατέγραψαν και προσωπικές παρατηρήσεις. Δύο εκπαιδευτικοί από τους έξι ζήτησαν εμείς να υλοποιήσουμε τις δραστηριότητες. Αξίζει να σημειωθεί ότι η υλοποίηση των δραστηριοτήτων αφήνουν χώρο για πρωτοβουλίες. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η δραστηριότητα «Σκιές» υλοποιήθηκε με διαφορετικό τρόπο στο 2^ο Διεθνές επιμορφωτικό σεμινάριο όπως φαίνεται στην εικόνα 7.

Εικόνα 7: Η δραστηριότητα ΣΚΙΕΣ υλοποιήθηκε διαφορετικά στο 2^ο Διεθνές Επιμορφωτικό Σεμινάριο (με φακούς, έτοιμα υλικά)





Στην πιλοτική εφαρμογή καταγράφηκαν ευκαιρίες και δυσκολίες σχετικά με την εφαρμογή της διδασκαλίας ΦΕ που βασίζεται στη διερεύνηση στα δημοτικά σχολεία. Από τις παρατηρήσεις της γράφουσας θετικά σημεία ήταν: α) ο ενθουσιασμός και το ζωνφόρο ενδιαφέρον που έδειξαν οι μαθητές και μαθήτριες για το πρακτικό μέρος των δραστηριοτήτων, β) η πρακτική εμπλοκή των μη-ελληνόφωνων μαθητών, παιδιών οικονομικών μεταναστών, με δυσκολίες στην ελληνική γλώσσα, που κατά δήλωση των δασκάλων δεν συμμετείχαν συνήθως στην παραδοσιακή διδασκαλία, γ) η εκτίμηση των εκπαιδευτικών της τάξης - πλην ενός - ότι ταιριάζουν στο ελληνικό δημοτικό σχολείο και θα τις χρησιμοποιήσουν μελλοντικά και δ) οι πρωτοβουλίες που πήραν εκπαιδευτικοί της τάξης που διευκόλυναν την υλοποίηση των δραστηριοτήτων π.χ. η προσθήκη (φυτικού) χρώματος στο νερό στην δραστηριότητα «Αέρας» (βλ. Εικόνα 8) και η χρήση του πίνακα της τάξης για σύνοψη των ιδεών των μαθητών στη δραστηριότητα «Μαγνήτες».

Εικόνα 8: Ιδέα εκπαιδευτικού της τάξης να προσθέσει (φυτικό) χρώμα στο νερό διευκόλυνε την εφαρμογή της δραστηριότητας «Αέρας» στο ημι-αστικό σχολείο



Στις δυσκολίες καταγράφηκαν: α) η απροθυμία μαθητών να καταγράφουν τις ιδέες τους στα φύλλα εργασίας, β) η αγωνία κάποιων εξ αυτών για την 'σωστή

απάντηση' που τους έκανε να σβήνουν τις προβλέψεις τους όταν δεν επαληθεύονταν εμπειρικά (βλ. Εικόνα 9), γ) ο χρόνος καθώς η προβλεπόμενη διάρκεια (3 ώρες) δεν ήταν αρκετή για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων, λόγω της απειρίας των μαθητών στη διερεύνηση και κατά περίπτωση σε δεξιότητες, όπως για παράδειγμα στη μέτρηση εκατοστών στη δραστηριότητα «Μαγνήτες» στη Γ΄ Τάξη, μέτρηση της σκιάς στην δραστηριότητα «Σκιές» στη Β΄ τάξη στις οποίες ασκούσαν για πρώτη φορά οι μαθητές και δ) ο ένας ή μία εκπαιδευτικός της τάξης δεν ήταν αρκετοί να καθοδηγήσουν όλες τις ομάδες – ιδιαίτερα στο αστικό σχολείο που είχε διπλάσιο αριθμό μαθητών – με αποτέλεσμα οι ερευνητές να λειτουργήσουμε ως βοηθοί εκπαιδευτικού.

Εικόνα 9: Η 'σωστή' απάντηση: μαθητές διόρθωσαν τις προβλέψεις τους όταν δεν επιβεβαιωνόταν εμπειρικά

Υπάρχει σκιά?	
Πρόβλεψη	Παρατήρηση
Nαι	Nαι

Επίσης, λόγω της ανάπτυξης του εκπαιδευτικού υλικού στην Αγγλική γλώσσα από τους εταίρους για πολλούς από τους οποίους τα Αγγλικά ήταν δεύτερη γλώσσα και της μετάφρασης στη συνέχεια του υλικού στην Ελληνική γλώσσα, παρόλο τον χρόνο που διατέθηκε από δυο μέλη της τοπικής ομάδας (γράφουσα και Ν.Τσαγλιώτης) για την επιμέλεια της ελληνικής μετάφρασης, στη δοκιμαστική εφαρμογή εντοπίστηκαν λέξεις στα φύλλα εργασίας που δυσκόλεψαν τους μαθητές και μαθήτριες και οι οποίες ήθελαν απλοποίηση. Για παράδειγμα το ρήμα 'έλκω' στους «Μαγνήτες» που αποδόθηκε πιο απλά ως 'τραβώ'. Εμπειρίες από την πιλοτική εφαρμογή δραστηριοτήτων σε 4 χώρες της κοινοπραξίας (Αγγλία, Γαλλία, Γερμανία και Ελλάδα) παρουσιάστηκαν σε στρογγυλό τραπέζι στο συνέδριο της Ευρωπαϊκής

Ένωσης Ερευνητών Διδακτικής ΦΕ (ESERA) στην Κύπρο το 2013. Η ελληνική παρουσίαση αφορούσε προκαταρκτικά δεδομένα από τις δοκιμαστικές εφαρμογές στην ηλικιακή ομάδα 6-8 ετών. Από τις παρουσιάσεις προέκυψε μια ενιαία δημοσίευση στα πρακτικά του συνεδρίου (Gatt et al., 2014) που κατέληξε στη διαπίστωση ότι στις χώρες αυτές καταγράφηκαν λίγα γλωσσικά προβλήματα σχετικά με τα φύλλα εργασίας που χρειάστηκαν βελτίωση ή απλοποίηση. Οι κύριες δυσκολίες που καταγράφηκαν αφορούσαν γενικότερα εκπαιδευτικά ζητήματα όπως την έλλειψη εμπειρίας των εκπαιδευτικών της τάξης στην διδασκαλία με διερεύνηση, την αυστηρή δομή κάποιων προγραμμάτων σπουδών που δεν άφηναν χώρο και χρόνο για διδασκαλία με διερεύνηση και στην δυσκολία των εκπαιδευτικών και μαθητών να προσαρμοστούν σε ένα νέο τρόπο διδασκαλίας και μάθησης. Αυτά τα ευρήματα δείχνουν ότι χρειάζεται χρόνος για να μπορέσουν τα εκπαιδευτικά συστήματα, οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές, να προσαρμοστούν στη διδασκαλία και μάθηση με διερεύνηση και ότι οι αλλαγές στην διδακτική προσέγγιση και στα προγράμματα σπουδών των ΦΕ θα πρέπει να γίνουν με αργό ρυθμό και οπωσδήποτε να συνοδεύονται από επιμόρφωση και υποστήριξη των εκπαιδευτικών.

4.2. Πως έκριναν οι επιμορφούμενοι εκπαιδευτικοί τα επιμορφωτικά σεμινάρια

Η αξιολόγηση των επιμορφωτικών σεμιναρίων που οργανώθηκαν από το ΠΤΔΕ Κρήτης σχεδιάστηκε από τον Βασίλη Κόλλια καθηγητή στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου, με μια ανοικτή ερώτηση και οκτώ ερωτήσεις τύπου Likert (1-5), διερευνούσε πως οι επιμορφούμενοι αντιλαμβάνονταν όψεις της διερευνητικής μάθησης στις ΦΕ. Το δεύτερο μέρος με τρεις ανοικτές ερωτήσεις εξέταζε την συνολική τους εμπειρία από το σεμινάριο.

Στο διεθνές σεμινάριο συλλέχθηκαν 28 ερωτηματολόγια. Σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι κατάλαβαν καλά το όραμα του PriSciNet για τη διδασκαλία με διερεύνηση. Οι απαντήσεις τους σχετικά με τις αρχές της IBSE ωστόσο ανέδειξαν διαφορές. Για πολλούς η σημαντικότερη διάσταση της είναι η πρακτική εμπλοκή, ενώ από κάποιους δίνεται έμφαση στη δημιουργία κοινοτήτων μάθησης. Οι συνειδητές αξιολογήθηκαν πολύ θετικά. Οι συνολικές κρίσεις για το διεθνές σεμινάριο ήταν πολύ υψηλές στη συνολική ικανοποίηση (4.2) και την ικανοποίηση από τη δομή του σεμιναρίου (4.3), ενώ αξιολογήθηκε όχι μόνο ως ενδιαφέρον και χρήσιμο (4.8) αλλά και ως ευχάριστο (4.8), δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις ευκαιρίες που παρείχε το σεμινάριο για συζητήσεις και αλληλεπίδραση με εκπαιδευτικούς από άλλες χώρες. Πολύ υψηλές ήταν και οι βαθμολογήσεις σχετικά με την κατανόηση του οράματος του PriSciNet (4.4) και των κριτηρίων που ορίζουν μια δραστηριότητα ISBE (4.6).

Στα 4 εθνικά σεμινάρια συμπληρώθηκαν 12, 25, 23 και 25 ερωτηματολόγια αντίστοιχα. Οι επιμορφούμενοι θεώρησαν ως κεντρικά χαρακτηριστικά της διερεύνησης

τη χρήση ίδιων πρακτικών με τους επιστήμονες και την επίλυση προβλημάτων από τους ίδιους τους μαθητές. Καταγράφηκε η ανάγκη για περισσότερη επιμόρφωση, ο φόβος ότι οι δραστηριότητες ενδέχεται να μην υλοποιηθούν ικανοποιητικά στο ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο και εκφράστηκε αμηχανία για την τελική φάση της διερεύνησης, όπου οι μαθητές πρέπει να επιχειρηματολογήσουν και να καταλήξουν σε κοινά αποδεκτές θέσεις. Πιο συγκεκριμένα, στο 4^ο εθνικό σεμινάριο οι επιμορφούμενοι αισθάνθηκαν ότι κατάλαβαν τα κριτήρια της διερευνητικής διδασκαλίας (4.2), αλλά ήταν μάλλον αβέβαιοι για το πόσο είναι εφαρμόσιμη στην Ελλάδα (3.5). Δήλωσαν ότι δεν θεωρούν τη σημασία που δίνεται στη διδασκαλία με διερεύνηση υπερβολική (1.8), αλλά αντίθετα τη θεωρούν πραγματικά χρήσιμη (4.8) και εκτίμησαν ως πολύ σημαντική την ευκαιρία που είχαν να παρακολουθήσουν τα συγκεκριμένα σεμινάρια (4.5). Οι απαντήσεις στις ανοικτές ερωτήσεις ανέδειξαν ως σημαντικές την πολύ καλή κατάρτιση, την επαρκή προετοιμασία και την ικανότητά των επιμορφωτών να δημιουργήσουν ζεστές ανθρώπινες σχέσεις με τους επιμορφούμενους, με κεντρικά σημεία την αυθεντικότητα και την ευκαιρία για προσωπική πρωτοβουλία και δημιουργικότητα. Οι επιμορφούμενοι εκτίμησαν πολύ τις ευκαιρίες να διερευνήσουν, να κάνουν κατασκευές και πειράματα, να επιχειρηματολογήσουν, να απαντήσουν ανοικτά ερωτήματα. Επισήμαναν και ελλείψεις, όπως για παράδειγμα ότι θα ήθελαν να δουν βίντεο από διδασκαλία με διερεύνηση σε πραγματικές τάξεις και ότι θα ήθελαν να είχαν υλοποιήσει περισσότερες δραστηριότητες και από τις άλλες ηλικιακές ενότητες. Και εδώ οι επιμορφούμενοι εκτίμησαν ιδιαίτερα την ευκαιρία που είχαν να επικοινωνήσουν και να συνεργαστούν με συναδέλφους εκπαιδευτικούς και ζήτησαν περισσότερες συναντήσεις, τόσο δια ζώσης όσο και από απόσταση. Οι εμπειρίες από τα επιμορφωτικά σεμινάρια παρουσιάστηκαν με προφορική ανακοίνωση στο 9^ο συνέδριο ΕΝΕΦΕΤ στη Θεσσαλονίκη τον Μάιο του 2015 (Καλαϊτζιδάκη κ.ά., 2015).

5. Συζήτηση

Οι σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των ΦΕ στοχεύουν στην οικοδόμηση επιστημονικών γνώσεων, στην κατανόηση της φύσης της επιστήμης και στην κατανόηση των τρόπων με τους οποίους οικοδομήθηκε η επιστημονική γνώση. Παρόλο που δεν υπάρχει μια επιστημονική μέθοδος και οι ερευνητικές πρακτικές στα διάφορα επιστημονικά πεδία ποικίλουν, εν τούτοις υπάρχουν κάποιες κοινές παράμετροι που στην διδακτική των ΦΕ ονομάζονται 'επιστημονικές διαδικασίες'. Σήμερα οι επιστημονικές διαδικασίες θεωρούνται βασικές συνιστώσες του επιστημονικού γραμματισμού, απαραίτητες όχι μόνο για καριέρα στην επιστήμη, αλλά δεξιότητες ζωής, απαραίτητες για όλους τους μαθητές και μαθήτριες, απαραίτητες για την καθημερινή ζωή (Χαλκιά, 2012). Η διδασκαλία ΦΕ που βασίζεται στην διερεύνηση ασκεί τους μαθητές στις επιστημονικές διαδικασίες μέσω της εμπλοκής τους στη διερεύνηση ενός επιστημονικού ερωτήματος.

Οι διαφορετικές προσεγγίσεις στη βιβλιογραφία για τη διδασκαλία που βασίζεται στη διερεύνηση συνιστούν ένα συνεχές (continuum), από την καθοδηγούμενη διερεύνηση μέχρι την ανοικτή διερεύνηση, ανάλογα με τον βαθμό της καθοδήγησης από τον εκπαιδευτικό σε σχέση με την αυτονομία του μαθητή. Στην καθοδηγούμενη διερεύνηση (guided inquiry) ο εκπαιδευτικός παρέχει το προς διερεύνηση ερώτημα και στη συνέχεια ενθαρρύνει και εποπτεύει τις προτάσεις των μαθητών να το απαντήσουν. Στην άλλη άκρη του συνεχούς βρίσκεται η ανοικτή διερεύνηση (open-ended): Εδώ οι μαθητές επιλέγουν οι ίδιοι το ερώτημα προς διερεύνηση και σχεδιάζουν πως θα το απαντήσουν, με το δάσκαλο να διαμεσολαβεί στην διαδικασία (Trautmann et al., 2004). Προτείνεται αρχικά ο εκπαιδευτικός να καθοδηγεί τους μαθητές σε κάθε φάση της διερεύνησης παρέχοντας το ερώτημα προς διερεύνηση και τον τρόπο εργασίας για την απάντηση του. Αργότερα, καθώς οι μαθητές ασκούνται στις επιστημονικές δεξιότητες, να δώσει σταδιακά μεγαλύτερο βαθμό ελευθερίας στους μαθητές με απώτερο στόχο την ερευνητική τους αυτονομία (Χαλκιά, 2012).

Δύο βασικά αιτήματα των εκπαιδευτικών σχετικά με την αλλαγή στο διδακτικό μοντέλο που χρησιμοποιούν στις ΦΕ είναι η ανάγκη επιμόρφωσης στις νέες παιδαγωγικές μεθόδους και η έλλειψη κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού (Primary Science Education Report, 2005). Το PriSciNet κάλυψε τα δύο αυτά αιτήματα, αναπτύσσοντας εκπαιδευτικό υλικό για τη διδασκαλία ΦΕ που βασίζεται στη διερεύνηση με τη μορφή 45 αυτοτελών δραστηριοτήτων για παιδιά 3-11 ετών και επιμορφώνοντας συνολικά στην Ευρώπη 2019 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς προσχολικής και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Περισσότεροι εκπαιδευτικοί ήρθαν σε επαφή με το PriSciNet και τη διδασκαλία ΦΕ με διερεύνηση στη δοκιμαστική εφαρμογή των δραστηριοτήτων στα δύο διεθνή συνέδρια και στις δράσεις διάχυσης που υλοποιήθηκαν σε κάθε χώρα (π.χ. Καλαϊτζιδάκη, 2014). Οι εκπαιδευτικοί που ήρθαν σε επαφή με το PriSciNet αποτελούν μια κρίσιμη μάζα για την αλλαγή του τρόπου διδασκαλίας των ΦΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η μετάφραση των δραστηριοτήτων σε 15 γλώσσες αναμένεται να αυξήσει την διάχυση και την αξιοποίηση τους στις σχολικές τάξεις στην Ευρώπη.

Το μοντέλο επιμόρφωσης που υιοθετήθηκε στο PriSciNet – θεωρητική παρουσίαση και πρακτική εμπλοκή με το εκπαιδευτικό υλικό – κρίθηκε επιτυχημένο. Οι εκπαιδευτικοί αξιολόγησαν πολύ θετικά τις συνεδρίες και εκτίμησαν την συμμετοχή τους παρόλο που η επιμόρφωση ήταν εθελοντική, χωρίς οικονομικό κίνητρο και υλοποιήθηκε στον ελεύθερο χρόνο των εκπαιδευτικών (Παρασκευή απόγευμα και Σάββατο). Οπωσδήποτε διατύπωσαν την ανάγκη για περισσότερη επιμόρφωση και περισσότερες ευκαιρίες για συνάντηση και ανταλλαγή ιδεών και πρακτικών με άλλους εκπαιδευτικούς.

Οι δραστηριότητες του PriSciNet είναι ως επί τω πλείστον κατευθυνόμενες διερευνήσεις με διαφορετικού βαθμού αυτονομία στους μαθητές. Όλες παρέχουν

ευκαιρία στους μαθητές να εκφράσουν τις ιδέες τους. Στις δραστηριότητες που εφαρμόστηκαν δοκιμαστικά από το ΠΤΔΕ οι μαθητές διατύπωναν ερωτήματα που θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο μιας νέας διερεύνησης.

Στην βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί δυσκολίες στην εφαρμογή της διδασκαλίας ΦΕ με διερεύνηση στα σχολεία, δυσκολίες που καταγράφηκαν και κατά την πιλοτική εφαρμογή εδώ, όπως για παράδειγμα (α) ο χρόνος που απαιτείται, (β) περιορισμοί από τα προγράμματα σπουδών, (γ) ο φόβος των εκπαιδευτικών για το άγνωστο (Trautmann et al., 2004), (δ) η έλλειψη σιγουριάς των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην διδασκαλία θεμάτων των φυσικών επιστημών, (ε) η ανάγκη για βοήθη στην διδασκαλία, και (στ) η έλλειψη χρηματοδότησης (Primary Science Education Report, 2005).

Το PriSciNet έληξε στις 31 Αυγούστου 2014, όμως η επίδραση του συνεχίζεται με την παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού στους προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές μας στο ΠΤΔΕ Κρήτης, με παρουσιάσεις σε συνέδρια διδακτικής ΦΕ (Καλαϊτζιδάκη, 2017), με την συγγραφή άρθρων όπως το παρόν και μεταπτυχιακή έρευνα που βρίσκεται σε εξέλιξη.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανταποκρινόμενη στην διαπιστωμένη ανάγκη βελτίωσης της ποιότητας της εκπαίδευσης στις ΦΕ στην Ευρώπη έχει χρηματοδοτήσει τουλάχιστον δέκα προγράμματα όπως το PriSciNet για την προώθηση της διδασκαλίας των ΦΕ με διερεύνηση στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, στα περισσότερα από τα οποία υπήρχε και ελληνική συμμετοχή (βλ. ενδεικτικά τα υπόλοιπα άρθρα σε αυτό το τεύχος). Τα περισσότερα προγράμματα έχουν παράγει εκπαιδευτικό υλικό. Δημιουργείται το ερώτημα με ποιο τρόπο θα μπορούσε το εκπαιδευτικό υλικό αυτό να γίνει γνωστό και να είναι διαθέσιμο στην εκπαιδευτική κοινότητα της χώρας μας μετά τη λήξη της χρηματοδότησης που συνήθως σταματούν οι δράσεις διάχυσης. Ένα δεύτερο ερώτημα σχετικά με την εφαρμογή της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών με διερεύνηση στο δημοτικό σχολείο στη χώρα μας αφορά την προβληματική κατάσταση που έχει εντοπίσει ο Κουμαράς (2007). Ενώ το γενικό μέρος του τρέχοντος ΔΕΠΠΣ Φυσικών Επιστημών και οι ειδικοί σκοποί του ΑΠΣ του μαθήματος 'Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο' Ε και Στ τάξης Δημοτικού περιλαμβάνουν γνώσεις και δεξιότητες ζωής, στη συνέχεια, οι στόχοι και το περιεχόμενο του μαθήματος υιοθετούν γνωσιοκεντρική προσέγγιση της διδασκαλίας. Επαφίεται στους σχεδιαστές της εκπαιδευτικής πολιτικής στη χώρα μας να διορθώσουν αυτή την αντίθεση και να δημιουργήσουν χώρο στο αναλυτικό πρόγραμμα Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού Σχολείου για διδασκαλία που βασίζεται στη διερεύνηση.

Ευχαριστίες

Το PriSciNet χρηματοδοτήθηκε με από το έβδομο χρηματοδοτικό πλαίσιο (fp7) της ΕΕ, αριθμός συμβολαίου 25647.

Ευχαριστώ θερμά τα μέλη της ομάδας PriSciNet του Πανεπιστημίου Κρήτης Δημήτρη Σταύρου, Αναπληρωτή Καθηγητή Διδακτικής ΦΕ, Νεκτάριο Τσαγλιώτη, δάσκαλο Msc υποψήφιο διδάκτορα ΠΤΔΕ Κρήτης για την καθοριστική συμβολή τους στην υλοποίηση του προγράμματος καθώς και τον Βασίλη Κόλλια Επίκουρο Καθηγητή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την αξιολόγηση των σεμιναρίων. Ευχαριστώ θερμά τους διευθυντές, τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές/τριες των σχολείων που έγιναν οι δοκιμαστικές εφαρμογές. Επίσης ευχαριστώ θερμά τους Διευθυντές: Τ. Σπανέλλη (72^ο ΔΣ Αθηνών), Δημοτικό Σχολείο Λεόντειου Σχολής Πατησίων και Ν. Καρατάσο (50^ο ΔΣ Ηρακλείου Κρήτης) για την φιλοξενία του 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} Εθνικού Σεμιναρίου αντίστοιχα. Ομοίως ευχαριστώ τους σχολικούς συμβούλους Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Αθηνών Ν. Δακοπούλου, Σ Καλογρίδη, Χ Παπαδόπουλο και Π. Πήλιουρα και Στ. Κουτσουράκη, Μ Δρακάκη, Σ. Μαρτίνου, σχολικούς συμβούλους Ηρακλείου Κρήτης, για ενημέρωση και επιλογή των εκπαιδευτικών της περιφέρειας τους και συμμετοχή των ιδίων στα επιμορφωτικά σεμινάρια Αθήνας και Ηρακλείου Κρήτης αντίστοιχα. Ευχαριστώ θερμά τους γονείς των μαθητών των πιλοτικών δοκιμών και τους επιμορφούμενους που έδωσαν την συγκατάθεση τους για δημοσίευση των φωτογραφιών τους.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Καλαϊτζιδάκη, Μ. (2014) Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα PriSciNet. Με στόχο την ποιότητα στην εκπαίδευση. Εφημερίδα *ΚΡΗΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ*. Τρίτη 2 Σεπτεμβρίου 2014.
- Καλαϊτζιδάκη, Μ. (2017, υπό δημοσίευση) Εργαστήριο «Περί Φυτών». Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις για την θεραπεία της τυφλότητας στα φυτά. Στο: Σταύρου, Δ., Μιχαηλίδη Αιμ. & Κοκολάκη Α. (Επιμ). *Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των ΦΕ και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. ΕΝΕΦΕΤ και Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Παν/μιου Κρήτης.
- Καλαϊτζιδάκη, Μ., Κόλλιας, Β., Τσαγλιώτης, Ν., Σταύρου, Δ. & Gatt, S. (2015) *Εμπειρίες από την επιμόρφωση εκπαιδευτικών στη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών με διερεύνηση-ευρωπαϊκό πρόγραμμα PriSciNet*. Στο Ψύλλος Δημ., Μολοχίδης Αν. & Καλλέρη Μ (Επιμ). *Βιβλίο Περιλήψεων 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Δι-*

- δασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές (σελ.61), <http://synedrioenephet-2015.web.auth.gr>
- Κουμαράς, Π. (2007) Τα νέα βιβλία Φυσικών Ε και ΣΤ τάξης του Δημοτικού Σχολείου. Μια κριτική θεώρηση. Ανακτήθηκε από: <https://www.eduportal.gr/koumaras/>
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά Ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.

Ξενογλώσση

- Gatt, S. (2014) Καλαϊτζιδάκη, Μ. (επιμ. ελληνικής έκδοσης) *Δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών με διερεύνηση για παιδιά από 3 εως 11 ετών-priscinet*. Ειδικός Λογαριασμός Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο. ISBN978-960-7143-42-6.
- Gatt, S., Byrne, J., Rietdijk, W., Tunnicliffe, D., Kalaitadaki, M., Stavrou, M., Tzagliotis, N., Gaudiello, I., Zibetti, E, Scheersoi, A., Krämer P. & Papadouris, N. (2014) Adapting IBSE materials across Europe: experiences from the Pri.Sci.Net FP7 Project. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence based Teaching and Coherence in Learning*. Part 16, co-ed. P.Kariotoglou and T. Russell, pp. 22-33, Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association. ISBN: 978-9963-700-77-6
- Harlen, W & Elstgeest, J. (2005) *Διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Βιβλίο «πηγή» (sourcebook) της UNESCO. Μια συνεργατική-βιωματική προσέγγιση στην εκπαίδευση των δασκάλων*. Τυπωθήτω-Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα.
- Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, R. (2007) The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 2, 105-107.
- Keys, C. W. & Bryan, L. A. (2001) Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of research in science teaching*, 38(6), 631-645.
- Lena, P. (2011) International evidence shows teacher preparation is vital. *Perspective on Education: Inquiry-Based Learning*, Wellcome trust 8-11.
- Lunetta V.N., Hofstein, A. & Clough, M. (2007) Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory, and practice. In N, Lederman & S. Abel (Eds,), *Handbook of research on science education* (pp. 393-441), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Murphy, C. & Beggs, J. (2003) Children's perception of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-115
- Murphy, C. Beggs, J., Carlisle, K., Greenwood, J. (2004). Students as 'catalysts' in the

- classroom: the impact of co-teaching between science student teachers and primary classroom teachers on children's enjoyment and learning of science. *International Journal of Science Education*, 26(8), 1023-1035.
- Newman, W., Abel, S., Hubbard, P., McDonald, J., Otaala, J., Martini, M. (2004) Dilemmas of teaching Inquiry in Elementary Science Methods. *Journal of Science Teacher Education* 15(4), 257-279.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008) *Science education in Europe: Critical reflections* (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation.
- Primary Science Education Report *Primary Horizons. Starting out in Science*. Wellcome trust (September 2005) https://wellcome.ac.uk/sites/default/files/wtx026628_0.pdf
- PriSciNet Final Report Summary (2014) Community Research and Development Informal Service CORDIS: Projects and Results, European Commission. Available at http://cordis.europa.eu/result/rcn/176107_en.html
- Psillos, D. & Niedderer, H. (2003) *Teaching and learning in the science laboratory*. Berlin, Germany: Springer.
- Rocard, M. (2007) *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commission. Retrieved from: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Steffensky, M. & Parchmann, I. (2007) The project CHEMOL: Science Education for children Teacher Education for students. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 2, 120-129.
- STIPPS. The Implementation of Scientific Thinking In pre-Primary School Settings. <http://www.scientix.eu/web/guest/projects/project-detail?articleId=96463STIPPS>
- Trautman, N., MaKinster, J., Avery, L. (2004) What makes inquiry so hard? (and why is it worth it?). *Proceedings of the National Association for Research in Science Teaching* (NARST) 2004 Annual Meeting, Vancouver, BC, Canada.
- Tunnicliffe, S.D. (2013) *Talking and Doing Science in the Early Years. A practical guide for ages 2-7*. Routledge, London and New York.

ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

MAPPING THE IMPLEMENTATION OF INQUIRY BASED LEARNING IN A PROVINCIAL SCHOOL

Καλλιόπη Κατσαμποξάκη-Hodgetts

Τμήμα Χημείας

Πανεπιστήμιο Κρήτης

katsamproxaki@uoc.gr

Νικόλαος Χανιωτάκης

Τμήμα Χημείας

Πανεπιστήμιο Κρήτης

nchan@chemistry.uoc.gr

Περίληψη

Με δεδομένο ότι η εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης ευνοεί την αλλαγή των μαθησιακών και διδακτικών πρακτικών μέσα στην τάξη και ότι οι καθηγητές προκειμένου να επιτύχουν τα προσδοκώμενα κριτήρια αντιμετωπίζουν παραπάνω προκλήσεις σε σχέση με το 'παραδοσιακό' μάθημα, επιχειρούμε μία σύντομη περιγραφή της υλοποίησης της διερευνητικής μάθησης σε ένα απομακρυσμένο επαρχιακό σχολείο για δύο χρόνια. Σκοπός μας είναι να αναδείξουμε το πώς άλλαξαν οι αντιλήψεις των μαθητών που συμμετείχαν μέσα από τις δράσεις του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Chain Reaction 2013-2016 και να περιγράψουμε τις πρώτες προσπάθειες μαθητών και καθηγητών να προσεγγίσουν θέματα με διερευνητικό τρόπο. Μέσα από ποσοτικές και ποιοτικές μετρήσεις, ελπίζουμε να ριξουμε λίγο φως στη μεγάλη σημασία του να μην εφαρμόζεται η διερεύνηση μεμονωμένα και ως πυροτέχνημα αλλά να υπάρχει συνέπεια και συνέχεια στις πρακτικές της διερεύνησης καθώς με αυτό τον τρόπο οι αλλαγές στις αντιλήψεις των μαθητών είναι πιο ουσιαστικές.

Λέξεις κλειδιά

Διερεύνηση, Μικρές έρευνες στις φυσικές επιστήμες, Αντιλήψεις μαθητών.

Abstract

Although IBSE practices lend themselves to implementing change in classroom practice, teachers are expected to face difficulties in their attempt to meet expected standards. This paper provides a brief description of an IBSE approach implemented in an idiosyncratic context of a remote underprivileged Greek village, as well as insights on students' perceptions and teachers' unsuccessful initial attempts to engage them. Quantitative and qualitative methods were employed to identify student perceptions and shed some light onto how they view the world of science, the role of their teachers

and the impact of IBSE in their future career choices. We suggest that IBSE implementation should be consistent and continuous throughout secondary education as its impact on student perceptions of their own practices seems to be substantial.

Key words

IBSE, Inquiry, Underprivileged students, Science pathways.

0. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια επιχειρείται μια τάση αναδιάρθρωσης των παραδοσιακών δασκαλοκεντρικών προσεγγίσεων και των προγραμμάτων σπουδών για τις φυσικές επιστήμες (Atwater, 1994, NRC, 2012). Παρατηρείται μια αυξανόμενη τάση των καθηγητών θετικών επιστημών, των εκπαιδευτών και των φορέων χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής να ενθαρρύνουν διδακτικές προσεγγίσεις που εμπλέκουν τους μαθητές σε ουσιαστικές και ρεαλιστικές δραστηριότητες που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες. Σε αυτές οι μαθητές αναλαμβάνουν ενεργά το ρόλο ενός επιστήμονα αποκτώντας εμπειρία από πρώτο χέρι για το τι συνιστά επιστημονική έρευνα (NRC, 2012, Tal et al., 2000). Μέσα από υλικά και πρακτικές της καθημερινής ζωής, οι διερευνητικές προσεγγίσεις διευκολύνουν την βιωματική μάθηση, ωστόσο η διερευνητική μάθηση συχνά αδυνατεί να οδηγήσει σε αντίστοιχη ενσωμάτωση υλικού και να ενταχθεί στο παραδοσιακό πρόγραμμα σπουδών λόγω των περιορισμένων δεδομένων που τεκμηριώνουν την ευεργετική της δράση στην τάξη (Atwater, 1994, NRC, 2012, Saltiel, 2005) καθώς και των αρχικών ενδοιασμών του εκπαιδευτικού προσωπικού.

Σε αυτή την αναφορά επιχειρούμε να κάνουμε μία μικρή παρουσίαση ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων σε σχέση με την εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης σε ένα απομακρυσμένο επαρχιακό ελληνικό γυμνάσιο και λύκειο και να εξετάσουμε το πώς άλλαξαν οι αντιλήψεις των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες καθώς και ο ρόλος των καθηγητών τους μέσα σε δύο έτη εφαρμογής της προσέγγισης αυτής.

1. Θεωρητικό πλαίσιο

Η διερεύνηση είτε ανοικτή είτε κατευθυνόμενη (Sadeh & Zion, 2012) είναι αποτελεσματική μόνο αν οι μαθητές ενθαρρύνονται στο να κάνουν ερωτήσεις και υποθέσεις, να διεξάγουν τα δικά τους πειράματα, να βγάζουν τα δικά τους επιστημονικά συμπεράσματα και να παρουσιάζουν τα ευρήματά τους. Με την προϋπόθεση ότι η προσέγγιση είναι μαθητοκεντρική και με “επίκεντρο πάντα τις ανάγκες του μαθητή ώστε [ο μαθητής] να μπορέσει να παίρνει πρωτοβουλίες, να προτείνει μετά από έρευνα και σκέψη εναλλακτικές δράσεις και κατευθύνσεις τις οποίες θα

ακολουθεί” (Hutchings, 2007), οι μαθητές αποκτούν εμπειρίες μέσα σε ένα ευρύ πλαίσιο πνευματικών και κοινωνικών προκλήσεων και δεξιοτήτων. Αυτό το πλαίσιο περιλαμβάνει την κριτική σκέψη, την ανασκόπηση, την αυτο-κριτική, τη συνεργασία σε ομάδα, την ανεξάρτητη βούληση και σκέψη και τον επιστημονικό γραμματισμό.

Το πρόγραμμα σπουδών της επιστήμης οφείλει να έχει δύο κύριους άξονες: ο ένας επί της διαδικασίας και ο άλλος επί του περιεχομένου, εφόσον θα πρέπει να αντιλαμβανόμαστε την επιστημονική μέθοδο όχι μόνο ως ‘περιεχόμενο επιστημονικού πεδίου’ αλλά και διαδικασία (Capps & Crawford, 2013) κατά την οποία οι μαθητές καλούνται να κατανοήσουν “ποικίλους τρόπους με τους οποίους οι επιστήμονες μελετούν τον φυσικό κόσμο, προτού προτείνουν εξηγήσεις ή λύσεις που βασίζονται σε μετρήσιμα δεδομένα ή αποδεικτικά στοιχεία” (Tseng et al., 2013). Η διερεύνηση είναι πλέον αντιληπτή ως μια παιδαγωγική προσέγγιση που έχει ως στόχο να αναπτύξει τις ερευνητικές δεξιότητες ενός μαθητή μετατοπίζοντας το επίκεντρο της επιστημονικής εκπαίδευσης από την από μνήμης εκμάθηση στη βιωματική κατανόηση των επιστημονικών γνώσεων. Ως εκ τούτου, η μάθηση δεν αντιμετωπίζεται ως μια αμφίδρομη λειτουργία ούτε ως μέσο για την επίτευξη ενός προκαθορισμένου στόχου, αλλά από την άποψη της ‘επικείμενης ανάπτυξης’ των μαθητών (Vygotsky, 1978) που εξελίσσονται μέσα από τη συμμετοχή, την αλληλεπίδραση, τη συνεργασία, την ανταλλαγή γνώσεων και προβληματισμού. Στο ίδιο πνεύμα, οι ερευνητικές πρακτικές διδασκαλίας βασίζονται στην αμφισβήτηση της ιδέας ότι τα επιστημονικά ευρήματα είναι ισχυρά και αμετάκλητα. Αντιθέτως, μέσα από αυτή την διαδικασία, οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι η επιστημονική γνώση αλλάζει και αναθεωρείται συνεχώς εφόσον αλλάζουν και επικαιροποιούνται τα επιστημονικά ευρήματα.

Οι εκπαιδευτικοί διαδραματίζουν απαραίτητο ρόλο στη διευκόλυνση και τη θέσπιση διερευνητικών πρακτικών ως μαθησιακό εργαλείο (Crawford, 2000, Jeanpierre et al., 2005, Keys & Bryan, 2007, Tseng et al., 2013). Ο ρόλος τους συχνά υπερβαίνει εκείνον της απλής διευκόλυνσης μιας βιωματικής εμπειρίας και συχνά ενσωματώνει την ενίσχυση κινήτρων, την τεχνική καθοδήγηση, την καινοτομία πειραματισμού, την έρευνα και τη συνεργασία (Crawford, 2000). Στην πραγματικότητα, η προηγούμενη πειραματική και ερευνητική ‘πειθαρχία’ των εκπαιδευτικών (Breslyn & McGinnis, 2012) καθώς και οι πεπειθήσεις και οι αντιλήψεις τους για την φύση της επιστήμης, την έρευνα και τη διερεύνηση μπορεί να καθορίσουν την επιτυχία ή την αποτυχία της μάθησης μιας επιστήμης (Capps & Crawford, 2013).

Ένας άλλος βασικός προσδιοριστικός παράγοντας των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την εκμάθηση της επιστήμης και το έργο των επιστημόνων μπορεί να είναι ο τρόπος διδασκαλίας (Linn et al., 2004). Οι εκπαιδευτικοί που ακολουθούν μία πιο κονστрукτιβιστική προσέγγιση, προσανατολισμένη στη έρευνα, ενθαρρύνουν τους μαθητές να κάνουν ‘επιστήμη’ παρόμοια με αυτή που πραγματικά διεξάγουν οι επιστήμονες στις εργασίες τους (Breslyn & McGinnis, 2012 Crawford, 2000, NRC,

2012). Αντίθετα, οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι είναι πιο επεξηγηματικοί και τείνουν να καθοδηγούν μέσα από τις διδακτικές τους προσεγγίσεις, παρωθούν τους μαθητές να ασχολούνται με την θεωρία της επιστήμης βιβλιογραφικά και δημιουργούν τις συνθήκες για μια μάθηση που είναι λιγότερο πραγματική σε σχέση με την πειραματική 'δι-εργασία' των επιστημόνων. Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί, ότι ο τρόπος διδασκαλίας που επιλέγουν οι εκπαιδευτικοί συχνά προκύπτει από τις προσωπικές πεποιθήσεις τους για την επιστημονική μέθοδο και πρακτική, καθώς και την αποτελεσματικότητα των ιδίων για τη διδασκαλία της. Επομένως, ο τρόπος διδασκαλίας σε συνδυασμό με την ενθάρρυνση των μαθητών να συνεχίσουν την επιστήμη ως επάγγελμα (Linn et al., 2004) μπορεί να έχει ένα θετικό αποτέλεσμα.

Ωστόσο, εκτεταμένη έρευνα δείχνει ότι οι περισσότεροι μαθητές τείνουν να 'απενεργοποιούνται' γύρω από την επιστήμη στο τέλος του γυμνασίου και ως εκ τούτου λιγότερα άτομα ακολουθούν επιστημονική σταδιοδρομία. Από την άλλη οι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που συμμετέχουν σε διαδικασίες που βασίζονται στην διερεύνηση φαίνεται να κάνουν μια σημαντική στροφή στην κατανόηση της επιστημονικής διαδικασίας, να ενεργοποιούνται μέσα από εσωτερικά και εξωτερικά κίνητρα, να προσδιορίζουν ορθά τη σημασία της συστηματικής ενασχόλησης με πειραματικές μεταβλητές και τη συμβολή της ομαδικής εργασίας και να είναι πρόθυμοι να κάνουν λάθη (Kazempour et al., 2012). Επιπλέον η διερεύνηση έχει αναφερθεί ότι έχει αντίκτυπο ακόμη και σε μαθητές χωρίς εσωτερικά κίνητρα. Όσον αφορά το κίνητρο και το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες, προηγούμενες μελέτες στις ΗΠΑ έδειξαν ότι όσο περισσότερο οι μαθητές παρακολουθούσαν παραδοσιακά μαθήματα φυσικών επιστημών, τόσο λιγότερο τους άρεσαν (Tal et al., 2000). Ωστόσο, είναι αντιληπτό ότι και οι δύο μέθοδοι διδασκαλίας μπορεί να γίνουν αιτία για τη μείωση του επιστημονικού ενδιαφέροντος στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

2. Περίγραμμα μελέτης

Η ενεργή συμμετοχή των μαθητών και η ανάληψη του ρόλου του επιστήμονα ήταν ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της διερευνητικής μάθησης και ο κύριος στόχος του Ευρωπαϊκού Προγράμματος 'Αλυσιδωτή Αντίδραση' (Chain Reaction, <http://www.chreact.eu>). Οι μαθητές κλήθηκαν να λύσουν ένα πραγματικό κοινωνικό πρόβλημα μέσω της επιστήμης και να επινοήσουν μια λύση, ένα σχέδιο ή ένα προϊόν που θα είναι προς όφελος όλων. Η ανάπτυξη και βελτίωση του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών ήταν ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του προγράμματος: οι μαθητές έπρεπε να μάθουν πώς να βρουν αξιόπιστες πηγές στο διαδίκτυο, να αποφεύγουν τη λογοκλοπή, να χρησιμοποιούν τις πηγές και να κάνουν αναφορές κατάλληλα, να καταχωρούν τα στοιχεία τακτικά, να χειρίζονται εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές αποτελεσματικά, να σχεδιάζουν γραφήματα και διαγράμματα, να προετοιμάσουν και να υλοποιήσουν μια επιστημονική παρουσίαση σε ένα

τοπικό συνέδριο και να φτιάξουν μαζί μια επιστημονική αφίσα (poster) όπου θα συνοψίζουν τη μέθοδο και τα ευρήματά τους.

Το σχολείο στο οποίο πραγματοποιήθηκε η μελέτη είχε ιδιαίτερες συνθήκες μάθησης καθώς οι μαθητές προέρχονταν από χωριά της ορεινής περιοχής της Κρήτης με υψηλό δείκτη αναλφαβητισμού. Οι μαθητές λόγω της έλλειψης τακτικής συγκοινωνίας του χωριού που κατοικούσαν και την περιοχή που βρισκόταν το σχολείο έπρεπε να έχουν ολοκληρώσει τυχόν πειράματα κατά τις ώρες λειτουργίας του σχολείου καθώς λίγοι μαθητές είχαν πρόσβαση στο διαδίκτυο έτσι ώστε η επικοινωνία να γίνεται εξ' αποστάσεως.

Κατά το πρώτο έτος υλοποίησης του προγράμματος, οι μαθητές εργάστηκαν στο θέμα *'Τροφή για τον κόσμο'*, σχετικό με την καλλιέργεια φυτών, τον κύκλο του αζώτου, και τη χρήση λιπασμάτων. Το δεύτερο έτος εργάστηκαν στο θέμα, *'Πράσινη Θέρμανση'*, όπου σκοπός της έρευνας ήταν η δημιουργία ηλιακού θερμοσίφωνα και η κατανόηση των τύπων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και της απορρόφησης της θερμότητας ανάλογα με το χρώμα και το είδος κάθε επιφάνειας.

Οι μαθητές υλοποίησαν τα παραπάνω με διαφορετικούς επιβλέποντες καθηγητές, οι οποίοι όμως είχαν την ίδια εκπαίδευση σχετικά με τη διερευνητική προσέγγιση που κλήθηκαν να ακολουθήσουν. Κατά την εκπαίδευση δόθηκε έμφαση στην ανάγκη προσέγγισης θεμάτων επιστημονικού γραμματισμού, την κατανόηση ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών, το σχεδιασμό γραφημάτων, την ακρίβεια των μονάδων μέτρησης, την κατασκευή επιστημονικού poster και τον τρόπο δόμησης και παρουσίασης προφορικής επιστημονικής ανακοίνωσης μέσα από ομαδοσυνεργατικές και συμμετοχικές δράσεις. Κατά τη διάρκεια της έναρξης του προγράμματος ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς να μην καθοδηγούν αλλά να συντονίζουν την έρευνα των μαθητών, επιτρέποντάς τους να αυτενεργούν και να κάνουν λάθη. Επίσης, σημαντικό μέρος της διαδικασίας ήταν το ότι οι εκπαιδευτικοί καλούνταν να απαντούν στις ερωτήσεις των μαθητών με άλλες ερωτήσεις που τους κατηύθυναν σε περαιτέρω έρευνα ή άλλες πηγές και πρακτικές.

3. Συλλογή Δεδομένων

Είκοσι μαθητές συμμετείχαν στο πρόγραμμα το 2014 και είκοσι το 2015, ηλικίας 15 και 16 ετών, αντίστοιχα. Στο τέλος του πρώτου και του δεύτερου έτους, οι μαθητές και οι καθηγητές τους ερωτήθηκαν και συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο (Katsamproxaki-Hodgetts et al., 2015) που είχε ως στόχο να αναλύσει την αντίληψη των μαθητών για τη φύση της επιστήμης, το ρόλο του εκπαιδευτικού καθώς και των επιπτώσεων των δράσεων των μαθητών στις μελλοντικές επιλογές σταδιοδρομίας τους. Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν μικτές μέθοδοι με τις οποίες συλλέχθηκαν ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα προκειμένου να παρέχουμε μια ολοκληρωμένη ανάλυση της ερώτησης υπό διερεύνηση. Και οι δύο μορφές δεδομένων

συλλέχθηκαν συγχρόνως και στη συνέχεια ενσωματώθηκαν στην ερμηνεία των συνολικών αποτελεσμάτων.

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ήταν οι εξής:

1. Θέλετε να γίνετε επιστήμονας;
2. Τι σας αρέσει περισσότερο κατά τη διάρκεια της έρευνάς σας;
3. Συμμετείχατε στις συζητήσεις στην τάξη;
4. Πόσο δύσκολο ήταν να παραδεχτείτε το λάθος ή όταν μαθαίνατε ότι κάνατε λάθος;
5. Εξηγήσατε γραφήματα, διαγράμματα και τα ευρήματα σας στην τάξη;
6. Παρείχατε αποδείξεις για τους ισχυρισμούς και τα συμπεράσματα που βγάζατε;
7. Ο δάσκαλός σας έδειξε προσωπικό ενδιαφέρον στο να σας βοηθήσει με την έρευνά σας ;
8. Ο δάσκαλός σας βοήθησε κάθε φορά που δυσκολευόσασταν;
9. Ο δάσκαλός σας έλεγχε την πρόοδο της έρευνάς σας;
10. Οι ερωτήσεις του δασκάλου σας βοήθησαν να αποκτήσετε καλύτερη κατανόηση για αυτό που ερευνούσατε;

4. Αποτελέσματα

Μετά το ερωτηματολόγιο ζητήθηκε από δύο μαθητές να εξηγήσουν με δικά τους λόγια γιατί επέλεξαν την κάθε απάντηση.

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των καθηγητών κατά τη διάρκεια συνεντεύξεων και συμπλήρωσης ερωτηματολογίου τύπου ανοικτών ερωτήσεων, παρατηρήθηκε ότι οι καθηγητές του δευτέρου έτους δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία σχετικά με τη διερευνητική μέθοδο ενώ οι μαθητές που συμμετείχαν είχαν ήδη εμπειρία επί της διαδικασίας από τον προηγούμενο χρόνο.

Παρά την απειρία των εκπαιδευτικών ήταν εντυπωσιακό το μεγάλο χάσμα μεταξύ των μαθητών των αρχικών και τελικών προτάσεων τους για τα υλικά, τις μεταβλητές, τις μεθόδους και τα μέσα διερεύνησης μέσα στην ίδια χρονιά. Για παράδειγμα, όσον αφορά τα υλικά που θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για την 'Πράσινη Θέρμανση', οι μαθητές πρότειναν μέχρι και άμμο, πλαστελίνη, ένα ξύλινο κιβώτιο ή ένα μπαλόνι. Όσον αφορά το μέσο μέτρησης πρότειναν θερμομέτρα, αλλά χωρίς να γνωρίζουν ότι θα πρέπει να χρησιμοποιούν το ίδιο όργανο για όλες τις μετρήσεις για να συνάδει η μέτρηση με τις αρχές της συνέπειας, ακρίβειας και αξιοπιστίας.

Οι απαντήσεις των μαθητών στην πρώτη ερώτηση υποδεικνύουν φανερά ότι κατά το δεύτερο έτος της εφαρμογής της διερεύνησης οι μαθητές απέκτησαν περισσότερο

σαφείς απόψεις σχετικά με την επιλογή τους για το μέλλον της σταδιοδρομίας τους. Ενώ κατά το πρώτο έτος οι μαθητές δεν ήταν σίγουροι για το αν θα πρέπει να ακολουθήσουν μια επιστημονική σταδιοδρομία (44%), το επόμενο έτος υπήρξε μια σημαντική αύξηση των προτιμήσεων των μαθητών να ακολουθήσουν την επιστημονική σταδιοδρομία (35% έναντι 19%), ενώ οι αρνητικές απαντήσεις παρέμειναν στο ίδιο επίπεδο με αυτό του προηγούμενου έτους. Στις συνεντεύξεις οι μαθητές τόνισαν ότι μόνο αναλαμβάνοντας το ρόλο του επιστήμονα θα μπορούσαν να επιλέξουν ένα τέτοιο επάγγελμα.

Όταν μετά από ένα χρόνο πιλοτικής διερευνητικής μάθησης ζητήθηκε από τους μαθητές να αναφέρουν τι τους άρεσε περισσότερο κατά τη διάρκεια του προγράμματος, φάνηκε να προτιμούν να εργάζονται σε ομάδες (60%), γεγονός που δε φαίνεται να διαφέρει από τις τάσεις ως προς τα πρότζεκτ, ενώ κατά το δεύτερο έτος οι μαθητές διαχωρίστηκαν μεταξύ αυτών που τους άρεσε να εργάζονται σε ομάδες (35%) και εκείνων που προτιμούσαν την παρουσίαση των ευρημάτων τους στην ολομέλεια της τάξης (30%). Πιο συγκεκριμένα, μέρος της τυπικής διαδικασίας στην τάξη κατά τη διάρκεια του έργου ήταν ότι οι μαθητές συζητούσαν σε ομάδες ακολουθώντας παράλληλα αλλά σχετικά διαφορετικά μονοπάτια από τις υπόλοιπες ομάδες. Στη συνέχεια η ολομέλεια συντονιζόταν από τους εκπαιδευτικούς, ώστε να διευκρινιστούν ζητήματα που δημιουργούσαν σύγχυση, να δοθούν τακτικές ενημερώσεις και ανατροφοδότηση σχετικά με την αντίστοιχη έρευνα και να σχεδιαστεί η πορεία της μελλοντικής δράσης τους. Είναι και πάλι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε ότι το ποσοστό των μαθητών που συμμετείχαν σε συζητήσεις σχεδόν διπλασιάστηκε μετά το δεύτερο έτος εφαρμογής της διερεύνησης (Ερώτηση 3: 80%).

Επιπλέον άρχισε να μεταβάλλεται η στάση των μαθητών απέναντι στο λάθος καθώς παρατηρούμε μια σαφή μετατόπιση του ποσοστού των μαθητών που βεβαιώνουν ότι δεν ήταν δύσκολο να παραδεχτούν το σφάλμα όταν το ανακάλυπταν από το 72% στο 90% μεταξύ των δύο ετών (Ερώτηση 4). Όταν ερωτήθηκαν οι μαθητές, τόνισαν τη σημασία που είχαν γι' αυτούς οι καθοδηγητικές και επεξηγηματικές ερωτήσεις των καθηγητών τους. Παράλληλα, σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ετών σημειώθηκε στην έμφαση των εκπαιδευτικών στη γνώση και την πρακτική χρήση των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών, τη δημιουργία γραφημάτων και πινάκων γραφής και παρουσίασης των ευρημάτων τους. Στην πραγματικότητα, το 74% των μαθητών το 2015 (κατά αντιστοιχία το 16% μόνο το 2014) παρατήρησε μία αυξητική τάση στη χρήση γραφημάτων και πινάκων κατά τη διάρκεια της παρουσίασης των ευρημάτων. Μια παρόμοια ενίσχυση της τάσης των μαθητών να χρησιμοποιούν τις δεξιότητες επιστημονικού γραμματισμού μετά τη συμμετοχή τους στα εργαστήρια φυσικών επιστημών έχει επίσης τεκμηριωθεί στη βιβλιογραφία (Gormally et al., 2009).

Όλα τα παραπάνω μπορεί να είναι ενδεικτικά όχι μόνο της αλλαγής στάσης εκ μέρους των μαθητών αλλά και απόδειξη της αυτονομίας των μαθητών και της

αύξησης της συμμετοχής τους λόγω της εξοικείωσης τους με αυτή την προσέγγιση. Οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών την πρώτη φορά που συμμετείχαν σε μία τόσο διαφορετική διδακτική προσέγγιση ίσως να ήταν λιγότερο θετικές αρχικά, καθώς μπορεί να μην είχαν συνηθίσει να παράγουν έργο παρά μόνο με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Στην πραγματικότητα, η διερευνητική προσέγγιση είναι πιο χρονοβόρα και οι μαθητές έχουν την τάση να προτιμούν την απομνημόνευση και να αντιπαθούν την επιπλέον εργασία που απαιτείται για να επεξεργαστούν και να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα μέσα από τη δική τους αυτενέργεια (Gormally et al., 2009). Υπό το πρίσμα αυτό οι απαντήσεις των μαθητών σε αυτή τη μελέτη σχετικά με τη συμβολή και το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών φαίνονται μάλλον αρνητικές με την πρώτη ματιά, καθώς μόνο το 63% από αυτούς δηλώνουν ότι οι δάσκαλοί τους έδειξαν προσωπικό ενδιαφέρον να βοηθήσουν, ενώ το 16% από αυτούς εξέλαβαν τη συμβολή και το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών ως μάλλον αμελητέα. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η παρέμβαση των εκπαιδευτικών αναμενόταν να είναι ελάχιστη και ήταν απαραίτητη μόνο εφόσον όφειλαν να διορθώσουν παρανοήσεις μαθητών ή όταν παρατηρούνταν γνωστικά εμπόδια. Παράλληλα, οι εκπαιδευτικοί στην προσπάθειά τους να συντονίσουν έπρεπε να ελέγξουν την πρόοδο των μαθητών τους καθ' όλη τη διαδικασία της έρευνας, γεγονός που τεκμηριώνεται από το 53% των μαθητών.

Ωστόσο, ο συντονισμός και η ανατροφοδότηση ήταν αναπόσπαστο μέρος της διδακτικής πρακτικής και λάμβανε χώρα με τη μορφή ερωτήσεων που οδηγούσε τους μαθητές σε περαιτέρω έρευνα. Σε σύγκριση με τις παραδοσιακές προσεγγίσεις, φαίνεται ότι αυτή η έλλειψη ανατροφοδότησης τύπου σωστό/λάθος και η όχι όπως συνηθίζεται άμεση διόρθωση σφαλμάτων μπορεί να ευθύνεται για τη θολή αντίληψη των μαθητών σχετικά με τη συμβολή των εκπαιδευτικών τους. Το γεγονός ότι δόθηκε η ευκαιρία να λύσουν οι μαθητές επιστημονικά εμπόδια μόνοι τους επιβεβαιώνεται όταν ρωτήθηκαν εάν οι δάσκαλοι τους βοήθησαν αν σκόνταφταν πάνω σε κάτι: ένα συγκλονιστικό 47 % των μαθητών δεν ήταν σίγουροι, ενώ το 11% είπε όχι. Παρά το γεγονός αυτό, αποτελεί σαφή ένδειξη ότι το δεύτερο έτος εφαρμογής της διερεύνησης, οι καθηγητές ακολούθησαν τις κατευθυντήριες γραμμές που τους δόθηκαν με το 94% των μαθητών να αναφέρουν ότι οι ερωτήσεις των καθηγητών τους, τους βοήθησαν να αποκτήσουν μια καλύτερη κατανόηση των θετικών επιστημών. Επίσης το 84% από αυτούς δήλωσαν ότι οι καθηγητές τους τους ζητούσαν συνεχώς να προσκομίσουν αποδεικτικά στοιχεία για οποιοσδήποτε ισχυρισμούς.

5. Συμπεράσματα

Η παραπάνω έρευνα πραγματοποιήθηκε με μικρό δείγμα μαθητών σε ένα επαρχιακό σχολείο της Κρήτης και είναι σαφώς δύσκολο να βγάλουμε γενικά συμπεράσματα. Παρ' όλα αυτά, φάνηκε ότι η παραδοσιακή μέθοδος διδασκαλίας όπου

τα πειράματα ακολουθούν πρωτόκολλα τύπου 'συνταγής μαγειρικής' δεν είναι πλέον η μοναδική ή απαραίτητα η ενδεδειγμένη λύση. Ήταν επίσης φανερό ότι όταν η επιστήμη δε διδάσκεται μόνο ως γνωστικό αντικείμενο αλλά παράλληλα βιώνεται από τους μαθητές ως ενεργή διαδικασία, συμβάλλει αποτελεσματικά στον επιστημονικό γραμματισμό τους και στην αλλαγή των αντιλήψεών τους σχετικά με την επιστημονική τους σταδιοδρομία. Γι' αυτό, η εισαγωγή πρακτικών διερεύνησης σε όλες τις βαθμίδες και αντικείμενα ίσως βοηθήσει και ενθαρρύνει τους μαθητές να μάθουν να ερευνούν, να κρίνουν και να παράγουν έργο αυτενεργώντας.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους καθηγητές κ. Ιωάννη Νικολάου και Στυλιανό Σταυγιαννουδάκη που με τη συμμετοχή τους και την συμβολή τους βοήθησαν στο να γίνει αξιολόγηση και ανασκόπηση της υλοποίησης του προγράμματος. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την κ. Μαρία Φουσκάκη που συντόνισε το μεγαλύτερο κομμάτι του έργου και τις καθηγήτριες κ. Δήμητρα Λάμπου και κ. Νεκταρία Αρχοντάκη που συμμετείχαν στο πρόγραμμα κατά το πρώτο έτος.

"The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme fp7/2007-2013 under grant agreement No [321278]." <http://www.chreact.eu>

Βιβλιογραφία

- Atwater, M.M. (1994) Research on cultural diversity in the classroom. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*, (pp. 558 -576). New York: Macmillan.
- Breslyn, W. & McGinnis, J. R. (2012) A comparison of exemplary biology, chemistry, earth science, and physics teachers' conceptions and enactment of inquiry. *Science Education*, 96(1), 48-77.
- Capps, D. K. & Crawford, B. A. (2013) Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening?. *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526.
- Crawford, B. A. (2000) Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of research in science teaching*, 37(9), 916-937.
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B. & Armstrong, N. (2009) Effects of inquiry-based learning on students' science literacy skills and confidence. *International journal*

for the scholarship of teaching and learning, 3(2), 16.

- Hutchings, W. (2007) *Enquiry-based learning: Definitions and rationale*. Manchester: Centre for Excellence in Enquiry-Based Learning, University of Manchester. Retrieved from http://www.ceeb.l.manchester.ac.uk/resources/papers/hutchings_2007_definingebl.pdf.
- Jeanpierre, B., Oberhauser, K. & Freeman, C. (2005) Characteristics of professional development that effect change in secondary science teachers' classroom practices. *Journal of research in science teaching*, 42(6), 668-690.
- Katsampoxaki-Hodgetts, K., Fouskaki, M., Siakavara, K., Moschochoritou, R. & Chaniotakis, N. (2015) Student and Teacher Perceptions of Inquiry Based Science Education in Secondary Education in Greece. *American Journal of Educational Research*, 3(8), 968-976.
- Kazempour, M., Amirshokoohi, A. & Harwood, W. (2012) Exploring students' perceptions of science and inquiry in a reform-based undergraduate biology course. *Journal of College Science Teaching*, 42(2), 38.
- Keys, C. W. & Bryan, L. A. (2001) Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of research in science teaching*, 38(6), 631-645.
- Linn, M. C., Davis, E. A. & Bell, P. (2004) *Internet environments for science education*, Mahwah, NJ: Erlbaum
- National Research Council. (2012) *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Sadeh, I. & Zion, M. (2012) Which type of inquiry project do high school biology students prefer: Open or guided?. *Research in Science Education*, 42(5), 831-848.
- Saltiel, E (2005) *Inquiry-Based Science Education: Applying it in the Classroom*. Retrieved from <http://www.cienciaviva.pt/proyectos/pollen/guia.pdf>
- Tal, T., Geier, R. & Krajcik, J. (2000) Urban students' beliefs about science in an inquiry-based classroom. Paper presented in the *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, New Orleans, LA.
- Tseng, C. H., Tuan, H. L. & Chin, C. C. (2013) How to help teachers develop inquiry teaching: Perspectives from experienced science teachers. *Research in Science Education*, 43(2), 809-825.
- Vygotsky, L. S. (1978) In M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman. *Mind in society: The development of higher psychological processes*.

ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ‘ΥΠΕΥΘΥΝΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ’ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

TOWARDS THE EMBEDMENT OF RESPONSIBLE RESEARCH AND INNOVATION IN SCIENCE EDUCATION

Φωτεινή Χαϊμαλά
Ομάδα Εκπαιδευτικής Έρευνας και Αξιολόγησης,
Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ)
haimala@iacm.forth.gr

Περίληψη

Η εργασία αυτή εστιάζει στη σχέση ανάμεσα στην ‘Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία’ (ΥΕΚ) και στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ). Ο στόχος της εργασίας είναι διττός: από τη μια πλευρά στοχεύει να αναδείξει την αναγκαιότητα μορφοποίησης ενός ολιστικού και συνετικού πλαισίου που να διευκολύνει την ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ – κάτι που επιχειρείται μέσω της συνθετικής επισκόπησης της βιβλιογραφίας αναφορικά με τη σχέση της ΥΕΚ και της διδασκαλίας των ΦΕ. Από την άλλη πλευρά, η εργασία αποσκοπεί να παρουσιάσει το πλαίσιο του ερευνητικού έργου EN-GAGE και να συζητήσει τη δυναμική του ως ένα ολιστιστικό πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ – με έμφαση στην προστιθέμενη αξία που έχει δυνητικά σε επίπεδο ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων στις ΦΕ και σε επίπεδο εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη.

Λέξεις κλειδιά

Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία (ΥΕΚ), Πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), Ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων στις ΦΕ.

Abstract

This paper focuses on the relationship between Responsible Research and Innovation (RRI) and Science Education (SE). The aim of the paper is twofold: on the one hand it aims to discuss the need for developing a comprehensive and coherent framework that allows the integration of aspects of RRI in SE – which is

attempted through a synthetic literature review on the relationship between RRI and SE. On the other hand this paper presents the framework of the ENGAGE project and discusses its potential as a comprehensive and coherent approach for embedding aspects of RRI in SE – with an emphasis on the framework’s added value at the levels of curriculum development and educational practice.

Key words

Responsible Research and Innovation (RRI), Science Education, Framework for embedding RRI in science education, Science education curricula development.

0. Εισαγωγή

Ο αιώνας μας χαρακτηρίζεται από τον ταχύ ρυθμό της επιστημονικής προόδου και της τεχνολογικής ανάπτυξης. Ανακαλύψεις και καινοτομίες που σχετίζονται με διάφορους αναδυόμενους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας – όπως η νανοτεχνολογία, η τεχνητή νοημοσύνη, η βιοτεχνολογία – αναδεικνύουν ζητήματα που συνδέονται στενά με πτυχές της καθημερινής ζωής των ανθρώπων, για παράδειγμα με την υγεία, την ενέργεια, το περιβάλλον. Ο αντίκτυπος των ανακαλύψεων και των καινοτομιών της επιστήμης και της τεχνολογίας τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο είναι συχνά απρόβλεπτος. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο οι πολίτες της σύγχρονης εποχής είναι αναγκαίο να αναπτύξουν κατανόηση των δυνητικών οφελών και των κινδύνων των επιστημονικών και τεχνολογικών εξελίξεων, αποτελεσμάτων και καινοτομιών, ώστε να είναι σε θέση να λαμβάνουν υπεύθυνες αποφάσεις σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο (Sutcliffe, 2011). Η αναγκαιότητα για ενεργή συμμετοχή κοινωνικών φορέων και πολιτών στις διαδικασίες και στα αποτελέσματα της έρευνας και της τεχνολογίας – με απώτερο στόχο την πραγμάτευση των μεγάλων προκλήσεων της εποχής μας (όπως κλιματική αλλαγή, ενεργειακή κρίση, υγεία, κλπ.) – έχει πρόσφατα εκφραστεί σε επίπεδο χάραξης ευρωπαϊκών πολιτικών μέσω του πλαισίου ‘Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία’ (Responsible Research and Innovation – RRI).

Το πλαίσιο ‘Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία’ (YEK) έχει διατυπωθεί σχετικά πρόσφατα και οι έννοιες που εμπεριέχονται σε αυτό βρίσκονται υπό συζήτηση και διαμόρφωση. Ο πιο δημοφιλής ίσως ορισμός της YEK στη βιβλιογραφία έχει προταθεί από τον Von Schomberg (2013:19), σύμφωνα με το οποίο η YEK είναι:

“μια διαφανής και διαδραστική διαδικασία μέσω της οποίας κοινωνικοί φορείς και φορείς της καινοτομίας ανταποκρίνονται στις αμοιβαίες απαιτήσεις, με σκοπό την (ηθική) αποδοχή, τη βιωσιμότητα και την κοινωνική αποδοχή των διαδικασιών της καινοτομίας”.

Ο παραπάνω ορισμός είναι αρκετά ευρύς και επιτρέπει διαφορετικές αναγνώσεις αναφορικά με το πώς η διαδικασία αυτή μπορεί να επιτευχθεί στην πράξη και τί είναι αυτό που την καθιστά αποτελεσματική. Κοινός τόπος στις διάφορες αναγνώσεις είναι η αναγκαιότητα της εμπλοκής της κοινωνίας στην έρευνα και την καινοτομία, με βάση την υπόθεση ότι οι διαδικασίες και τα αποτελέσματα της έρευνας και της καινοτομίας θα πρέπει να είναι κοινωνικά επιθυμητά και ηθικά αποδεκτά, δηλαδή ευθυγραμμισμένα με τις αξίες, τις ανάγκες και τις προσδοκίες της κοινωνίας (Stahl, 2013).

Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) έχει τη δυνατότητα να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο βασικό ζητούμενο του πλαισίου της ΥΕΚ, δηλαδή στη σύνδεση της επιστήμης με την κοινωνία (Ratcliffe & Grace, 2003, Ryan, 2015): από τη μια πλευρά, μπορεί να εφοδιάσει τους μελλοντικούς πολίτες με γνώσεις και ικανότητες που επιτρέπουν την καλύτερη κατανόηση της επιστήμης και της τεχνολογίας, έτσι ώστε αυτοί να μπορούν να συμμετέχουν ενεργά σε κοινωνικό διάλογο και να παίρνουν υπεύθυνες αποφάσεις. Από την άλλη, μπορεί να εφοδιάσει τους μελλοντικούς ερευνητές και επιστήμονες με τις απαραίτητες γνώσεις και εργαλεία για να μπορούν να συμμετέχουν στις ερευνητικές διεργασίες με κοινωνικά υπεύθυνο τρόπο (European Commission, 2014). Ο σημαντικός ρόλος της εκπαίδευσης στις ΦΕ στην πραγμάτωση διαδικασιών και αποτελεσμάτων του πλαισίου της ΥΕΚ έχει αναγνωρισθεί σε επίπεδο χάραξης πολιτικών, καθώς η εκπαίδευση στις ΦΕ έχει προταθεί ως μια από τις έξι περιοχές εστίασης του πλαισίου της ΥΕΚ – με τις άλλες περιοχές εστίασης να είναι η εμπλοκή, η ισότητα φύλων, η ηθική, η ανοιχτή πρόσβαση και η διακυβέρνηση (Sutcliffe, 2011).

Υπό το πρίσμα των παραπάνω εξελίξεων, η εργασία αυτή εξετάζει την ΥΕΚ σε συνάρτηση με τη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ. Με δεδομένο ότι το πλαίσιο της ΥΕΚ βρίσκεται υπό συζήτηση και διαμόρφωση τόσο στο επίπεδο χάραξης πολιτικής όσο και στο επίπεδο εφαρμογής, ξεκινάμε την εργασία εξετάζοντας τις διάφορες προσεγγίσεις για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Η επισκόπηση εγγράφων εκπαιδευτικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και εκθέσεων που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια ερευνητικών έργων αναδεικνύει την αναγκαιότητα καθορισμού ενός ολιστικού και συνεκτικού πλαισίου ενσωμάτωσης πτυχών της ΥΕΚ στη διδασκαλία των ΦΕ, το οποίο να έχει τη δυναμική να πληροφορήσει συνδυαστικά τα διάφορα εκπαιδευτικά επίπεδα (μάκρο-επίπεδο: χάραξης πολιτικής, μέσο-επίπεδο: ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, μικρο-επίπεδο: εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη). Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το πλαίσιο ενσωμάτωσης πτυχών της ΥΕΚ στη διδασκαλία ΦΕ του έργου ENGAGE, και συζητάμε την προστιθέμενη αξία του σε μέσο- και μικρο- εκπαιδευτικά επίπεδα. Η εργασία ολοκληρώνεται με ενδείξεις και προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση της προστιθέμενης αξία του πλαισίου ενσωμάτωσης του ENGAGE σε μάκρο- εκπαιδευτικό επίπεδο.

1. Η σχέση της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας με τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών: Συνθετική βιβλιογραφική επισκόπηση

Η Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία (YEK) σχετίζεται με όλους τους τομείς γνώσης, ειδικά με αυτούς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών - που αναφέρονται με συντομογραφία στη βιβλιογραφία ως ETMM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά, STEM: Science, Technology, Engineering & Mathematics). Η σημασία της YEK στην ETMM προκύπτει από το γεγονός ότι ανακαλύψεις και καινοτομίες που σχετίζονται με διάφορους αναδυόμενους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας δημιουργούν ηθικά ερωτήματα και απαιτούν ηθικές επιλογές που αφορούν την καθημερινότητα των πολιτών (Sutcliffe, 2011). Τα τελευταία χρόνια ένας ολοένα αυξανόμενος αριθμός επιστημονικών άρθρων έχει δημοσιευτεί στη θεματική της YEK στους διάφορους τομείς της STEM - αναφέρουμε ενδεικτικά: Douglas and Stemerding (2013) στη βιολογία, Owen and Goldberg (2010) στη μηχανική, Stahl et al. (2013) στην πληροφορική. Αντίθετα, οι ερευνητικές εργασίες που έχουν δημοσιευτεί αναφορικά με τη σχέση της YEK με την εκπαίδευση στις ΦΕ είναι περιορισμένες, παρά το ότι το πλαίσιο της YEK προτείνει την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες ως μια από τις έξι πτυχές/περιοχές εστίασης που διεκολύνουν την πραγμάτωση των στόχων του πλαισίου της YEK. Ειδικότερα, η βιβλιογραφία σχετικά με την YEK στα πλαίσια εκπαίδευσης των ΦΕ περιορίζεται κυρίως σε έγγραφα εκπαιδευτικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (ΕΕ) και σε εκθέσεις ερευνητικών έργων κυρίως συγχρηματοδοτούμενων από την ΕΕ. Η επισκόπηση αυτών των εγγράφων και εκθέσεων επιτρέπει την αναγνώριση τριών προσεγγίσεων για τη σχέση της YEK με την εκπαίδευση στις ΦΕ, που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

1.1. 'Συστημική προσέγγιση' για τη σχέση της YEK με την εκπαίδευση στις ΦΕ

Η προσέγγιση αυτή επικεντρώνεται στις συστημικές αλλαγές που χρειάζεται να γίνουν στα εκπαιδευτικά συστήματα στις χώρες της Ευρώπης, με στόχο να αντιμετωπιστούν βασικές κοινωνικές προκλήσεις, και εστιάζει στο πώς η εκπαίδευση στις ΦΕ μπορεί να συντελέσει προς αυτόν τον σκοπό. Η συστημική προσέγγιση εκφράστηκε πρόσφατα μέσα από μια έκθεση, που δημοσιεύτηκε από ομάδα εμπειρογνομόνων και έχει τον τίτλο «Εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για υπεύθυνους πολίτες» (Science education for Responsible Citizenship) (European Commission, 2015). Στην έκθεση αυτή προτείνονται έξι βασικοί στόχοι της εκπαίδευσης στις ΦΕ για υπεύθυνους πολίτες, συνδεδεμένοι με προτάσεις και ενδεικτικές δράσεις σε επίπεδο χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών, που συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Στόχοι και προτάσεις για εκπαίδευση στις ΦΕ για ΥΕΚ
(Science education for Responsible Citizenship) (European Commission, 2015)

Στόχοι Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στα πλαίσια της ΥΕΚ	Προτάσεις σε υπεύθυνους χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών
Η εκπαίδευση στις ΦΕ θα πρέπει να είναι βασικός άξονας στο συνεχές της μάθησης	<ul style="list-style-type: none"> • Στήριξη σχολείων, εκπαιδευτικών, μαθητών, εκπαιδευτών των εκπαιδευτικών για ένταξη διερευνητικών μεθόδων στην διδασκαλία ΦΕ • Αντιμετώπιση ανισοτήτων -κοινωνικο-οικονομικών, πολιτιστικών και λόγω φύλου • Δημιουργία μηχανισμών για ενίσχυση του αναστοχασμού και της ενδυνάμωσης για εκπαιδευτικούς και μαθητές
Η εκπαίδευση στις ΦΕ θα πρέπει να εστιάζει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στη σύνδεση των ΦΕ με άλλους τομείς γνώσης	<ul style="list-style-type: none"> • Προώθηση διεπιστημονικών προσεγγίσεων • Στήριξη συνεργειών ανάμεσα σε επιστήμη, δημιουργικότητα και καινοτομία • Διασφάλιση ότι οι μαθητές εφοδιάζονται με απαραίτητες δεξιότητες χρήσιμες στο ρόλο τους ως μελλοντικοί πολίτες
Η ποιότητα στη διδασκαλία θα πρέπει να διασφαλιστεί - από το στάδιο αρχικής επιμόρφωσης εκπαιδευτικών μέχρι τη συνεχή επαγγελματική εξέλιξη	<ul style="list-style-type: none"> • Προσπάθεια για προσέλκυση στο επάγγελμα του εκπαιδευτικού ανθρώπων με αυξημένα προσόντα και κίνητρα • Ενσωμάτωση τελευταίων εξελίξεων της επιστήμης και της τεχνολογίας στα αναλυτικά προγράμματα • Ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων για διδασκαλία ηθικών διαστάσεων της επιστήμης και τεχνολογίας • Σχεδιασμός και υλοποίηση κατάλληλων προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών
Ενίσχυση συνεργασίας ανάμεσα σε φορείς τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης και ευρύτερων κοινωνικών φορέων	<ul style="list-style-type: none"> • Προώθηση της προσέγγισης 'ανοιχτά σχολεία' • Προώθηση συνεργασίας ανάμεσα σε σχολεία, γονείς, ερευνητές, φορείς καινοτομίας • Ανάπτυξη οδηγών/κατευθυντήριων γραμμών για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην τυπική και άτυπη εκπαίδευση
Προώθηση της ΥΕΚ , μέσω ενδυνάμωσης των μαθητών για κατανόηση των επιστημονικών αποτελεσμάτων και μέσω ανάπτυξης ικανοτήτων για εξέταση του αντίκτυπου των επιστημονικών αποτελεσμάτων	<ul style="list-style-type: none"> • Ενίσχυση συνδέσεων ανάμεσα σε ερευνητές, εκπαιδευτικούς, και ΜΜΕ και διασφάλιση αποτελεσματικότερης επικοινωνίας • Ενσωμάτωση κοινωνικών, οικονομικών και ηθικών αρχών στη διδασκαλία ΦΕ • Κοινοποίηση διαδικασιών και αποτελεσμάτων της έρευνας και καινοτομίας από ερευνητές στην ευρύτερη κοινωνία
Έμφαση στη σύνδεση καινοτομίας και στρατηγικών εκπαίδευσης στις ΦΕ	<ul style="list-style-type: none"> • Οι συνδέσεις ανάμεσα στις στρατηγικές για ΥΕΚ σε τοπικά και εθνικά επίπεδα πρέπει να ενισχυθούν • Η διάχυση των επιστημονικών διαδικασιών και αποτελεσμάτων πρέπει να ενισχυθεί για την εύρεση λύσεων στις κοινωνικές προκλήσεις • Η εκπαίδευση στις ΦΕ θα ωφεληθεί από βασισμένες σε έρευνα κατευθυντήριες γραμμές για αποτελεσματικότερη σύνδεση της καινοτομίας με στρατηγικές εκπαίδευσης

Η συστημική προσέγγιση για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ αφορά κατά κύριο λόγο τους υπεύθυνους χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, καθώς σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες που συνέταξαν την έκθεση 'Στόχοι και προτάσεις για εκπαίδευση στις ΦΕ για ΥΕΚ', το πλαίσιο που παρουσιάστηκε συνοπτικά στον Πίνακα 1 στοχεύει να αποτελέσει "ένα δυναμικό εργαλείο για καθορισμό δράσεων στη χάραξη πολιτικών που μπορεί να επιφέρει συστημική, συνεργατική και αειφόρο αλλαγή." (European Commission, 2015: 28).

1.2. 'Πρακτική προσέγγιση' για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ

Στην προσέγγιση αυτή η σχέση ανάμεσα στην ΥΕΚ και στην εκπαίδευση στις ΦΕ θα μπορούσε να εκφραστεί ως 'Εκπαίδευση στις ΦΕ πάνω σε πτυχές της ΥΕΚ'. Έμφαση δίνεται στην ευαισθητοποίηση εκπαιδευτικών και μαθητών πάνω σε πτυχές του πλαισίου της ΥΕΚ, μέσω ανάπτυξης και παροχής κατάλληλων μαθησιακών και διδακτικών υλικών και της ανάπτυξης διδακτικών στρατηγικών που έχουν τη δυναμική να προωθήσουν στόχους του πλαισίου της ΥΕΚ. Η πρακτική προσέγγιση έχει κυρίως εκφραστεί μέσα από ερευνητικά προγράμματα και έργα, που αποσκοπούν στο να προάγουν την ΥΕΚ στο πλαίσιο της διδασκαλίας και μάθησης των ΦΕ. Μια εκτεταμένη λίστα από ερευνητικά έργα και προγράμματα που στοχεύουν να προωθήσουν την ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ έχει παρουσιαστεί στην έκθεση 'Εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για υπεύθυνους πολίτες' (Science education for Responsible Citizenship) (European Commission, 2015), ενώ μια λίστα με τρέχοντα ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα σχετικά με την ΥΕΚ στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης στις ΦΕ παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Τρέχοντα ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα σχετικά με την ΥΕΚ στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης στις ΦΕ

<i>Τρέχοντα Ευρωπαϊκά Έργα</i>	<i>Στόχοι/Περιοχές εστίασης</i>
Ark of Inquiry	Ανάπτυξη παιδαγωγικού πλαισίου που προωθεί ευαισθητοποίηση μαθητών πάνω σε πτυχές του πλαισίου της ΥΕΚ. Παροχή εκπαίδευσης εκπαιδευτικών για υποστήριξη μαθητών σε διερευνητικές δραστηριότητες.
Engage	Ανάπτυξη διδακτικών και μαθησιακών υλικών και διδακτικών εργαλείων για ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στη διδακτική πράξη.
Heirri	Ανάπτυξη υλικών και προγραμμάτων για εκπαίδευση εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην ανώτατη εκπαίδευση
Irresistible	Σχεδιασμός και υλοποίηση δράσεων για ευαισθητοποίηση μαθητών πάνω σε πτυχές του πλαισίου της ΥΕΚ και την ανάπτυξη του ενδιαφέροντος των μαθητών στις ΦΕ
Parris	Συλλογή και διάχυση καλών πρακτικών, σχεδιασμός υλικών και προγραμμάτων για εκπαίδευση εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση ΦΕ

Σύμφωνα με τη μελέτη της Bayram-Jacobs (2015), κοινός στόχος στα ερευνητικά προγράμματα του Πίνακα 2 είναι η προώθηση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού, η παρακίνηση του ενδιαφέροντος των μαθητών στις ΦΕ, η προώθηση της ανάπτυξης υπεύθυνων πολιτών και η συνεισφορά στη δημιουργία εποικοδομητικών σχέσεων ανάμεσα στην έρευνα και στην κοινωνία. Στην ίδια μελέτη, εξετάστηκαν οι προτεινόμενες διδακτικές μεθοδολογίες και στρατηγικές για ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στη διδακτική πράξη. Η διερευνητική μέθοδος και η επιστημονική επιχειρηματολογία είναι οι πιο συχνά προτεινόμενες μέθοδοι, καθώς θεωρούνται ως οι πιο κατάλληλες για να αναπτύξουν ικανότητες κριτικής σκέψης και επεξεργασίας προβλημάτων, ικανότητες απαραίτητες για την επίτευξη στόχων της ΥΕΚ.

1.3. 'Προσέγγιση Χώρου Παρέμβασης' για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ

Η υπόθεση πίσω από αυτή την προσέγγιση είναι ότι για να γεφυρωθεί το κενό ανάμεσα στους στόχους του πλαισίου της ΥΕΚ σε επίπεδο χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών και στην εφαρμογή στην εκπαιδευτική πράξη είναι αναγκαίο να εξεταστεί

ο χώρος παρέμβασης, δηλαδή οι ευκαιρίες και οι προκλήσεις για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στα εκπαιδευτικά συστήματα. Για την αναγνώριση του χώρου παρέμβασης αναπτύχθηκε και παρουσιάστηκε σε προηγούμενη εργασία μας (Kiki-Papadakis & Chaimala, 2016) ένα αναλυτικό πλαίσιο που στοχεύει να βοηθήσει στην χαρτογράφηση επιδιωκόμενων και εφαρμοζόμενων πρακτικών σε σχέση με την ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ. Το πλαίσιο αυτό χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για την ανάλυση εκπαιδευτικών συστημάτων σε 11 χώρες (Ηνωμένο Βασίλειο, Ελλάδα, Γερμανία, Γαλλία, Ρουμανία, Ισπανία, Νορβηγία, Ελβετία, Λιθουανία, Κύπρος και Ισραήλ). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάστηκαν στην προαναφερθείσα εργασία και παρέιχαν πληροφορίες για ευκαιρίες και προκλήσεις ενσωμάτωσης της ΥΕΚ σε κάθε εθνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η εργασία αυτή επέτρεψε την αναγνώριση πέντε βασικών προκλήσεων ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στα αναλυτικά προγράμματα και τη διατύπωση προτάσεων σε υπεύθυνους ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών (Okada, 2016), που παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Προκλήσεις και προτάσεις για την ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στα ευρωπαϊκά αναλυτικά προγράμματα ΦΕ (Okada, 2016)

<i>Προκλήσεις για την ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στα ευρωπαϊκά αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ</i>	<i>Προτάσεις για την ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στα ευρωπαϊκά αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ</i>
Σε πολλές χώρες (συμπεριλαμβανομένων των χωρών: Γαλλία, Ρουμανία, Ισραήλ, Ισπανία, Ελβετία και Λιθουανία) έχουν πρόσφατα λάβει χώρα μεταρρυθμίσεις που αφορούν στη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ. Κοινό χαρακτηριστικό των μεταρρυθμίσεων είναι η έμφαση που δίνουν στο ρόλο της διδασκαλίας ΦΕ στην εκπαίδευση μελλοντικών υπεύθυνων πολιτών. Ωστόσο, οι μεταρρυθμίσεις βρίσκονται σε επίπεδο χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών χωρίς να έχουν εισαχθεί ακόμα σε επίπεδο εφαρμογής.	Με δεδομένο το θετικό πλαίσιο για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση ΦΕ, καθώς αρχές της ΥΕΚ είναι εμφανείς σε επίπεδο χάραξης εθνικών εκπαιδευτικών πολιτικών, έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο πώς η ενσωμάτωση θα υλοποιηθεί στην πράξη.
Σε κάποιες χώρες (για παράδειγμα στο Ηνωμένο Βασίλειο, στη Γερμανία και στην Ελλάδα), τα προγράμματα σπουδών στις φυσικές επιστήμες δίνουν περισσότερη έμφαση στην απόκτηση γνώσεων παρά στη απόκτηση δεξιοτήτων – κάτι που γίνεται ιδιαίτερα εμφανές από το που εστιάζουν τα συστήματα αξιολόγησης.	Θα πρέπει να υπάρχει καλύτερη ευθυγράμμιση των στόχων των προγραμμάτων σπουδών και των στόχων των συστημάτων αξιολόγησης, εξασφαλίζοντας ότι η αξιολόγηση περιλαμβάνει την ανάπτυξη ικανοτήτων.

<p>Σε χώρες που οι ΦΕ διδάσκονται με διεπιστημονικό τρόπο (για παράδειγμα στη Γαλλία, στο Ισραήλ, στην Ισπανία, τη Νορβηγία) και όχι ως ξεχωριστά αντικείμενα (φυσική, χημεία, βιολογία), υπάρχουν περισσότερες ευκαιρίες για ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στη διδασκαλία και μάθηση ΦΕ.</p>	<p>Υπάρχουσες ευκαιρίες στα αναλυτικά προγράμματα για σύνδεση γνωστικών τομέων των ΦΕ μεταξύ τους, καθώς και με άλλα γνωστικά αντικείμενα πρέπει να χρησιμοποιηθούν και να επεκταθούν για την ένταξη πτυχών της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ.</p>
<p>Στις περισσότερες χώρες τα προγράμματα χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής δεν περιλαμβάνουν στόχους αναφορικά με εκπαίδευση εκπαιδευτικών, και όπου αυτοί υπάρχουν δε συνάδουν απαραίτητα με στόχους που καθορίζονται από τους υπεύθυνους σχετικών προγραμμάτων.</p>	<p>Απαιτείται συνοχή ανάμεσα σε στόχους εκπαίδευσης στις ΦΕ, όπως εκφράζονται στα επίπεδα χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής, εκπαίδευσης εκπαιδευτικών και αναλυτικών προγραμμάτων.</p>
<p>Σε όλες τις χώρες, παρά το ότι υπάρχουν φορείς της άτυπης εκπαίδευσης που προωθούν την ΥΕΚ, οι συνδέσεις με την τυπική εκπαιδευτική διαδικασία είναι μεμονωμένες και δεν προωθούνται από τα προγράμματα σπουδών.</p>	<p>Η συνεργασία και η σύνδεση φορέων της τυπικής και της άτυπης εκπαίδευσης στις ΦΕ χρειάζεται να ενισχυθεί και να είναι προωθείται μέσα από τα αναλυτικά προγράμματα στις ΦΕ</p>

2. Η αναγκαιότητα για ένα ολιστικό πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στη διδασκαλία των ΦΕ

Η επισκόπηση της βιβλιογραφίας που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα επιτρέπει το συμπέρασμα ότι κάθε μια από τις τρεις προσεγγίσεις για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ συνδέεται στενά και αφορά κατά κύριο λόγο ένα από τα επίπεδα εκπαίδευσης (μέσο-μακρό-μίκρο) και τους άμεσα εμπλεκόμενους σε κάθε επίπεδο. Ειδικότερα:

- η *συστημική προσέγγιση* συνδέεται κυρίως με το *μάκρο-επίπεδο* που αφορά σε υπεύθυνους χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών,
- η *προσέγγιση του χώρου παρέμβασης* συνδέεται κυρίως με το *μέσο-επίπεδο* που αφορά σε υπεύθυνους ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών,
- η *πρακτική προσέγγιση* συνδέεται κυρίως με το *μίκρο-επίπεδο* που αφορά σε εκπαιδευτικούς και μαθητές.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται συνοπτικά οι τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις καθώς και η σύνδεσή τους με καθένα από τα τρία εκπαιδευτικά επίπεδα (μάκρο-μέσο-μίκρο) και η προστιθέμενη αξία κάθε προσέγγισης στη συζήτηση για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση των ΦΕ.

Πίνακας 4: Συνοπτική παρουσίαση των προσεγγίσεων για τη σχέση ΥΕΚ με την Εκπαίδευση στις ΦΕ

<i>Προσεγγίσεις για τη σχέση ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ</i>	<i>Επίπεδα εκπαίδευσης στα οποία αφορά η κάθε προσέγγιση</i>	<i>Προστιθέμενη αξία</i>
Συστημική προσέγγιση	Μάκρο-επίπεδο (Χάραξη εκπαιδευτικών πολιτικών)	Καθορισμός στόχων και προτασεων για δράσεις για εκπαίδευση στις ΦΕ για ΥΕΚ
Προσέγγιση χώρου παρεμβασής	Μέσο-επίπεδο (Ανάπτυξη Αναλυτικών προγραμμάτων, προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών)	Αναγνώριση προκλήσεων και ευκαιριών για ένταξη της ΥΕΚ στα αναλυτικά προγράμματα
Πρακτική προσέγγιση	Μίκρο-επίπεδο (Εφαρμογή στην εκπαιδευτική πράξη)	Ανάπτυξη μαθησιακών υλικών και διδακτικών προσεγγίσεων στις ΦΕ πάνω στη θεματική της ΥΕΚ

Αναμφίβολα, καθεμιά από τις προσεγγίσεις συνεισφέρει στη συζήτηση για το ρόλο της εκπαίδευσης στις ΦΕ στην προώθηση της ΥΕΚ, μέσω:

- του καθορισμού στόχων και προτάσεων για συστημικές αλλαγές στην εκπαίδευση στις ΦΕ με στόχο την ενσωμάτωση της ΥΕΚ (συστημική προσέγγιση),
- της αναγνώρισης προκλήσεων και ευκαιριών για ένταξη της ΥΕΚ στα αναλυτικά προγράμματα (προσέγγιση χώρου παρέμβασης) και
- της ανάπτυξης μαθησιακών υλικών και διδακτικών προσεγγίσεων στις ΦΕ πάνω στη θεματική της ΥΕΚ (πρακτική προσέγγιση).

Ωστόσο, η συνεισφορά κάθε προσέγγισης στην ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ αφορά στο να πληροφορεί είτε το επίπεδο χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών, είτε το επίπεδο ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, είτε το επίπεδο εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη. Αν θεωρήσουμε ότι κάθε ένα επίπεδο αποτελεί κομμάτι της ευρύτερης περιοχής 'ΥΕΚ και εκπαίδευση στις ΦΕ', στην παρούσα εικόνα η ερευνητική προσπάθεια επικεντρώνεται σε εξέταση και διερεύνηση κάθε κομματιού ξεχωριστά, με τη σύνδεση των επιμέρους κομματιών να λείπει. Η πρόκληση που αναγνωρίζουμε είναι στο να μορφοποιηθεί ένα ολιστικό και συνεκτικό πλαίσιο το οποίο να

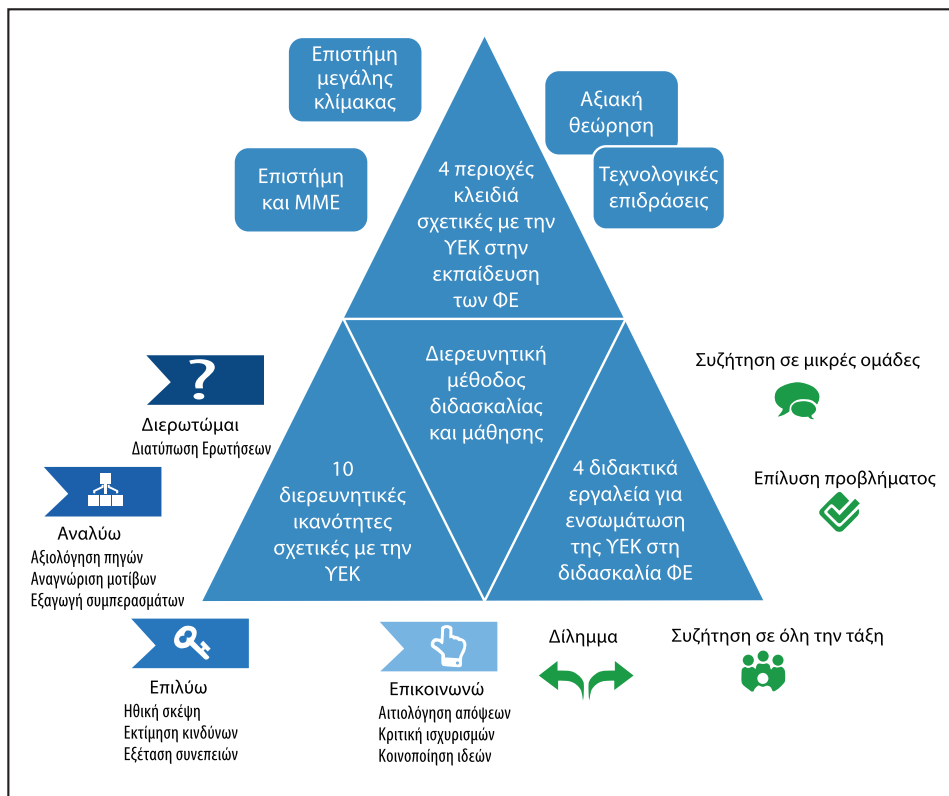
μπορεί να πληροφορήσει συνδυαστικά και τα τρία επίπεδα εκπαίδευσης (μάκρο-μέσο-μίκρο). Ένα ολιστικό και συνεκτικό πλαίσιο θα επέτρεπε την εμβάθυνση της κατανόησης από τη μια πλευρά, και της αποτελεσματικότερης πράξης από την άλλη για την ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση στις ΦΕ. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζουμε το πλαίσιο του έργου ENGAGE και συζητάμε τη δυναμική του ως ένα ολιστιστικό πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ.

3. Το πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ του έργου ENGAGE

Το πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ που παρουσιάζουμε αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού έργου ENGAGE (Equipping next generation for responsible research and innovation). Στόχοι του έργου είναι: να ενδυναμώσει τους εκπαιδευτικούς για να αντιμετωπίσουν σύγχρονα θέματα της επιστήμης, της τεχνολογίας και τις εφαρμογές που σχετίζονται με τους μαθητές, να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν πεποιθήσεις, γνώσεις και πρακτικές σχετικές με την ΥΕΚ, και να παρέχει στους μαθητές/τριες ένα ισχυρό θεμέλιο για να συμμετέχουν σε θέματα της επιστήμης που θα συναντήσουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Για την επίτευξη αυτών των στόχων αναπτύχθηκε το πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ, πάνω στο οποίο βασίστηκε η ανάπτυξη εκπαιδευτικών υλικών και του προγράμματος εκπαίδευσης εκπαιδευτικών που υλοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του έργου.

Το πλαίσιο του ENGAGE παρουσιάζεται συνοπτικά στην Εικόνα 1.

Εικόνα 1: Το πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ του έργου ENGAGE



Ειδικότερα το πλαίσιο του ENGAGE αναφέρεται σε:

3.1. Τέσσερις περιοχές-κλειδιά σχετικές με την ΥΕΚ στην εκπαίδευση ΦΕ

Τεχνολογικές επιδράσεις: Οι τεχνολογικές και επιστημονικές εξελίξεις αποτελούν βάση για ένα καλύτερο μέλλον, αλλά πρέπει να σχεδιαστούν προσεκτικά ώστε να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη και να μειωθούν οι κίνδυνοι, ιδιαίτερα οι πιθανές επιβλαβείς επιπτώσεις. Διάφορα θέματα χρειάζεται να ληφθούν υπόψη, όπως η ανοιχτή πρόσβαση, η προστασία των προσωπικών δεδομένων, η προστασία του περιβάλλοντος, οι επιπτώσεις στην οικονομία, την προσωπική ευεξία και την ασφάλεια.

Επιστήμη μεγάλης κλίμακας: Η επιστήμη δεν είναι πλέον μια ατομική αναζήτηση της γνώσης, αλλά αποτελεί ένα συνεργατικό και πολύπλοκο εγχείρημα, το οποίο διενεργείται σε ομάδες. Η 'Επιστήμη μεγάλης κλίμακας' χρηματοδοτείται βασικά από εταιρείες και κυβερνήσεις, καθορίζεται από πολιτικές αποφάσεις και ευνοεί

πρακτικές εφαρμογές. Αυτό σημαίνει ότι η υπεύθυνη καινοτομία πρέπει να ανταποκρίνεται σε κοινωνικές ανάγκες, σύμφωνα με κοινωνικές αξίες όπως της ένταξης και της ισότητας.

Αξιακή θεώρηση: Στις αναδυόμενες επιστήμες και την τεχνολογία υπάρχουν συχνά αβέβια θέματα με ασαφείς συνέπειες που απαιτούν κοινωνικο-ηθική θεώρηση και σκέψη. Στη λήψη αποφάσεων θα πρέπει να συνυπολογίζονται οι απόψεις και οι ανησυχίες των κοινωνικών φορέων μέσω προληπτικών και διαφανών διαδικασιών.

Επιστήμη και ΜΜΕ: Ένα μεγάλο μέρος της πληροφόρησής μας για την επιστήμη προέρχεται από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης (ΜΜΕ). Οι πηγές των πληροφοριών θα πρέπει να αξιολογούνται με βάση το σκοπό και την επιστημονική εγκυρότητα. Η κριτική ανάγνωση των πληροφοριών για την επιστήμη είναι αναγκαία, κάτι που εμπεριέχει εντοπισμό δεδομένων, στοιχείων και ηθικής θεώρησης που βρίσκονται πίσω από ισχυρισμούς, καθώς και αξιολόγηση σε σχέση με την επαναληψιμότητα και αναπαραγωγικότητα των διαδικασιών και των αποτελεσμάτων.

3.2. Η διερεύνηση ως κατάλληλη μέθοδος διδασκαλίας και μάθησης για την ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ

Υπάρχουν δυο βασικά στοιχεία που συνδέουν τη διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας και μάθησης με την ΥΕΚ: πρώτον, το ότι η επιστήμη είναι μια συνεχώς εξελισσόμενη πρακτική και όχι ένα αμετάβλητο σύνολο γνώσης και δεύτερον, ότι η επιστημονική γνώση είναι στενά συνυφασμένη με τον κοινωνικό ιστό. Η πραγμάτευση των παραπάνω μπορεί να υλοποιηθεί αποτελεσματικά μέσω της διερευνητικής μεθόδου διδασκαλίας και μάθησης, η οποία επιτρέπει την αντιμετώπιση της επιστήμης ως διαδικασίας και τον καθορισμό της επιστήμης μέσα στο κοινωνικό πλαίσιο.

3.3. Δέκα Διερευνητικές Ικανότητες σχετικές με την ΥΕΚ

Αφορούν στις διερευνητικές διαδικασίες διερώτηση – ανάλυση – επίλυση – επικοινωνία της διερευνητικής μεθόδου. Ειδικότερα:

Διερεύνηση

- **Διατύπωση Ερωτήσεων:** Ικανότητα διατύπωσης σαφών επιστημονικών ερωτήσεων, οι οποίες ερευνούν σχέσεις αιτίας – αποτελέσματος ή συσχετίσεις ανάμεσα σε διάφορους παράγοντες.

Ανάλυση

- **Αξιολόγηση πηγών:** Ικανότητα αξιολόγησης της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας πηγών, ελέγχου για μεροληψία και αξιολόγησης των στοιχείων που υποστηρίζουν έναν ισχυρισμό.

- *Αναγνώριση μοτίβων και τάσεων*: Ικανότητα ερμηνείας παρατηρήσεων και δεδομένων για την αναγνώριση μοτίβων/προτύπων και τάσεων μέσω εξαγωγής συμπερασμάτων.
- *Εξαγωγή συμπερασμάτων*: Ικανότητα για απόφαση κατά πόσο ένας ισχυρισμός μιας έρευνας υποστηρίζεται από επαρκή δεδομένα.

Επίλυση

- *Ηθική σκέψη*: Ικανότητα κατανόησης και χρήσης διαφορετικών τρόπων ηθικής σκέψης (π.χ. ωφελιμισμός, δικαιώματα και υποχρεώσεις, ηθική πάνω στην αρετή) με σκοπό να λαμβάνονται συνειδητές αποφάσεις και να επεξηγείται γιατί οι άνθρωποι ενδέχεται να έχουν διαφορετικές απόψεις πάνω σε ένα κοινωνικο-επισημονικό ζήτημα.
- *Εκτίμηση κινδύνων*: Ικανότητα αξιολόγησης κινδύνων και οφελών, αξιολογώντας την πιθανότητα, σταθμίζοντας και συνδυάζοντας το μέγεθος των επιπτώσεων και σταθμίζοντας τα κοινωνικά με τα ατομικά οφέλη.
- *Εξέταση συνεπειών*: Ικανότητα αξιολόγησης της αξίας μιας πρότασης για επίλυση ενός προβλήματος της καθημερινής ζωής, που βασίζεται σε επιστημονικές ιδέες, αρχές και εμπειρικά στοιχεία, μέσω αναγνώρισης και συλλογισμού των συνεπειών και επιχειρημάτων πάνω σε σχετικά κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά θέματα.

Επικοινωνία

- *Αιτιολόγηση απόψεων*: Ικανότητα σύνθεσης επιστημονικών γνώσεων, επιπτώσεων και ηθικών αξιών για τη διατύπωση τεκμηριωμένης άποψης, μέσω επιχειρημάτων που βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα και επιστημονική τεκμηρίωση και μέσω αναγνώρισης σκέψεων βασισμένων σε ηθικές αρχές – για υποστήριξη ή αντίκρουση μιας άποψης πάνω σε ένα θέμα ή μιας λύσης σε ένα πρόβλημα.
- *Κριτική ισχυρισμών*: Ικανότητα ελέγχου της ποιότητας, ακρίβειας και επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων που παρέχονται και ικανότητα αναγνώρισης της έλλειψης σαφήνειας και αιτιολόγησης, μέσω σχολιασμού σε σχέση με το αν ένας συλλογισμός προκύπτει λογικά από αποδείξεις και υποστηρίζει τον ισχυρισμό.
- *Κοινοποίηση ιδεών*: Ικανότητα αποτελεσματικής κοινοποίησης απόψεων με κείμενο και εικόνες, προφορικά και γραπτά, χρησιμοποιώντας τα κύρια χαρακτηριστικά της επιστημονικής γραφής και ομιλίας.

3.4. Τέσσερα διδακτικά εργαλεία για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στη διδασκαλία των ΦΕ

Δίλημμα: Το δίλημμα είναι ένα αμφιλεγόμενο κοινωνικο-επιστημονικό θέμα που σχετίζεται με τις εφαρμογές και τις επιπτώσεις της επιστήμης (Ratcliffe, 1997). Προτείνεται ως ένα παραγωγικό μαθητικό πλαίσιο που μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές/τριες να διευρύνουν την κατανόηση της επιστήμης, να αναπτύξουν δεξιότητες και νοοτροπίες για τη λήψη αποφάσεων και την επίλυση προβλημάτων. Η προσέγγιση του ENGAGE στα διλήμματα βασίζεται σε ένα σύντομο κύκλο με 3 στάδια (επεκτείνετε-παρακινήστε-αξιολογήστε), που αποτελεί προσαρμογή του μοντέλου διερευνητικής μάθησης 5E (Bybee, 1997).

Συζήτηση σε μικρές ομάδες: Η συζήτηση σε μικρές ομάδες έχει στόχο να παρέχει δυνατότητες αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών και μεταξύ των μαθητών και του/της εκπαιδευτικού. Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές/στις μαθήτριες να εκφράσουν τις ιδέες τους, τις ερωτήσεις, την περιέργεια και τον προβληματισμό τους. Οι καλά διαρθρωμένες συζητήσεις επιτρέπουν στους μαθητές να βρεθούν αντιμετώπι με προκλήσεις και με τη λήψη αποφάσεων μέσω γνωσιακών συγκρούσεων και να κατανοούν τη διαφορά ανάμεσα σε πεπιοθήσεις και τεκμηριωμένα συμπεράσματα.

Επίλυση προβλήματος: Στηρίζεται στη μέθοδο της προβληματοκεντρικής μάθησης, η οποία αποτελεί μια μαθητοκεντρική προσέγγιση. Οι μαθητές/τριες αντιμετωπίζουν ένα επιστημονικό θέμα μέσα από το βίωμα της επίλυσης ενός προβλήματος ανοικτού τύπου, ασκώντας διερευνητικές ικανότητες και ικανότητες γνώσης πεδίου. Η επίλυση ενός ανοικτού τύπου προβλήματος σε ένα κοινωνικο-επιστημονικό θέμα εμπεριέχει τόσο την εφαρμογή της κατανόησης της υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης που έχουν όσο και την εξάσκηση σε στρατηγικές ηθικής σκέψης (π.χ. Ωφελιμισμός, δεοντοκρατία, αρεταϊκή ηθική).

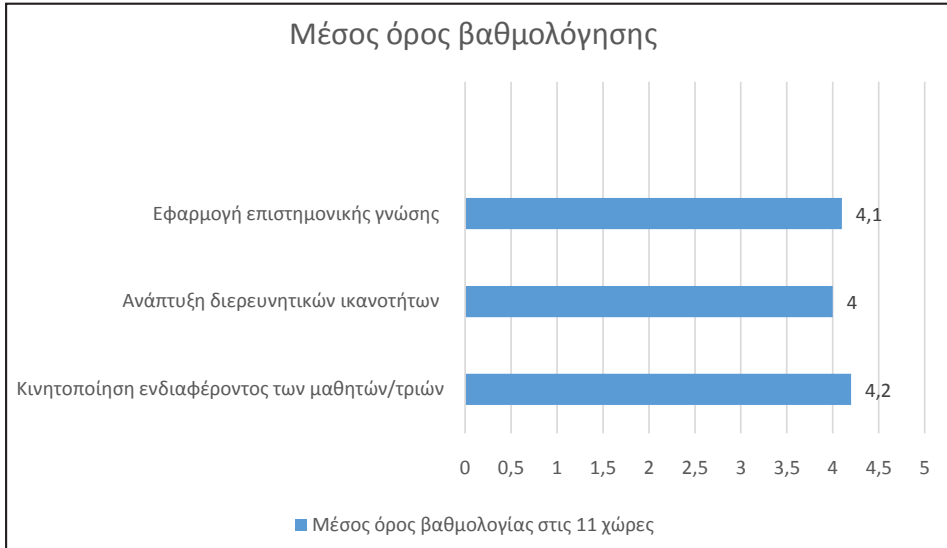
Συζήτηση σε όλη την τάξη: Αναφέρεται σε διάλογο στην ολομέλεια σχετικά με ένα κοινωνικο-επιστημονικό δίλημμα, που διευκολύνεται από τον εκπαιδευτικό. Οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν επιχειρηματολογία και τεκμηριωμένες λύσεις, εξετάζουν αποδεικτικά στοιχεία για να αναπτύξουν μια πρώτη άποψη, και κατασκευάζουν και διατυπώνουν επιχειρήματα για να αιτιολογήσουν τα συμπεράσματά τους. Βασική στρατηγική που προτείνεται για την επίτευξη αποτελεσματικών συζητήσεων είναι η επιστημονική επιχειρηματολογία, ως διαδικασία που επιτρέπει να καταλήξουμε σε συμπεράσματα μέσα από επιστημονικό συλλογισμό.

4. Ενδείξεις για την προστιθέμενη αξία του πλαισίου του ENGAGE στην ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ

Το πλαίσιο του ENGAGE διαμορφώθηκε με πρωταρχικό στόχο να πληροφορήσει το έργο ENGAGE στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών υλικών και υλικών του προγράμματος εκπαίδευσης εκπαιδευτικών- το οποίο υλοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του έργου. Αναπτύχθηκε δηλαδή στα πλαίσια της ‘πρακτικής προσέγγισης’ για την ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ, όπως αυτή παρουσιάστηκε σε προηγούμενη ενότητα αυτής της εργασίας. Σε αυτό το επίπεδο, η προστιθέμενη αξία του πλαισίου του ENGAGE κρίνεται δόκιμο να συζητηθεί με βάση την ανταπόκριση από τους εκπαιδευτικούς στα διδακτικά υλικά που τους παρέιχε το έργο-βασισμένα στο πλαίσιο ενσωμάτωσης πτυχών της ΥΕΚ που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα.

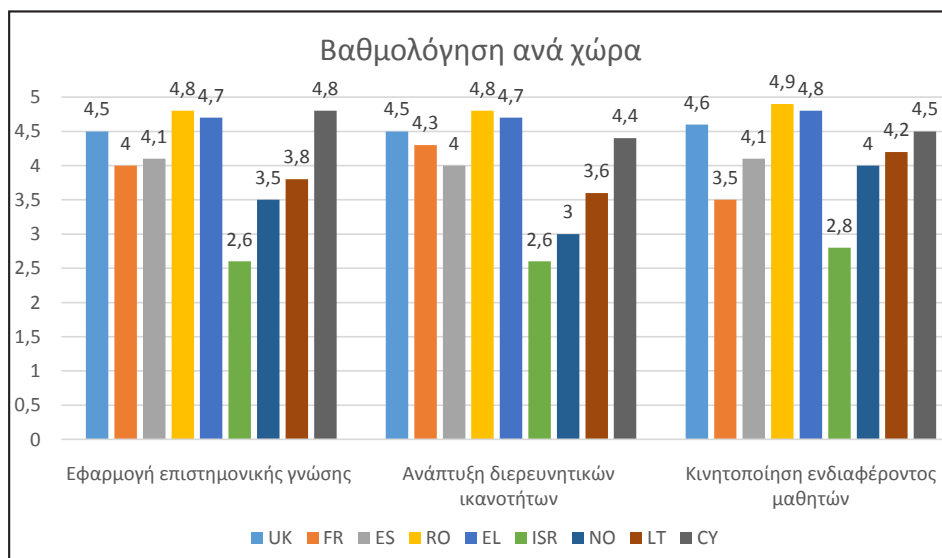
Στην περίοδο Ιούνιος 2014 - Ιούνιος 2016, στη διαδικτυακή κοινότητα του έργου αναρτήθηκαν από εκπαιδευτικούς 1293 ανοιχτά σχόλια σε σχέση με τα υλικά. Επίσης συγκεντρώθηκαν 987 ψήφοι βαθμολόγησης σε σχέση με την προστιθέμενη αξία των υλικών α) στο να κινητοποιούν το ενδιαφέρον των μαθητών, β) στην ανάπτυξη διερευνητικών ικανοτήτων και γ) στην εφαρμογή επιστημονικής γνώσης. Μια προκαταρκτική ανάλυση σε αυτή τη βάση δεδομένων σε σχέση με τη βαθμολόγηση των υλικών έδειξε ότι τα υλικά του έργου – τα οποία βασίστηκαν στο πλαίσιο του ENGAGE – είχαν θετική ανταπόκριση από τους εκπαιδευτικούς (δες Διάγραμμα 1) καθώς αξιολογήθηκαν να έχουν θετικό αντίκτυπο σε σχέση με την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών (4,2 σε κλίμακα 0 έως 5), σε σχέση με την ανάπτυξη διερευνητικών ικανοτήτων (4 σε κλίμακα 0 έως 5) και σε σχέση με την εφαρμογή επιστημονικής γνώσης (4,1 σε κλίμακα 0 έως 5).

Διάγραμμα 1: Αποτελέσματα βαθμολόγησης των διδακτικών υλικών του ENGAGE σε κλίμακα 0-5 (βάση δεδομένων 987 ψήφοι βαθμολόγησης στην πλατφόρμα του έργου, περίοδος Ιούνιος 2014-Ιούνιος 2016)



Σε επίπεδο κάθε χώρας (δες Διάγραμμα 2), περισσότερο θετική βαθμολόγηση των υλικών παρατηρήθηκε στην Ρουμανία (RO), στην Κύπρο (CY) και στην Ελλάδα (EL), ενώ τη λιγότερο θετική βαθμολογία έδωσαν εκπαιδευτικοί στο Ισραήλ (ISR) και στη Λιθουανία (LT).

Διάγραμμα 2: Αποτελέσματα βαθμολόγησης των διδακτικών υλικών του ENGAGE ανά χώρα σε κλίμακα 0-5 (βάση δεδομένων 987 ψήφοι βαθμολόγησης στην πλατφόρμα του έργου, περίοδος Ιούνιος 2014-Ιούνιος 2016)



Παράλληλα, η ανατροφοδότηση από τους εκπαιδευτικούς μέσα από τα ανοιχτά σχόλια που κατέθεσαν στην πλατφόρμα επέτρεψε την ποιοτική ανάλυση σχετικά με των προστιθέμενη αξία των υλικών. Τα κύρια χαρακτηριστικά των υλικών σύμφωνα με τα σχόλια των εκπαιδευτικών φαίνονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά των υλικών ανά χώρα μέσα από σχόλια των εκπαιδευτικών

<p>Ηνωμένο Βασίλειο (124 σχόλια)</p>	<p>Αναδεικνύουν αμφιλεγόμενα θέματα Κάνουν διασκεδαστική τη μάθηση Υποστηρίζουν τη διαφοροποίηση στη διδασκαλία Επεξεργάζονται θέματα σύγχρονης επιστήμης Προάγουν την τεκμηριωμένη σκέψη Βοηθούν τους μαθητές να παίρνουν υπεύθυνες αποφάσεις Σχετίζονται με την καθημερινότητα των μαθητών Υποστηρίζουν το διάλογο με στοιχεία</p>
--------------------------------------	---

Γαλλία και Ελβετία (101 σχόλια)	Προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών στην επιστήμη Επεξεργάζονται θέματα σύγχρονης επιστήμης Υποστηρίζουν το διάλογο με στοιχεία Υποστηρίζουν το διάλογο πάνω σε διλήμματα
Ισπανία (272 σχόλια)	Πρωθούν την κριτική σκέψη Σχετίζονται με το αναλυτικό πρόγραμμα Σχετίζονται με την καθημερινότητα των μαθητών Κάνουν διασκεδαστική τη μάθηση Εμπλέκουν και τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές σε διλήμματα
Ρουμανία (339 σχόλια)	Ενδιαφέροντα και προκλητικά Εμπλέκουν και τους γονείς Διαθεματικά και παρουσιάζουν πολλές οπτικές του θέματος Υποστηρίζουν τη μάθηση
Ελλάδα και Κύπρος (226 σχόλια)	Κάνουν διασκεδαστική τη μάθηση Ενδιαφέροντα και προκλητικά Διαθεματικά Σχετίζονται με την καθημερινότητα των μαθητών Εμπλέκουν τους μαθητές στις κοινωνικές προκλήσεις Επεξεργάζονται θέματα σύγχρονης επιστήμης Υποστηρίζουν την επιστημονική επιχειρηματολογία
Ισραήλ (51 σχόλια)	Αναδεικνύουν αμφιλεγόμενα θέματα Σχετίζονται με την καθημερινότητα των μαθητών
Νορβηγία (5 σχόλια)	Κάνουν διασκεδαστική τη μάθηση Επιτρέπουν την κριτική εξέταση πηγών
Λιθουανία (175 σχόλια)	Καινοτόμα Διεπιστημονικά Υποστηρίζουν τη συνεργατική μάθηση

Ένα σημαντικό αποτέλεσμα που προέκυψε από την ανάλυση των σχολίων των εκπαιδευτικών ήταν ότι οι εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν στις διερευνητικές δεξιότητες που τα διδακτικά υλικά αποσκοπούν να προάγουν (όπως αυτές καθορίστηκαν από το πλαίσιο του EGNAGE, δεξ εικόνα 1), παρά το ότι αυτές εμφανίζονται με έμμεσο

τρόπο στα διδακτικά υλικά. Ο Πίνακας 6 δίνει ένα παράδειγμα σχολίου συνδεδεμένο με κάθε μια από τις 10 διερευνητικές δεξιότητες του πλαισίου του ENGAGE.

Πίνακας 6: Οι 10 διερευνητικές ικανότητες του πλαισίου του ENGAGE, όπως εμφανίζονται στα σχόλια ανατροφοδότησης των εκπαιδευτικών στην πλατφόρμα του ENGAGE

Διερευνητική Ικανότητα	Σχόλιο εκπαιδευτικού στην πλατφόρμα του έργου σε σχέση με το πώς τα υλικά προάγουν την ανάπτυξη της ικανότητας.
Διατύπωση ερωτήσεων	“Το υλικό Πόλεμοι Αυτοκινήτων που το δίδαξα πριν από λίγες εβδομάδες ενέπνευσε πραγματικά τους μαθητές να διατυπώσουν περισσότερες ερωτήσεις για την επιστήμη. Τους δραστηριοποίησε και τους παρακίνησε να μάθουν.”
Αξιολόγηση πηγών	“Οι μαθητές σχολίασαν ότι θα μπορούσαν να διάβαζαν διαφορετικές ιστορίες! Σε αυτό το σημείο, τους εξήγησα [ο δάσκαλος] ότι ήταν το ίδιο “θέμα”, αλλά δημοσιευμένο σε διαφορετικές εφημερίδες.”
Αναγνώριση μοτίβων	“Οι μαθητές χρησιμοποίησαν πραγματικά δεδομένα από το εκπαιδευτικό υλικό για να διατυπώσουν ερωτήματα, να αναλύσουν και να ερμηνεύσουν.”
Εξαγωγή συμπερασμάτων	“Οι μαθητές ήταν σε θέση να ενσωματώσουν την επιστημονική γνώση και τη διαδικασία διερεύνησης, για παράδειγμα, να επεξεργαστούν το μενού του κυλικείου περιγράφοντας τη διαδικασία προμήθειας των εντόμων με λεπτομερείς πληροφορίες.”
Ηθική σκέψη	“Η σειρά μαθημάτων προσέφερε μια επιπλέον διάσταση για τους μαθητές ώστε να συνδέσουν τις γνώσεις τους με την κατανόηση επιστημονικών θεμάτων, για παράδειγμα, τη γενετική κληρονομιά πάνω στα θέματα/διλήμματα της συμμετοχής σε γενετικές εξετάσεις, την άγνοια κάποιων και την πιθανή ζημία άλλων.”
Εκτίμηση κινδύνων	“Πολλοί μαθητές γνώριζαν τα οφέλη, αλλά όχι τους κινδύνους των επιστημονικών θεμάτων, π.χ. Ήταν σε θέση να εξηγήσουν τι είναι ένα κρεβάτι μαυρίσματος, αλλά κανένας δεν γνώριζε τους κινδύνους που συνδέονται με αυτό.”
Εξέταση συνεπειών	“Οι μαθητές παρακινήθηκαν να εξετάσουν όλα τα θέματα που αφορούν τους κινδύνους αυτού του ιού και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του εμβολιασμού.”
Αιτιολόγηση απόψεων	“Στην αρχή, οι μαθητές δημιούργησαν επιστημονικά ερωτήματα. Μετά, συζήτησαν γύρω από αυτά τα δεδομένα για να διευκολυνθεί η ανάλυση τους μέσω του nQuire-it. Τέλος, συνδιατύπωσαν επιχειρήματα για την υποστήριξη των τεκμηριωμένων παρουσιάσεών τους με το εργαλείο Litemap. Συνδημιούργησαν τρεις αφίσες που απεικονίζουν τα συμπεράσματά τους, οι οποίες παρουσιάστηκαν στο διεθνές συνέδριο, ICTP 2015.”

Κριτική ισχυρισμών	“Οι μαθητές αμφισβήτησαν τις πεποιθήσεις άλλων ομάδων και το επίπεδο των ανησυχιών τους.”
Κοινοποίηση ιδεών	“Οι μαθητές εξασκήθηκαν σε διάφορες διερευνητικές δεξιότητες, ιδιαίτερα στην επεξεργασία επιχειρημάτων, την επιχειρηματολογία και την επικοινωνία της επιστήμης.”

Παρά το ότι το πλαίσιο του ENGAGE αναπτύχθηκε με στόχο να πληροφορήσει το μικρο-εκπαιδευτικό επίπεδο (που αφορά στην εφαρμογή στην εκπαιδευτική πράξη), υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορεί να συνεισφέρει και στο μέσο-εκπαιδευτικό επίπεδο (αυτό που αφορά στην ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών). Στον Πίνακα 7 επιχειρούμε μια σύνδεση των προκλήσεων για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στα ευρωπαϊκά αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ – όπως προέκυψαν από προηγούμενη μελέτη μας (Kiki-Papadakis & Chaimala, 2016) και παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 3 σε αυτή την εργασία – με τα στοιχεία του πλαισίου του ENGAGE, με στόχο να αναδείξουμε ενδείξεις για την προστιθέμενη αξία του πλαισίου σε μέσο-εκπαιδευτικό επίπεδο.

Πίνακας 7: Ενδείξεις για την προστιθέμενη αξία του πλαισίου του ENGAGE σε μέσο-εκπαιδευτικό επίπεδο για την ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ

Προκλήσεις ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στα αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ	Πώς το πλαίσιο του ENGAGE θα μπορούσε να συνεισφέρει στην ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση στις ΦΕ σε μέσο-εκπαιδευτικό επίπεδο
Μεταρρυθμίσεις με προσανατολισμό στην ΥΕΚ σε επίπεδο χάραξης πολιτικής δεν έχουν εισαχθεί σε επίπεδο εφαρμογής	Το πλαίσιο μπορεί να αποτελέσει βάση για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών υλικών για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στη σχολική πράξη - ιδιαίτερα μέσω του καθορισμού περιοχών ‘κλειδιά’ σχετικές με την ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ και τον καθορισμό 10 διερευνητικών ικανοτήτων που προάγουν στόχους της ΥΕΚ
Προγράμματα σπουδών και συστήματα αξιολόγησης που δίνουν έμφαση στην απόκτηση γνώσεων και όχι στην ανάπτυξη και αξιολόγηση δεξιοτήτων	Τα συστήματα αξιολόγησης μπορούν να πληροφορηθούν από τον καθορισμό 10 διερευνητικών ικανοτήτων που προάγουν στόχους της ΥΕΚ του πλαισίου του ENGAGE - πληροφόρηση για ανάπτυξη δεικτών για την αξιολόγηση ικανοτήτων σχετικές με ΥΕΚ
Περισσότερες ευκαιρίες για ενσωμάτωση της ΥΕΚ σε αναλυτικά προγράμματα όπου οι ΦΕ διδάσκονται με διαθεματικό τρόπο	Καθορισμός περιοχών ‘κλειδιά’ σχετικών με ΥΕΚ που είναι διαθεματικές - σε αντίθεση με πιο παραδοσιακούς τρόπους καθορισμού περιοχών ύλης με βάση το περιεχόμενο κάθε γνωστικού τομέα

Προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών δεν προσανατολίζονται στην YEK	Πλαίσιο που μπορεί να αποτελέσει τη βάση για ανάπτυξη προγράμματος εκπαίδευσης εκπαιδευτικών - διδακτικά εργαλεία βασισμένα στη διερευνητική μέθοδο μάθησης
Συνδέσεις τυπικής και άτυπης μάθησης δεν προωθούνται από τα προγράμματα σπουδών	Περιοχές 'κλειδιά' που επιτρέπουν τη σύνδεση τυπικής και άτυπης μάθησης

Αναφορικά με την πρώτη πρόκληση για ενσωμάτωση – ότι δηλαδή μεταρρυθμίσεις στην εκπαίδευση των ΦΕ που προσανατολίζονται προς την YEK βρίσκονται επί του παρόντος σε επίπεδο χάραξης πολιτικής και δεν έχουν εισαχθεί στην εκπαιδευτική πράξη – το πλαίσιο του ENGAGE έχει τη δυνατότητα να πληροφορήσει την ανάπτυξη διδακτικών και μαθησιακών υλικών κυρίως μέσω του καθορισμού περιοχών σχετικών με την YEK στις ΦΕ και διερευνητικών ικανοτήτων που προάγουν στόχους της YEK. Ενδείξεις για τη δυναμική του πλαισίου σε αυτή την περιοχή αποτελούν τα προκαταρκτικά αποτελέσματα σχετικά με τον αντίκτυπο των υλικών στους εκπαιδευτικούς που παρουσιάστηκαν προηγουμένως σε αυτή την ενότητα. Ο καθορισμός των 10 διερευνητικών ικανοτήτων του πλαισίου θα μπορούσε επίσης να πληροφορήσει τα συστήματα αξιολόγησης των χωρών, σε επίπεδο ανάπτυξης δεικτών σχετικών με στόχους της YEK, και ως εκ τούτου να συνεισφέρει στη δεύτερη πρόκληση που αναφέρεται στον Πίνακα 7. Από την άλλη πλευρά, οι περιοχές 'κλειδιά' που προτείνει το πλαίσιο απομακρύνονται από τον πιο παραδοσιακό τρόπο καθορισμού περιοχών ύλης με βάση το περιεχόμενο κάθε γνωστικού τομέα και ως εκ τούτου υποστηρίζουν από μια τη διαθεματική προσέγγιση στην εκπαίδευση των ΦΕ – που διευκολύνει την ένταξη της YEK στα αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ – και από την άλλη την ευκολότερη σύνδεση ανάμεσα σε τυπικές και άτυπες μορφές μάθησης (για παράδειγμα μέσω των ΜΜΕ).

Σημαντική, τέλος, θεωρούμε τη δυναμική του πλαισίου στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών: σε ένα πρώτο επίπεδο τα προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών μπορούν να πληροφορηθούν από τα 4 διδακτικά εργαλεία που προτείνει το πλαίσιο για την ένταξη της YEK στη διδασκαλία. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, το πλαίσιο μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη ενός καινοτόμου προγράμματος εκπαίδευσης διδασκόντων, στο οποίο οι εκπαιδευτικοί θα διδάσκονται με τις ίδιες μεθόδους που καλούνται να εφαρμόσουν στην τάξη και θα εξασκούν τις ίδιες διερευνητικές ικανότητες τις οποίες καλούνται να προάγουν στους μαθητές τους. Εναλλακτικές και καινοτόμες προσεγγίσεις στην προετοιμασία και στην επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών είναι απαραίτητες, για την πραγμάτωση των στόχων που εκφράζονται σε επίπεδο χάραξης πολιτικής στην εκπαιδευτική πράξη.

5. Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή εστίασε στη σχέση ανάμεσα στην YEK και στην εκπαίδευση στις ΦΕ, μια περιοχή όπου οι έννοιες βρίσκονται υπό συζήτηση και διαμόρφωση τόσο σε ερευνητικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο χάραξης πολιτικών. Η επισκόπηση της βιβλιογραφίας επέτρεψε να αναγνωρίσουμε τρεις προσεγγίσεις αναφορικά με το πώς η σχέση αυτή έχει εκφραστεί σε έγγραφα εκπαιδευτικής πολιτικής και σε εκθέσεις ερευνητικών έργων: τη 'συστημική προσέγγιση', στην οποία καθορίζονται στόχοι και προτάσεις για συστημικές αλλαγές στην εκπαίδευση με στόχο την ενσωμάτωση της YEK στην εκπαίδευση των ΦΕ, την 'πρακτική προσέγγιση' με στόχο την ανάπτυξη μαθησιακών υλικών και διδακτικών προσεγγίσεων στις ΦΕ πάνω στη θεματική της YEK και την 'προσέγγιση του χώρου παρέμβασης', που εστιάζει στην αναγνώριση προκλήσεων και ευκαιριών για ένταξη της στα υπάρχοντα ευρωπαϊκά προγράμματα. Καθώς η συνεισφορά κάθε προσέγγισης αφορά κατά κύριο λόγο ένα από τα εκπαιδευτικά επίπεδα (αντίστοιχα το μακρο-επίπεδο της χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών, το μικρο-επίπεδο της εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη και το μέσο-επίπεδο της ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών), συζητήσαμε την αναγκαιότητα μορφοποίησης ενός ολιστικού και συνεκτικού πλαισίου το οποίο να μπορεί να πληροφορήσει συνδυαστικά και τα τρία εκπαιδευτικά επίπεδα στην ενσωμάτωση πτυχών της YEK στην εκπαίδευση των ΦΕ.

Το πλαίσιο του έργου ENGAGE που παρουσιάσαμε στη συνέχεια, αναπτύχθηκε με πρωταρχικό σκοπό να πληροφορήσει το μικρο-επίπεδο της εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη, ως πλαίσιο για ανάπτυξη εκπαιδευτικών υλικών. Ενδείξεις για την προστιθέμενη αξία του πλαισίου σε αυτό το επίπεδο παρουσιάστηκαν από μια πρωταρχική ανάλυση σε μια βάση δεδομένων 1293 ανοιχτών σχολίων των εκπαιδευτικών στην πλατφόρμα του έργου που αφορούν στην περίοδο Ιούνιος 2014-Ιούνιος 2016 και 987 ψήφων βαθμολόγησης από εκπαιδευτικούς του Ηνωμένου Βασιλείου, της Γαλλίας, της Ελλάδας, της Κύπρου, της Ελβετίας, της Ρουμανίας, της Λιθουανίας, του Ισραήλ, της Νορβηγίας και της Ισπανίας. Τα μαθησιακά υλικά - η ανάπτυξη των οποίων βασίστηκε στο πλαίσιο του ENGAGE - είχαν θετική ανταπόκριση από τους εκπαιδευτικούς, καθώς αξιολογήθηκαν να έχουν θετικό αντίκτυπο σε σχέση με την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών, με την ανάπτυξη διερευνητικών ικανοτήτων και την εφαρμογή επιστημονικής γνώσης (4.2, 4 και 4.1 αντίστοιχα σε κλίμακα 0 έως 5). Η ποιοτική ανάλυση των σχολίων των εκπαιδευτικών επέτρεψε την αναγνώριση κύριων χαρακτηριστικών των υλικών όπως και την αναγνώριση διερευνητικών ικανοτήτων του πλαισίου που προάγονται από τα υλικά, σύμφωνα με την άποψη των εκπαιδευτικών.

Με στόχο να εξετάσουμε τη δυναμική του πλαισίου στο να συνεισφέρει στο μέσο-εκπαιδευτικό επίπεδο (αυτό που αφορά στην ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων

και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών) επιχειρήσαμε τη σύνδεση ανάμεσα σε προκλήσεις για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στα ευρωπαϊκά αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ – όπως προέκυψαν από προηγούμενη μελέτη μας (Kiki-Papadakis & Chaimala, 2016), με τα στοιχεία του πλαισίου του ENGAGE. Σημαντική θεωρούμε τη δυνατότητα που έχει το πλαίσιο να πληροφορήσει τα συστήματα αξιολόγησης σε επίπεδο ανάπτυξης δεικτών για αξιολόγηση ικανοτήτων σχετικών με την ΥΕΚ, και τη δυναμική του ως βάση για την ανάπτυξη ενός καινοτόμου προγράμματος εκπαίδευσης διδασκόντων που να ενσωματώνει πτυχές της ΥΕΚ. Με δεδομένα από τη μια πλευρά τις ενδείξεις για την προστιθέμενη αξία του πλαισίου του ENGAGE σε μέσο- και μικρο-εκπαιδευτικό επίπεδο, και από την άλλη την αναγκαιότητα για μορφοποίηση ενός ολιστικού και συνεκτικού πλαισίου ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ, θεωρούμε χρήσιμη την περαιτέρω διερεύνηση της προστιθέμενης αξίας του πλαισίου σε επίπεδο χάραξης πολιτικής.

Βιβλιογραφία

- Bayram-Jacobs, D (2015) *RRI: What is it? How to integrate in Science Education*. Available: [html https://www.researchgate.net/publication/279204567_RRI_What_is_it_How_to_Integrate_in_Science_Education](http://www.researchgate.net/publication/279204567_RRI_What_is_it_How_to_Integrate_in_Science_Education) [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]
- Bybee, R. (1997) *Achieving scientific literacy: From purposes to practical action*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Douglas, C.M.W. & Stemering, D. (2013) Governing Synthetic Biology for Global Health through Responsible Research and Innovation. *Systems and Synthetic Biology*, 7(3), 139-150.
- European Commission (2014) *Science with and for Society*. Available: [html https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society](https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society) [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]
- European Commission (2015) *Science Education for Responsible Citizenship*. Available: [html http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf) [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]
- Kiki-Papadakis, K. & Chaimala, F. (2016) The embedment of Responsible Research and Innovation aspects in European science curricula. Paper accepted to be published in the *Romanian Journal for Multidimensional Education*.
- Okada, A. (2016) *Innovating teaching for responsible citizenship Policy Report* Available: [html http://oro.open.ac.uk/46455/](http://oro.open.ac.uk/46455/) [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]

- Owen, R. & Goldberg, N. (2010) Responsible Innovation: A pilot Study with the U.K. Engineering and Physical Sciences Research Council. *Risk analysis*, 30 (11), 1699-1707.
- Ratcliffe, M. (1997) Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182.
- Ratcliffe, M. & Grace M. (2003) *Science Education for Citizenship*. Open University Press.
- Ryan, C. (2015) *Science Education for Responsible Citizenship*. Report to the European Commission. Available: html http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]
- Stahl, B. (2013) RRI: the role of privacy in an emerging framework. *Science and Public Policy*, 40 (6), 708-716
- Stahl, B., M. Jirotko & Eden, G. (2013) Responsible Research and Innovation in Information and Communication Technology: Identifying and Engaging with the Ethical Implications on ICTs. In R. Owen., M. Heintz, and J. Bessant (Eds), *Responsible Innovation* (pp. 199-218). Chichester, UK.
- Sutcliffe, H. (2011) *A report on Responsible Research & Innovation*. Available: html https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/rri-report-hilary-sutcliffe_en.pdf [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]
- Von Schomberg, R. (2013) A Vision of Responsible Research and Innovation. In R. Owen, J. Bessant and M. Heitz (eds) *Responsible Innovation: Managing the Responsible Emergence of Science and Innovation in Society* (pp. 51-74) London: John Wiley & Sons, Ltd. Available: html http://www.rri-tools.eu/documents/10184/106979/Von-Schomberg2013_AVisionofRRI.pdf/f39a800d-6a51-4ad8-89bf-f962714a1454 [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]

ΕΡΕΥΝΑ ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

CUTTING-EDGE SCIENCE AND SOCIOSCIENTIFIC ISSUES IN SCIENCE EDUCATION

Αιμιλία Μιχαηλίδη
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Πανεπιστήμιο Κρήτης
amichailidi@edc.uoc.gr

Δημήτρης Σταύρου
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Πανεπιστήμιο Κρήτης
dstavrou@edc.uoc.gr

Περίληψη

Στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος IRRESISTIBLE, πέντε 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 δύο ανάλογων ενότητων. Στο τέλος κάθε φάσης οι εμπλεκόμενοι μαθητές κλήθηκαν να αναπτύξουν εκθέματα σχετικά με την ενότητα που παρακολούθησαν. Στην παρούσα εργασία διερευνούμε τις δυνατότητες και δυσκολίες που παρουσιάζονται κατά την ανάπτυξη και ευρύτερης κλίμακας εφαρμογή ενότητων σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων από εκπαιδευτικούς στα πλαίσια κοινοτήτων μάθησης και κατά την ανάπτυξη διαδραστικών εκθεμάτων από μαθητές σχετικά με σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα.

Λέξεις κλειδιά

Νανοτεχνολογία, Υπεύθυνη έρευνα και καινοτομία, Κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα, Άτυπες μορφές μάθησης, Εκπαίδευση εκπαιδευτικών.

Abstract

In the context of the EU project IRRESISTIBLE, five 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, thirty two colleagues in the implementation of the module they developed and two other respective modules. At the end of each phase the participating students were called to develop exhibits according to the topic they had been taught. In

this paper we investigate the possibilities and difficulties that arise during the development and wider-scale implementation of modules on cutting-edge and during the development of student-made exhibits on current scientific issues.

Key words

Nanotechnology, Responsible research and innovation, Socioscientific issues, Informal learning, Teacher training.

0. Εισαγωγή

Η ένταξη της επιστήμης και τεχνολογίας αιχμής στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) έχει δείχθει ερευνητικά πως ωφελεί ιδιαίτερα την ίδια την εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς εξοικειώνει τους μαθητές με τις επιστημονικές διεργασίες και τους βοηθά να βαθύνουν την κατανόηση της φύσης της επιστήμης (Kolst , 2001). Πιο συγκεκριμένα, η διδασκαλία σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων παρέχει στους εκπαιδευτικούς την ευκαιρία να μηήσουν τα παιδιά στον επιστημονικό τρόπο σκέψης. Επίσης παρέχει τη δυνατότητα να βιώσουν οι μαθητές την εμπειρία της επιστήμης εν τη γενέσει της, αντί της «έτοιμης» άκαμπτης επιστήμης που συνήθως διδάσκονται, και να εξερευνήσουν συναρπαστικά, πραγματικά παραδείγματα επιστημονικών εφαρμογών, καθιστώντας το μάθημα πιο ελκυστικό και ενδιαφέρον (Schank et al., 2007).

Γύρω από την τρέχουσα έρευνα υπάρχουν επίσης ερωτήματα που είναι ακόμα ανοιχτά και στα οποία η επιστημονική κοινότητα δεν έχει καταλήξει σε ομόφωνα αποδεκτές απαντήσεις. Το γεγονός αυτό μπορεί να εμπλέξει τους μαθητές σε συζητήσεις γύρω από το πώς παράγεται η επιστημονική γνώση αλλά και για τα όρια και τους περιορισμούς της επιστημονικής έρευνας (Schank, et al., 2009). Η ύπαρξη δε επιστημονικής διχογνωμίας και στις κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές διαστάσεις των ζητημάτων αυτών, τους δίνει ακόμα περισσότερες δυνατότητες παιδαγωγικής αξιοποίησης.

Σύμφυτη με τη διδασκαλία αντικειμένων σύγχρονης έρευνας είναι η διαπραγμάτευση στην τάξη και κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων. Τα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα είναι αμφιλεγόμενα κοινωνικά ζητήματα με εννοιολογικές ή/και διαδικαστικές συνδέσεις με την επιστήμη (Sadler, 2004). Αποτελούν προβληματικές καταστάσεις που έχουν πολλαπλές λύσεις, οι οποίες διαμορφώνονται από επιστημονικές αρχές, θεωρίες και δεδομένα, αλλά δεν μπορούν να καθοριστούν πλήρως από επιστημονικές εκτιμήσεις καθώς εμπλέκουν συγχρόνως μια ποικιλία κοινωνικών παραγόντων – πολιτικούς, οικονομικούς, ηθικούς κ.ά. (Sadler, 2011).

Η στροφή της διδακτικής των ΦΕ προς τα κοινωνικοεπιστημονικά θέματα έχει βασιστεί σε παρόμοιες παλαιότερες προσεγγίσεις όπως αυτή της σύνδεσης *Επιστήμης-Τεχνολογίας-Κοινωνίας* και βρίσκεται σε διαρκή εξέλιξη. Η πιο σύγχρονη τάση αφορά στην αξιοποίηση των διαστάσεων της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (ΥΕΚ) ως πλαισίου διαπραγμάτευσης των κοινωνικοεπιστημονικών θεμάτων (Blonder et al., 2016).

Η ΥΕΚ είναι μια διαδραστική διαδικασία που αποσκοπεί α) στην ενίσχυση της θέσης κοινωνικών, ηθικών και περιβαλλοντικών ζητημάτων στη διαδικασία της έρευνας και β) στη δημιουργία μιας κοινής αντίληψης για το ποια είναι η ορθή στάση και πρακτική όλων των εμπλεκόμενων φορέων ενώπιον της οικοδόμησης της εμπιστοσύνης του κοινού στη διαδικασία και τα προϊόντα της καινοτομίας (Sutcliffe, 2011). Η ΥΕΚ αποτελείται από 6 άξονες:

- *Την Ενεργό Εμπλοκή* όλων των κοινωνικών φορέων (ερευνητών, βιομηχανίας, πολιτικών και κοινωνίας) και την από κοινού συμμετοχή τους στη διαδικασία της έρευνας και της καινοτομίας.
- *Την Ισότητα Φύλων* στην επιστημονική έρευνα, για την αντιμετώπιση της υποαντιπροσώπησης των γυναικών στην έρευνα.
- *Την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες* για να εξοπλιστούν οι πολίτες και οι μελλοντικοί ερευνητές με την απαραίτητη γνώση και τα εργαλεία για να μπορούν να συμμετέχουν πλήρως και να αναλαμβάνουν ευθύνη στη διαδικασία της έρευνας και της καινοτομίας.
- *Την Ελεύθερη Πρόσβαση* των πολιτών στα αποτελέσματα ερευνών για την επίτευξη της απαραίτητης διαύγειας και την ευρύτερη χρήση των επιστημονικών αποτελεσμάτων από όλους τους κοινωνικούς φορείς.
- *Την Ηθική Δεοντολογία* που πρέπει να διέπει την επιστημονική έρευνα και καινοτομία.
- *Την Ορθή Διακυβέρνηση* ώστε να αποτρέπονται οι επιβλαβείς και ανήθικες διαστάσεις της καινοτομίας και της έρευνας (European Commission, 2012).

Στα πλαίσια της προσέγγισης αυτής μπορεί να ενταχθεί και η στόχευση αρκετών ευρωπαϊκών προγραμμάτων να εισαχθεί στη διδασκαλία των ΦΕ η έννοια της ΥΕΚ. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε την εφαρμογή στην Ελλάδα του Ευρωπαϊκού Προγράμματος IRRESISTIBLE (<http://www.irresistible-project.eu>) που είχε ως στόχο την προώθηση της ενεργού συμμετοχής εκπαιδευτικών και μαθητών στη διαδικασία της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας, μέσα από την εκπαίδευση εκπαιδευτικών και την ανάπτυξη διδακτικού υλικού αξιοποιώντας θέματα έρευνας αιχμής.

1. Περιγραφή του προγράμματος

Στο πρόγραμμα IRRESISTIBLE συμμετείχαν συνολικά 12 Πανεπιστήμια και 2 μουσεία/κέντρα επιστημών από 10 χώρες: Ολλανδία, Φινλανδία, Γερμανία, Ελλάδα, Ισραήλ, Ιταλία, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Τουρκία. Από την Ελλάδα, συμμετείχαν ως εταίροι το Πανεπιστήμιο Κρήτης και το Ίδρυμα Ευγενίδου.

Κάθε χώρα κλήθηκε να αναπτύξει και να εφαρμόσει πιλοτικά διδακτικές ενότητες που να θίγουν κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα από τη σκοπιά ενός διαφορετικού σύγχρονου ερευνητικού θέματος σε κάθε περίπτωση. Το αποτέλεσμα ήταν η ανάπτυξη 13 ενοτήτων γύρω από ένα ευρύ φάσμα σύγχρονων θεμάτων (βλ. Πίνακα 1). Επιπλέον κοινά χαρακτηριστικά των ενοτήτων ήταν ότι αυτές:

- προήγαν τη διερευνητική μάθηση βασιζόμενες στο μοντέλο των 6E επέκταση του μοντέλου διερευνητικής μάθησης 5E του Bybee (Bybee et al., 2006).
- ενέπλεκαν τους μαθητές στην ανάπτυξη διαδραστικών επιστημονικών εκθεμάτων, ως μέσα για την επικοινωνία της νεοαποκτηθείσας γνώσης τους.
- αξιοποιούσαν εργαλεία web2.0.

Πίνακας 1: Διδακτικές ενότητες που αναπτύχθηκαν στο πρόγραμμα IRRESISTIBLE

	Χώρα	Διδακτική ενότητα
1	Ολλανδία	-Υδατάνθρακες στο μητρικό γάλα
2	Ισραήλ	-Φωτοβολταϊκά στοιχεία περοβσκίτη
3	Γερμανία	-Υπεράκτια αιολική ενέργεια -Πλαστικά: Όλεθρος των ωκεανών
4	Τουρκία	-Νανοτεχνολογία και Υγεία
5	Πορτογαλία	-Γεωμηχανική: Έλεγχος του κλίματος; -Αξιολόγηση της υγείας της Γης μέσω των πολιτικών περιοχών
6	Ιταλία	-Νανοτεχνολογία στην Πληροφορία -Νανοτεχνολογία για τη μετατροπή της Ηλιακής Ενέργειας
7	Φινλανδία	-Κλιματική αλλαγή: Επιπτώσεις και προσαρμογή
8	Ελλάδα	-Εφαρμογές της Νανοεπιστήμης & της Νανοτεχνολογίας
9	Πολωνία	-Οι καταλυτικές ιδιότητες των νανοϋλικών
10	Ρουμανία	-Ειδικά νανοϋλικά

1.1. Η διάρθρωση του προγράμματος

Το πρόγραμμα διαρθρώθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση, σε κάθε μία από τις δέκα συμμετέχουσες χώρες, διαμορφώθηκε μια Κοινότητα Μάθησης που ανέπτυξε μία διδακτική ενότητα. Αυτές οι κοινότητες αποτελούνταν από 5 τουλάχιστον εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, ειδικούς από μουσεία και κέντρα επιστημών, καθώς και πανεπιστημιακούς και ερευνητές τόσο της διδακτικής των ΦΕ όσο και από το αντίστοιχο επιστημονικό πεδίο. Το υλικό που αναπτύχθηκε εφαρμόστηκε πιλοτικά από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς στις τάξεις τους και στο τέλος της εφαρμογής οι μαθητές κατασκεύασαν εκθέματα σχετικά με το εκάστοτε θέμα και τις εμπλεκόμενες πτυχές της ΥΕΚ.

Σε μια δεύτερη φάση καθένας από τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην Κοινότητα Μάθησης της πρώτης φάσης, λειτουργώντας πολλαπλασιαστικά, εκπαίδευσε στα πλαίσια νέων κοινοτήτων μάθησης συναδέλφους του εκπαιδευτικούς στην εφαρμογή του διδακτικού υλικού που είχε αναπτυχθεί στην πρώτη φάση, από την ίδια αλλά και από άλλες χώρες. Μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής των ενότητων στις τάξεις, δημιουργήθηκαν εκ νέου εκθέσεις με τις δημιουργίες των μαθητών. Τα καλύτερα μαθητικά εκθέματα από όλες τις συμμετέχουσες χώρες παρουσιάστηκαν σε μια κοινή έκθεση στα πλαίσια της Βραδιάς του Ερευνητή στο Κίελο.

1.2. Η ερευνητική διάσταση του IRRESISTIBLE

Στόχος του ευρωπαϊκού προγράμματος IRRESISTIBLE ήταν η ανάπτυξη διδακτικού υλικού σχετικά με πτυχές της ΥΕΚ στο πλαίσιο αντικειμένων της σύγχρονης επιστημονικής έρευνας. Στην παρούσα εργασία εστιάζουμε στον τρόπο με τον οποίο εν ενεργεία εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν και εφαρμόζουν διδακτικές ενότητες σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων με κοινωνικοεπιστημονικές διαστάσεις στα πλαίσια κοινοτήτων μάθησης, αλλά και στον τρόπο με τον οποίο μαθητές επικοινωνούν τις γνώσεις τους μέσω διαδραστικών εκθεμάτων. Συγκεκριμένα τα ερευνητικά μας ερωτήματα είναι:

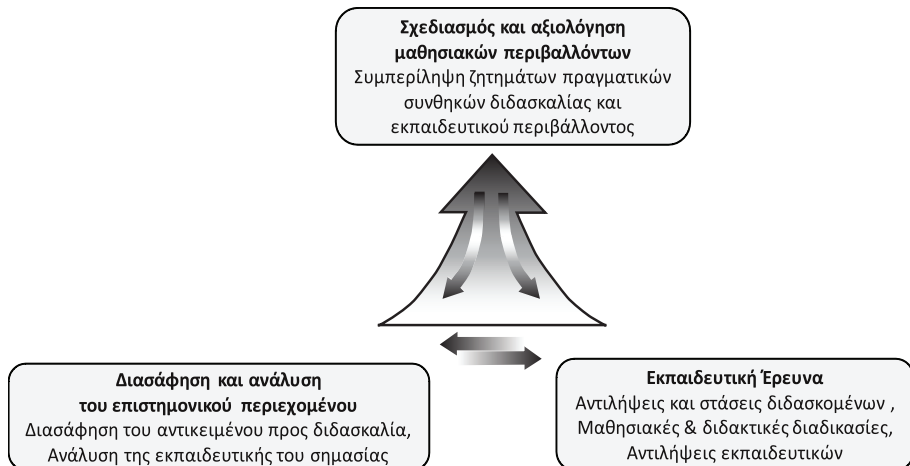
- α) Ποιες δυνατότητες και δυσκολίες παρουσιάζονται κατά την ανάπτυξη μιας διδακτικής ενότητας Νανοτεχνολογίας και θεμάτων ΥΕΚ από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς;
- β) Ποιες δυνατότητες και δυσκολίες παρουσιάζονται κατά την ευρύτερης κλίμακας εφαρμογή ενότητων σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων με κοινωνικοεπιστημονικές διαστάσεις από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς;
- γ) Ποιες όψεις του επιστημονικού περιεχομένου επιλέγουν οι μαθητές να επικοινωνήσουν μέσω επιστημονικών εκθεμάτων;

2. Μεθοδολογία

2.1. Μεθοδολογικό πλαίσιο

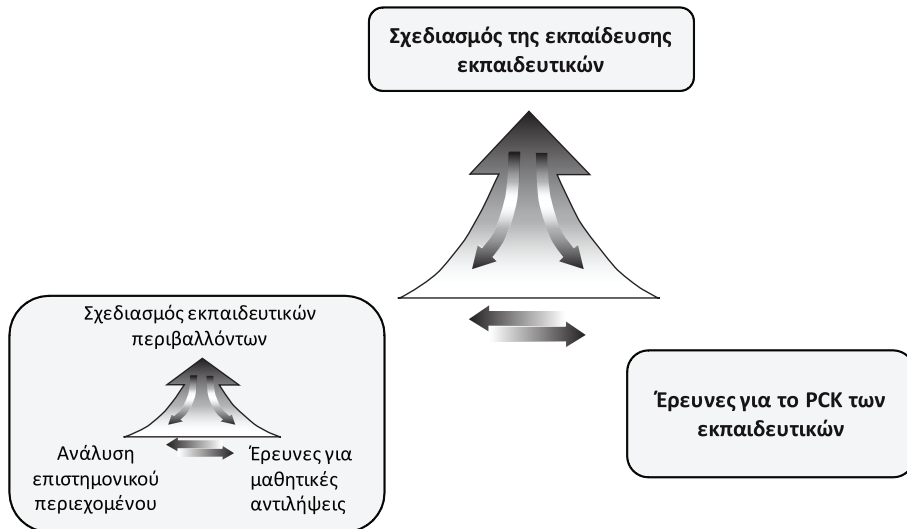
Μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας αποτελεί το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction, Duit et al., 2012, βλ. Εικόνα 1). Το μοντέλο αυτό παρέχει μια αντίληψη της έρευνας σχετικά με τη διδακτική των ΦΕ που σχετίζεται με τη βελτίωση της διδακτικής πράξης, αλλά και με την ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Έτσι αξιοποιήθηκε ιδιαίτερα κατά την φάση της ανάπτυξης της διδακτικής ενότητας της Νανοτεχνολογίας, στην 1^η φάση του προγράμματος.

Εικόνα 1: Το Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης (Duit et al., 2012)



Το Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης προσαρμόστηκε από τους van Dijk & Kat-tmann (2007) για την σχεδίαση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων για την εκπαίδευση εκπαιδευτικών (βλ. Εικόνα 2). Το προσαρμοσμένο αυτό μοντέλο αξιοποιήθηκε κατά τη δεύτερη φάση του προγράμματος, όπου στόχος ήταν η επιμόρφωση εκπαιδευτικών για να εφαρμόσουν έτοιμες διδακτικές ενότητες στις τάξεις τους.

Εικόνα 2: Το μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών (van Dijk & Kattmann, 2007)



2.2. Συμμετέχοντες

Στην εφαρμογή του προγράμματος στην Ελλάδα συνολικά συμμετείχαν τριάντα επτά εν ενεργεία εκπαιδευτικοί, τρεις ερευνητές της διδακτικής των ΦΕ από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Πανεπιστημίου Κρήτης, τρεις ειδικοί της επικοινωνίας της επιστήμης από το Ίδρυμα Ευγενίδου (ΙΕ) και το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Πανεπιστημίου Κρήτης (ΜΦΙΚ) και δύο ερευνητές του πεδίου της Νανοτεχνολογίας από το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ).

Στην 1^η φάση του IRRESISTIBLE συμμετείχαν πέντε εκπαιδευτικοί και ενενήντα πέντε μαθητές, στους οποίους δίδαξαν οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί την ενότητα που ανέπτυξαν. Την ομάδα των εκπαιδευτικών αποτελούσαν: ένας εκπαιδευτικός Πρωτοβάθμιας και τέσσερις εκπαιδευτικοί Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (δύο φυσικοί και δύο χημικοί), που δραστηριοποιούνταν σε Αθήνα, Ηράκλειο και Ρέθυμνο..

Στην 2^η φάση του IRRESISTIBLE συμμετείχαν επιπλέον τριάντα δύο εκπαιδευτικοί: έντεκα εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας και είκοσι ένας Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (δέκα χημικοί, εννιά φυσικοί και δύο βιολόγοι) που υπηρετούσαν σε μεγάλο εύρος τύπων σχολείων σε Αθήνα, Ηράκλειο και Ρέθυμνο. Οι εκπαιδευτικοί αυτοί δίδαξαν στις τάξεις τους ενότητες του IRRESISTIBLE σε περίπου 550 μαθητές όλων των βαθμίδων.

2.3. Η εφαρμογή του *IRRESISTIBLE* στην Ελλάδα – 1η φάση

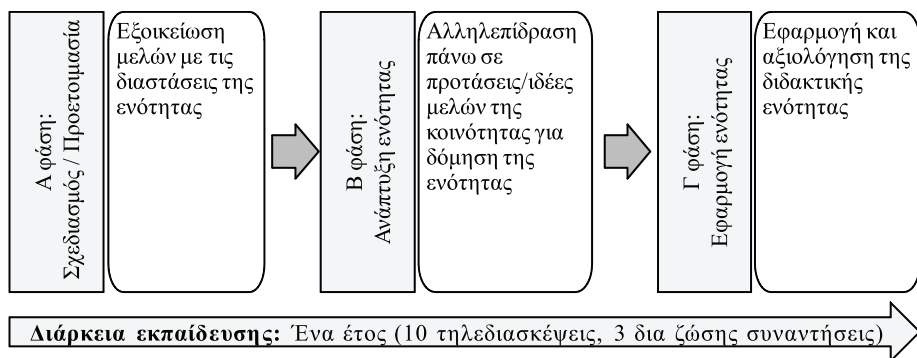
2.3.1. Η ανάπτυξη της ενότητας

Στην πρώτη φάση υλοποίησης του προγράμματος στην Ελλάδα δημιουργήθηκε μια Κοινότητα Μάθησης στο πλαίσιο της οποίας αναπτύχθηκε μια διδακτική ενότητα σε θέματα Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας (NE-T) για την προώθηση της ενεργού συμμετοχής των μαθητών στη διαδικασία της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (Σγουρός & Σταύρου, 2015). Σε αυτή την Κοινότητα Μάθησης συμμετείχαν:

- πέντε εν ενεργεία εκπαιδευτικοί
- δύο ερευνητές της Διδακτικής ΦΕ από το Πανεπιστήμιο Κρήτης,
- δύο ερευνητές της NE-T από το ΙΤΕ,
- ένας εκπρόσωπος από το ΜΦΙΚ και
- δύο εκπρόσωποι από το ΙΕ

Ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες του προγράμματος, πραγματοποιήθηκαν τόσο εξ αποστάσεως όσο και δια ζώσης συναντήσεις των μελών. Το ετήσιας διάρκειας πρόγραμμα εκπαίδευσης, χωρίστηκε μεθοδολογικά σε τρεις διαδοχικές φάσεις (βλ. Εικόνα 3).

Εικόνα 3: Οι τρεις φάσεις προγράμματος εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών



Α' φάση: Σε μια πρώτη σειρά έξι τηλεδιασκέψεων τα μέλη της ομάδας διαπραγματεύτηκαν θεματικές που άπτονταν της διδακτικής ενότητας όπως:

- α) το επιστημονικό περιεχόμενο της NE-T,
- β) η ανασκόπηση ερευνών για την διδασκαλία και την μάθηση της NE-T,

- γ) η διδασκαλία ΦΕ με διερεύνηση,
- δ) οι διαστάσεις της ΥΕΚ,
- ε) η ανάπτυξη διαδραστικών εκθεμάτων
- στ) η χρήση εργαλείων web 2.0 στην διδασκαλία.

Στην συνέχεια, σε μια δια ζώσης συνάντηση διάρκειας τριών ημερών, τα μέλη είχαν την ευκαιρία να ξεναγηθούν σε χώρους διεξαγωγής έρευνας αιχμής (ΙΤΕ), σε χώρους με εκθέματα επιστήμης (ΜΦΙΚ) αλλά και να έρθουν σε επαφή με διδακτικό υλικό της Νανοτεχνολογίας που είχε αναπτυχθεί στο ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Β' φάση: Σε μία δεύτερη σειρά τεσσάρων τηλεδιασκέψεων, τα μέλη της κοινότητας κατέθεσαν τις απόψεις και τις προτάσεις τους για την δόμηση του βασικού κορμού της διδακτικής ενότητας. Το επόμενο βήμα, ήταν να αναπτύξουν οι εκπαιδευτικοί μια πρώτη ολοκληρωμένη έκδοση της διδακτικής ενότητας, κατάλληλα προσαρμοσμένη στην βαθμίδα τους. Η αναπτυχθείσα ενότητα παρουσιάστηκε στα υπόλοιπα μέλη σε μια νέα δια ζώσης συνάντηση διάρκειας δύο ημερών. Σκοπός της αλληλεπίδρασης ήταν η από κοινού διαμόρφωση μιας ενότητας με ενιαία δομή, αλλά με ευελιξία στην επιλογή του κατάλληλου για την βαθμίδα που απευθύνεται διδακτικού υλικού.

Γ' φάση: Οι εκπαιδευτικοί σε αυτή την φάση εφάρμοσαν την αναπτυχθείσα ενότητα σε συνθήκες πραγματικής τάξης. Μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής, σε μια τρίτη δια ζώσης συνάντηση διάρκειας δύο ημερών, μοιράστηκαν με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας την εμπειρία και την ανατροφοδότηση που έλαβαν από την αλληλεπίδραση των μαθητών τους με την διδακτική ενότητα. Τελικό εξαγόμενο από την διαδικασία αξιολόγησης της ενότητας ήταν η ανάδειξη νέων προτάσεων και ιδεών για την αναδόμηση της, με γνώμονα την ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών.

2.3.2. Η ανάπτυξη των εκθεμάτων στην 1^η φάση

Στα πλαίσια της εφαρμοζόμενης ενότητας οι μαθητές κλήθηκαν με την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών τους να αναπτύξουν εκθέματα για να επικοινωνήσουν τη γνώση που απέκτησαν κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της ενότητας στο ευρύ κοινό (Alexopoulos et al., 2016). Την υποστήριξη εκπαιδευτικών και μαθητών όσον αφορά την διαδικασία σχεδιασμού εκθεμάτων ανέλαβαν η Διαδραστική Έκθεση Επιστήμης και Τεχνολογίας του ΙΕ, το ΜΦΙΚ και το ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Κατά την φάση της ανάπτυξης των εκθεμάτων από τους μαθητές, πέρα από την συνεχή επαφή των εκπαιδευτικών με τους ειδικούς, πραγματοποιήθηκαν και επισκέψεις (δια ζώσης ή μέσω τηλεδιάσκεψης) ειδικευμένου προσωπικού από το ΙΕ στις σχολικές τάξεις. Σε αυτές τις επισκέψεις παρουσιάστηκαν στους μαθητές αρχές σχεδιασμού και ενδεικτικά σενάρια εκθεμάτων. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικα-

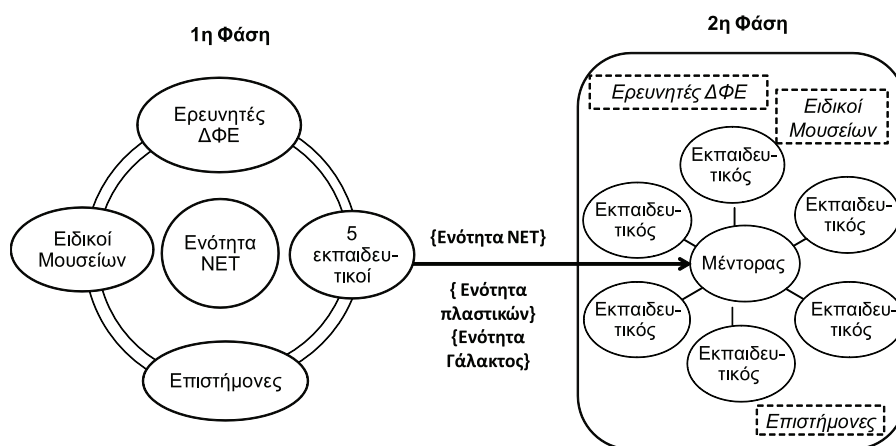
σίας ανάπτυξης των εκθεμάτων, η κάθε ομάδα παρουσίασε το έκθεμά της στις υπόλοιπες αλλά και στο γενικό κοινό σε έκθεση που διοργανώθηκε ταυτόχρονα στους χώρους του ΙΕ (σχολεία της Αθήνας) και του ΜΦΙΚ (σχολεία της Κρήτης). Κατά την διάρκεια της εκδήλωσης οι μαθητές της Αθήνας παρουσίασαν τα εκθέματά τους σε αυτούς της Κρήτης και αντίστροφα, μέσω διαδικτυακής κάμερας.

2.4. Η εφαρμογή του IRRESISTIBLE στην Ελλάδα – 2^η φάση

2.4.1. Η εφαρμογή των ενότητων

Στη 2^η φάση του προγράμματος λειτούργησαν πέντε νέες Κοινότητες Μάθησης. Οι πέντε εκπαιδευτικοί, που συμμετείχαν στην 1^η φάση του προγράμματος (στο εξής 'μέντορες'), έδρασαν ως πολλαπλασιαστές και εκπαίδευσαν στα πλαίσια κοινοτήτων μάθησης άλλους τριάντα δύο εκπαιδευτικούς (πέντε έως δέκα έκαστος) στην εφαρμογή τριών ενότητων πάνω σε αντικείμενα έρευνας αιχμής (βλ. Εικόνα 4).

Εικόνα 4: Η Αλληλεπίδραση της 1^{ης} και της 2^{ης} φάσης εφαρμογής του IRRESISTIBLE



Οι τρεις ενότητες στις οποίες επιμορφώθηκαν και εφαρμόσαν οι εκπαιδευτικοί ήταν οι:

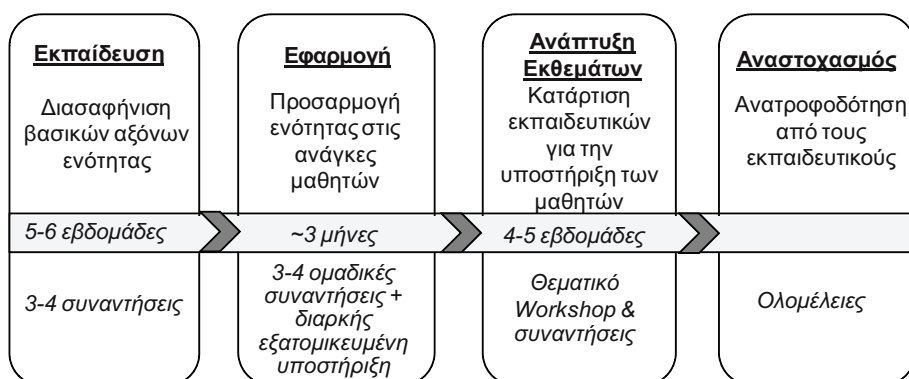
- *Εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας*, που αναπτύχθηκε από την ελληνική ομάδα με τη συμμετοχή και των μεντόρων,
- *Γλαστικά στους Ωκεανούς*, που αναπτύχθηκε από τους Γερμανούς εταίρους και
- *Μητρικό γάλα για μια υγιή ανάπτυξη*, που αναπτύχθηκε από του Ολλανδούς εταίρους.

Στη δεύτερη αυτή φάση, η ενότητα της Νανοτεχνολογίας εφαρμόστηκε σε όλες τις βαθμίδες, η ενότητα των Πλαστικών σε τάξεις του Δημοτικού και του Γυμνασίου και η ενότητα του Μητρικού Γάλακτος σε τάξεις Γυμνασίου και Λυκείου.

Η διαδικασία της επιμόρφωσης συνολικά διήρκεσε 9 μήνες και ξεκίνησε με μια ανακτρήρια ολομέλεια στη διάρκεια της οποίας παρουσιάστηκαν οι βασικές αρχές του προγράμματος αλλά και τα κύρια σημεία των τριών διδακτικών ενότητων. Στη συνέχεια συγκροτήθηκαν οι κοινότητες μάθησης οι οποίες για τους επόμενους μήνες συναντώνταν τακτικά δια ζώσης ή/και μέσω τηλεδιασκέψεων. Η πορεία διεξαγωγής των συναντήσεων αυτών, που παρουσιάζεται στην εικόνα 5, είχε ως εξής:

- Στις πρώτες 2-3 συναντήσεις, που διεξήχθησαν πριν την εφαρμογή των ενότητων στην τάξη, μελετήθηκε σε βάθος το υλικό των ενότητων από πλευράς επιστημονικού περιεχομένου, διδακτικής αξιοποίησης (βάσει της διερευνητικής μάθησης) και ανάδειξης πτυχών της ΥΕΚ.

Εικόνα 5: Διαδικασία εκπαίδευσης εκπαιδευτικών 2^{ης} φάσης



- Στις επόμενες συναντήσεις, που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των ενότητων στις τάξεις, οι μέντορες παρείχαν την υποστήριξή τους στους εκπαιδευτικούς συζητώντας μαζί τους τις δυσκολίες που ανέκυπταν, βοηθώντας τους στην προσαρμογή των ενότητων στις ανάγκες των μαθητών τους, διευκολύνοντάς τους με την εξεύρεση υλικών και συμβουλευοντάς τους επί της διαχείρισης συγκεκριμένων δραστηριοτήτων.
- Προς το τέλος της εφαρμογής των ενότητων, πραγματοποιήθηκε μια ημερίδα για τους εκπαιδευτικούς ώστε να μπορέσουν να υποστηρίξουν τους μαθητές τους κατά την διαδικασία ανάπτυξης διαδραστικών εκθεμάτων.

- Μετά και την ολοκλήρωση της παρουσίασης των εκθεμάτων από τους μαθητές, πραγματοποιήθηκε μία καταληκτική ολομέλεια όπου οι εκπαιδευτικοί παρουσίασαν τις εμπειρίες τους από το πρόγραμμα εστιάζοντας στη συνεργασία τους με τα μέλη των κοινοτήτων μάθησης, στις δυσκολίες που αντιμετώπισαν και στον τρόπο που η επιμόρφωση παρώθησε την προσωπική και επαγγελματική τους εξέλιξη.

2.4.2. Η ανάπτυξη των εκθεμάτων στη 2^η φάση

Αναπόσπαστο κομμάτι και των 3 διδακτικών ενοτήτων ήταν η ανάπτυξη επιστημονικών εκθεμάτων από τους μαθητές ως μέσο επικοινωνίας των γνώσεων που απέκτησαν. Σε αντίθεση με την 1^η φάση όπου η συμμετοχή των ειδικών της επικοινωνίας της επιστήμης στην διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής των εκθεμάτων ήταν πολύ ενεργή, στη 2^η φάση, λόγω του μεγάλου αριθμού σχολείων που συμμετείχαν κάτι τέτοιο δεν ήταν εφικτό. Για το λόγο αυτό ήταν αναγκαία η επαρκής κατάρτιση των εκπαιδευτικών ώστε να αναλάβουν καθοδηγητικό ρόλο σε αυτή τη διαδικασία. Για αυτό το σκοπό οργανώθηκαν δύο ημερίδες (μία στο ΙΕ για τους εκπαιδευτικούς της Αθήνας και μία στο ΜΦΙΚ για τους εκπαιδευτικούς της Κρήτης) όπου παρουσιάστηκαν στους εκπαιδευτικούς αρχές σχεδιασμού και ενδεικτικά σενάρια εκθεμάτων και υπήρξε εκτενής συζήτηση και προτάσεις για βελτίωση επί των προσχεδίων των μαθητών.

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας ανάπτυξης των εκθεμάτων, οργανώθηκαν δύο εκθέσεις στους χώρους του ΙΕ και του ΜΦΙΚ όπου φιλοξενήθηκαν τα εκθέματα των μαθητών της Αθήνας και της Κρήτης αντίστοιχα. Στη διάρκεια των εκθέσεων οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να παρουσιάσουν τα εκθέματά τους στο ευρύ κοινό, αλλά και να αλληλεπιδράσουν με τα εκθέματα άλλων ομάδων.

2.5. Συλλογή Δεδομένων

Και στις δύο φάσεις του προγράμματος έγινε πολυδιάστατη συλλογή δεδομένων. Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε βιντεοσκόπηση/μαγνητοσκόπηση των τηλεδιασκέψεων και των δια ζώσης συναντήσεων, δόθηκαν ανοιχτά ερωτηματολόγια για τις αντιλήψεις και ανάγκες των εκπαιδευτικών σε σχέση με τις διαστάσεις του προγράμματος (επιστημονικό περιεχόμενο, ΥΕΚ, 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.

Σε ό,τι αφορά στα εκθέματα των μαθητών, στην 1^η φάση εκτός από την ανάλυσή τους, διεξήχθησαν και ομαδικές συνεντεύξεις επικεντρωμένες στον τρόπο εργασίας των μαθητών κατά την ανάπτυξη των εκθεμάτων, ενώ στη 2^η φάση αξιοποιήθηκαν εκτός από τα εκθέματα και ανοιχτά ερωτηματολόγια προς τους μαθητές.

3. Αποτελέσματα

3.1. Κοινότητα Μάθησης 1ης φάσης: Ανάπτυξη ενότητας

Στόχος της κοινότητας μάθησης που δημιουργήθηκε κατά την 1^η φάση του προγράμματος ήταν η ανάπτυξη μιας διδακτικής ενότητας σε ένα θέμα σύγχρονης έρευνας όπως αυτό της Νανοτεχνολογίας και η ενσωμάτωση όψεων της ΥΕΚ. Στην προσπάθεια για επίτευξη του απαιτητικού αυτού στόχου οι πέντε εκπαιδευτικοί έφεραν στην κοινότητα τις γνώσεις και την εμπειρία τους από την εκπαιδευτική πράξη σχετικά με ζητήματα διδασκαλίας και μάθησης της επιστήμης. Η αλληλεπίδραση όμως και με τα υπόλοιπα μέλη της κοινότητας μάθησης υπήρξε σημαντική, γεγονός που αποτυπώνεται και στο τελικό εξαγόμενο, την διδακτική ενότητα.

Η ενότητα που αναπτύχθηκε εκτεινόταν σε 7 δίωρες συναντήσεις και περιείχε προτεινόμενες προσαρμογές αλλά και εναλλακτικές δραστηριότητες ανάλογα με την ηλικία ή το γνωστικό επίπεδο των μαθητών, γι' αυτό και απευθυνόταν σε μαθητές 11-17 ετών. Η τελική δομή της ενότητας ήταν η ακόλουθη:

Μάθημα 1. Εισαγωγή

Μάθημα 2. Επίσκεψη στο Μουσείο Επιστημών (ΙΕ)

Μαθήματα 3 & 4. Εφαρμογές της Νανοεπιστήμης: Αυτοκαθαριζόμενα υλικά

- Πόσο μικρό είναι το νάνο;
- Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος

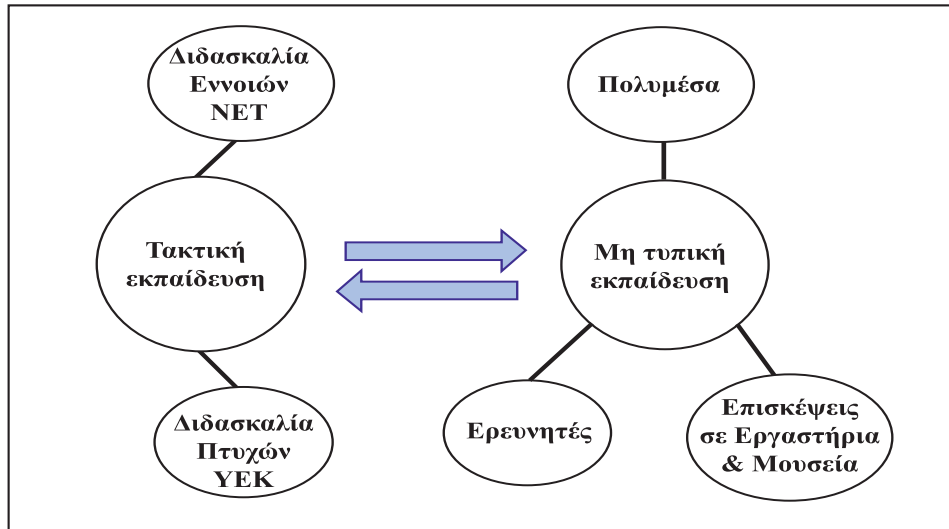
Μάθημα 5. Θέματα Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας

- Μελέτη άρθρων εφημερίδων
- Συζήτηση με ειδικούς στα σχολεία και στο ερευνητικό κέντρο

Μάθημα 6. Επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο (ΙΤΕ)

Μάθημα 7. Κατασκευή εκθεμάτων

Όπως φαίνεται και από τη δομή της ενότητας, οι εκπαιδευτικοί αξιοποίησαν στο μέγιστο και συμπεριέλαβαν στην ενότητα την αλληλεπίδραση των μαθητών τους με χώρους μη τυπικής μάθησης. Έτσι η ενότητα 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), όπως φαίνεται στην εικόνα 6.

Εικόνα 6: Αλληλεπίδραση τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης στην ενότητα NE-T

Επίσης, στην προσπάθειά τους αυτή, οι εκπαιδευτικοί αναζήτησαν την αδιάλειπτη και πολυδιάστατη αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών της κοινότητας. Αν και οι ανησυχίες, τα προαπαιτούμενα και οι προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι εκπαιδευτικοί διαφοροποιούνται ανάλογα με την φάση στην οποία βρίσκεται η ανάπτυξη της ενότητας, παραμένει επιτακτική η ανάγκη για συνεχή και στοχευμένη αλληλεπίδραση με τα υπόλοιπα μέλη της κοινότητας. Συγκεκριμένα από τους ερευνητές της διδακτικής των ΦΕ αναζήτησαν υποστήριξη σε ζητήματα που άπτονταν της διδασκαλίας της νανοτεχνολογίας όπως ιδέες και αντιλήψεις μαθητών για το νέο αυτό αντικείμενο, διδακτικό υλικό και τρόπους αναπαράστασης του περιεχομένου. Την ανατροφοδότηση που έλαβαν την αξιοποίησαν δημιουργικά, αναπτύσσοντας διερευνητικές διδασκαλίες προσαρμοσμένες στη βαθμίδα και τις ανάγκες των μαθητών τους. Τέλος, άντλησαν πολύτιμη ανατροφοδότηση και από τους συναδέλφους που αφορούσε κυρίως πρακτικά ζητήματα που άπτονταν της ανάπτυξης και εφαρμογής της ενότητας.

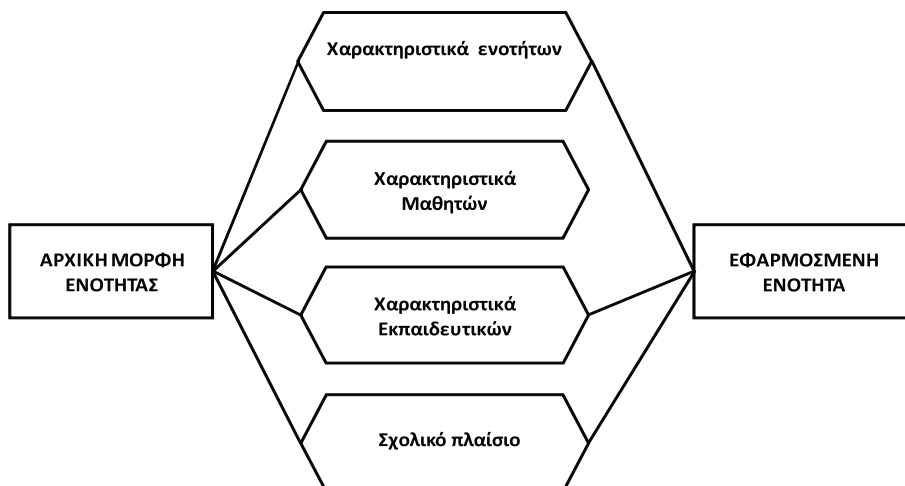
3.2. Κοινότητα Μάθησης 2ης φάσης: Εφαρμογή ενοτήτων

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 1^η 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.

Για την κάλυψη των αναγκών των εκπαιδευτικών, που αφορούσαν κυρίως το επισημονικό περιεχόμενο των ενότητων, την ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ και την ανάπτυξη των εκθεμάτων οι μέντορες υιοθέτησαν μια ευρεία γκάμα παρεμβάσεων (συμβουλές διαχείρισης δραστηριοτήτων, επίδειξη πειραμάτων, συμβουλές διαχείρισης ΥΕΚ κ.ά.). Οι παρεμβάσεις τους ήταν πολύ συχνότερες στην ενότητα της ναυτεχνολογίας την οποία οι ίδιοι είχαν αναπτύξει και εφαρμόσει κατά την προηγούμενη φάση του προγράμματος έναντι των άλλων ενότητων. Ωστόσο, η υποστήριξη που παρείχαν στους εκπαιδευτικούς σχετικά με την ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στη διδασκαλία τους και την ανάπτυξη των εκθεμάτων έγινε με ομοιόμορφο τρόπο και φάνηκε πως δεν επηρεάστηκε από την ενότητα.

Οι επιμορφούμενοι εκπαιδευτικοί από την πλευρά τους εμφάνισαν υψηλό βαθμό οικειοποίησης των ενότητων καθώς προέβησαν σε ποικίλες προσαρμογές του διδακτικού υλικού. Οι πρώτες τροποποιήσεις συναποφασίστηκαν στα πλαίσια των κοινοτήτων μάθησης και αφορούσαν κυρίως στην προσαρμογή των ενότητων στο γνωστικό επίπεδο μαθητών μικρότερης ηλικίας από την προτεινόμενη και στην προσθήκη στοιχείων που προωθούσαν την αλληλεπίδραση των μαθητών με ειδικούς από ερευνητικά και επιστημονικά κέντρα σχετικών με το αντικείμενο κάθε ενότητας. Μετά την έναρξη της εφαρμογής στις τάξεις προχώρησαν σε μικρότερης κλίμακας προσαρμογές, οι οποίες σχετίζονταν κυρίως με τον τρόπο που αλληλεπιδρούσαν οι μαθητές με το υλικό (Μιχαηλίδη & Σταύρου, 2016).

Εικόνα 7: Παράγοντες βάσει των οποίων πραγματοποιήθηκαν οι τροποποιήσεις στις ενότητες



Οι ενότητες οι οποίες κατέληξαν να διδαχθούν στην τάξη, ως εξαγόμενα της παραπάνω διαδικασίας, είχαν σημαντικές διαφοροποιήσεις από τις αρχικές, ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης παραγόντων που αφορούν στα χαρακτηριστικά του διδακτικού υλικού (όπως η συνάφεια με το Αναλυτικό Πρόγραμμα, η έκταση της ενότητας, η πληρότητα και η δομή του διδακτικού υλικού), τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε εκπαιδευτικού (όπως οι γνώσεις και τα ενδιαφέροντά τους, η Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, η εμπειρία τους και η προθυμία τους για εισαγωγή καινοτομιών) και σε εξωτερικούς παράγοντες του πλαισίου εφαρμογής (χρόνος, υποδομές) όπως φαίνεται στην εικόνα 7.

3.3. Ανάπτυξη εκθεμάτων

3.3.1. Εκθέματα 1^{ης} φάσης

Από τη διαδικασία ανάπτυξης των εκθεμάτων στην 1^η φάση του προγράμματος προέκυψαν συνολικά 16 εκθέματα (βλ. Εικόνα 8) τα οποία κάλυπταν ένα ευρύ φάσμα θεματικών περιεχομένων που σχετίζονται με τη Νανοτεχνολογία και την ΥΕΚ και χαρακτηρίζονταν από ποικιλία τρόπων επικοινωνίας των περιεχομένων αυτών (Alexoroulos et al., 2016).

Εικόνα 8: Παραδείγματα μαθητικών εκθεμάτων



Σχετικά με την επικοινωνία βασικών εννοιών της Νανοτεχνολογίας (βλ. Πίνακα 2), στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, οι μαθητές φάνηκε να εστιάζουν κυρίως στην διάταξη αντικειμένων σε κλίμακες και σε γενικές πληροφορίες σχετικά με τη νανοτεχνολογία. Αντίστοιχα, στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, οι μαθητές εστιάζουν κυρίως στις εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας και πιο συγκεκριμένα στη νανοϊατρική, τα υδροφόβα υλικά και άλλες καινοτόμες εφαρμογές (ferrofluids κ.ά.) χρησιμοποιώντας τους ως θελγητρο για τους επισκέπτες ώστε να γνωρίσουν πτυχές της Νανοεπιστήμης και της ΥΕΚ.

Πίνακας 2: Κατάταξη εκθεμάτων ανά θεματικό περιεχόμενο

Επιστημονικό περιεχόμενο εκθεμάτων	Δημοτικό	Γυμνάσιο	Λύκειο	Σύνολο
Υπερυδροφόβα υλικά/ Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος	1	1	1	3
Νανοϊατρική	-	2	1	3
Άλλες νανοεφαρμογές (ferrofluid φωτοκαταλυτικά υλικά)	-	1	1	2
Μέγεθος και Κλίμακα	3	-	-	3
Γενικές γνώσεις Νανοτεχνολογίας	3	1	-	4
Νανοδομές	-	-	1	1

Αναφορικά με την επικοινωνία πτυχών της ΥΕΚ (βλ. Πίνακα 3) αναδεικνύεται πως οι πτυχές που οι μαθητές κατάφεραν με μεγαλύτερη ευκολία να ενσωματώσουν στα εκθέματά τους ήταν η εκπαίδευση στις ΦΕ και δευτερευόντως η ενεργός εμπλοκή του κοινού σε επιστημονικά θέματα, ενώ δυσκολεύτηκαν στη διαχείριση εννοιών όπως η ισότητα φύλων και η ορθή διακυβέρνηση.

Πίνακας 3: Κατάταξη εκθεμάτων ανά πτυχή ΥΕΚ που θίγουν

Πτυχές ΥΕΚ	Δημοτικό	Γυμνάσιο	Λύκειο	Σύνολο
Ενεργός Εμπλοκή	1	2	3	6
Εκπαίδευση στις ΦΕ	6	5	4	15
Ισότητα Φύλων	-	2	1	3
Ηθική Δεοντολογία	-	3	1	4
Ελεύθερη Πρόσβαση	-	3	1	4
Ορθή Διακυβέρνηση	-	2	-	2

Όπως προέκυψε από τις συνεντεύξεις μαθητών και εκπαιδευτικών αλλά και από τις παρατηρήσεις πεδίου του εξειδικευμένου προσωπικού σε όλες τις φάσεις ανάπτυξης των εκθεμάτων, τα τελικά εκθέματα των μαθητών ήταν αποτέλεσμα επίδρασης σε αυτούς μιας σειράς παραγόντων σε ό,τι αφορά στην επιλογή τόσο του περιεχομένου όσο και του τύπου του εκθέματος. Συγκεκριμένα, πρωτεύοντα ρόλο στις επιλογές των μαθητών έπαιξαν τα προσωπικά τους ενδιαφέροντα, οι κατευθύνσεις που δόθηκαν από τους εκπαιδευτικούς ή και το βάρος που έδωσαν οι τελευταίοι σε συγκεκριμένες όψεις της Νανοτεχνολογίας και της ΥΕΚ στη διάρκεια των μαθημάτων και η επιδίωξη των μαθητών να επιτύχουν τον βέλτιστο βαθμό εμπλοκής των επισκεπτών. Δευτερευόντως, οι επιλογές τους φαίνεται ότι επηρεάστηκαν από τα εκθέματα με τα οποία αλληλεπέδρασαν κατά την επίσκεψη τους στο ΙΕ, τη σημασία του περιεχομένου των εκθεμάτων για την κοινωνία ευρύτερα (πχ χρήση εφαρμογών Νανοτεχνολογίας στην αντιμετώπιση ασθενειών), αλλά και από τις τεχνικές δυσκολίες που προέκυψαν στην πορεία κατασκευής των εκθεμάτων τους.

3.3.2. Εκθέματα 2ης φάσης

Κατά την 2^η φάση του προγράμματος IRRESISTIBLE αναπτύχθηκαν συνολικά 39 εκθέματα σχετικά με τα επιστημονικά αντικείμενα των τριών διδακτικών ενότητων που υλοποιήθηκαν. Συγκεκριμένα, κατασκευάστηκαν 18 εκθέματα σχετικά με τη Νανοτεχνολογία, 13 εκθέματα σχετικά με τα Πλαστικά στους ωκεανούς, και 8 εκθέματα για το Μητρικό γάλα.

Από την ανάλυση των εκθεμάτων προκύπτει ότι αν και στην πλειονότητα των εκθεμάτων προεξάρχουσα θέση κατείχε το εκάστοτε επιστημονικό περιεχόμενο, οι μαθητές κατάφεραν να ενσωματώσουν σχεδόν σε όλα τα εκθέματα και ζητήματα που αφορούσαν πτυχές της ΥΕΚ (βλ.Πίνακα 4).

Συγκριτικά δε και με τα αποτελέσματα της 1^{ης} φάσης γίνεται εμφανές ότι ορισμένες πτυχές της ΥΕΚ παραμένουν δυσκολότερες στη διαπραγμάτευση έναντι άλλων, ενώ κάθε επιστημονικό αντικείμενο αποτελεί πρόσφορο πεδίο ανάδειξης και διαπραγμάτευσης διαφορετικών πτυχών της ΥΕΚ.

Πίνακας 4: Πτυχές της ΥΕΚ στα εκθέματα των μαθητών ανά ενότητα

Πτυχές ΥΕΚ	Νανοτεχνολογία	Μητρικό Γάλα	Μικροπλαστικά
Ενεργός Εμπλοκή	8	1	5
Εκπαίδευση στις ΦΕ	4	2	2
Ισότητα Φύλων	4	1	1
Ηθική Δεοντολογία	11	3	3
Ελεύθερη Πρόσβαση	4	0	0
Ορθή Διακυβέρνηση	4	2	0

Από τα ερωτηματολόγια μαθητών και εκπαιδευτικών διαφαίνεται ότι στη διαδικασία ανάπτυξης των εκθεμάτων οι μαθητές αναζήτησαν αυτόνομα πληροφορίες από διάφορες πηγές (διαδίκτυο, βιβλία κ.ά.). Ο εκπαιδευτικός σε αυτή τη διαδικασία είχε κυρίως επικουρικό και συντονιστικό ρόλο, φροντίζοντας να βρίσκει λύσεις κυρίως σε πρακτικά ζητήματα. Τέλος, σημαντική υπήρξε και σε αυτή την φάση η επιρροή των μαθητών από την αλληλεπίδραση με χώρους μη τυπικής μάθησης τόσο για τον καθορισμό του περιεχομένου των εκθεμάτων (ερευνητικά κέντρα) όσο και της μορφής τους (ΙΕ).

4. Συμπεράσματα

Η πολυδιάστατη δομή της κοινότητας μάθησης στην 1^η φάση, με τη συμμετοχή εκπαιδευτικών και ειδικών από διάφορους τομείς, συνέθεσε ένα ιδιαίτερο υποστηρικτικό πλαίσιο εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών για την ανάπτυξη και στην συνέχεια την ευρύτερη εφαρμογή διδακτικών ενοτήτων σύγχρονων επιστημονικών αντικειμένων με κοινωνικοεπιστημονικές διαστάσεις. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, οι εκπαιδευτικοί κατάφεραν να συνθέσουν αρμονικά στοιχεία τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης τα οποία ενσωμάτωσαν στη διδασκαλία τους και τη διδακτική ενότητα που ανέπτυξαν.

Οι κοινότητες μάθησης όμως αποτέλεσαν και πολύ λειτουργικό περιβάλλον και κατά την προσπάθεια 'ανοίγματος' της εφαρμογής των ενοτήτων αυτών σε περισσότερους εκπαιδευτικούς, όπως φάνηκε στη 2^η φάση του προγράμματος. Στα πλαίσια των κοινοτήτων οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί υποστηρίχθηκαν κυρίως από τους μέντορες τους στην προσπάθειά τους να αξιοποιήσουν δημιουργικά το παρεχόμενο υλικό, έτσι ώστε να μπορέσει να εφαρμοστεί σε ποικίλα σχολικά πλαίσια.

Αναφορικά με τα εκθέματα, τόσο από τη σκοπιά των μαθητών όσο και από αυτή των εκπαιδευτικών, αναδείχθηκαν σε ένα εξαιρετικό μέσο για την επικοινωνία της επιστημονικής γνώσης των μαθητών. Η ανάπτυξη των εκθεμάτων παρείχε στους μαθητές τη δυνατότητα να πάρουν πρωτοβουλίες, να συνεργαστούν, να εμπλουτίσουν περαιτέρω τις γνώσεις τους, να εμβαθύνουν και να προβληματιστούν, προκειμένου να δώσουν μορφή στη δική τους οπτική γύρω από τις πτυχές της ΥΕΚ και το εκάστοτε επιστημονικό αντικείμενο.

Ευχαριστίες

Το πρόγραμμα IRRESISTIBLE χρηματοδοτήθηκε από το 7^ο πρόγραμμα-πλαίσιο της Ε.Ε. (FP7 2007-2013) με αριθμό 612367.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε:

- **τους εκπαιδευτικούς της 1^{ης} φάσης που συμμετείχαν και στην 2^η φάση του προγράμματος ως εκπαιδευτές - μέντορες:** Βελέντζα Αθανάσιο (Εκπαιδευτικός Δ.Ε. - Φυσικός / Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Αμπελοκήπων), Δημητριάδη Κυριακή (Εκπαιδευτικός στο Πειραματικό Γυμνάσιο Ρεθύμνου / Φυσικός), Μανδρίκα Αχιλλέα (Εκπαιδευτικός Π.Ε. / Σχολικός Σύμβουλος 56^{ης} Περιφέρειας Δημοτικής Εκπαίδευσης Αττικής), Μαργαρίτη Αντώνιο (Εκπαιδευτικός στο Πειραματικό Λύκειο Ηρακλείου Κρήτης / Χημικός), Σάλτα Αικατερίνη (Εκπαιδευτικός στο 2^ο Πειραματικό Λύκειο Αθηνών / Χημικός).

- **τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην 2^η φάση τους προγράμματος:** *Βίγη Γιάννη* (Εκπαιδευτικός στο 1^ο Επαγγελματικό Λύκειο Ρεθύμνου / Φυσικός), *Γιαννακουδάκη Κέλλυ* (Εκπαιδευτικός στο Γυμνάσιο Θραψανού Ηρακλείου Κρήτης / Φυσικός), *Γκιώνη Κώστα* (Εκπαιδευτικός στο 3^ο Δημοτικό Σχολείο Βούλας), *Δημόπουλο Βασίλη* (Εκπαιδευτικός στο Λύκειο Ψυχικού – Κολλέγιο Αθηνών / Φυσικός), *Ελευθερίου Μαρία* (Εκπαιδευτικός στο Γενικό Λύκειο Τζερμιάδων Λασιθίου / Φυσικός), *Ευαγγελοπούλου Αγγελική* (Εκπαιδευτικός στο 2^ο Γενικό Λύκειο Χαϊδαρίου / Χημικός), *Ευαγγελοπούλου Αναστασία* (Εκπαιδευτικός στο 7^ο Λύκειο Ηλιούπολης / Φυσικός), *Κακάση Σοφία* (Εκπαιδευτικός στο Δημοτικό Σχολείο Βουλιαγμένης), *Καλπίδου Τούλα* (Εκπαιδευτικός στο 2^ο Δημοτικό Σχολείο Βούλας), *Καμπούρη Αναστασία* (Εκπαιδευτικός στο 57^ο Γυμνάσιο Αθηνών / Βιολόγος), *Καράμπελα Σωτηρία* (Εκπαιδευτικός στο 57^ο Γυμνάσιο Αθηνών / Χημικός), *Καρατζόγλου Ρένα* (Εκπαιδευτικός στα Εκπαιδευτήρια Γείτονα), *Καραχάλιου Ιωάννα* (Εκπαιδευτικός στο 3^ο Γενικό Λύκειο Κορωπίου / Χημικός), *Κορδώνια Μιχάλη* (Εκπαιδευτικός στο Δημοτικό Σχολείο Βουλιαγμένης), *Κουφάκη Αφροδίτη* (Εκπαιδευτικός στο 2^ο Δημοτικό Σχολείο Βούλας), *Κωνσταντογιάννη Μαρία* (Εκπαιδευτικός στο 7^ο Γυμνάσιο Ηλιούπολης / Χημικός), *Λαζάρη Βάσω* (Εκπαιδευτικός στο 4^ο Δημοτικό Σχολείο Βούλας), *Λυκούση Παρασκευή* (Εκπαιδευτικός στο 13^ο Γυμνάσιο Αθηνών / Φυσικός), *Μάντζιο Χρήστο* (Εκπαιδευτικός στο Πειραματικό Γυμνάσιο Ρεθύμνου / Χημικός), *Μελανίτου Ελένη* (Εκπαιδευτικός στο ιδιωτικό Γυμνάσιο Αμαρουσίου «Ελληνική Παιδεία» / Χημικός), *Μηλιώνη Μαρία* (Εκπαιδευτικός στο 2^ο Δημοτικό Σχολείο Βούλας), *Μπάκου Αλεξάνδρα* (Εκπαιδευτικός στο Πειραματικό Γυμνάσιο Ηρακλείου Κρήτης / Χημικός), *Μπέρτσο Αντώνη* (Εκπαιδευτικός στο 4^ο Γυμνάσιο Ζωγράφου / Βιολόγος), *Πανοπούλου Μαρία* (Εκπαιδευτικός στο 3^ο Γενικό Λύκειο Ηρακλείου Κρήτης / Χημικός), *Παπακώστα Βιβή* (Εκπαιδευτικός στο 1^ο Δημοτικό Σχολείο Βάρης), *Σδρολία Φωτεινή* (Εκπαιδευτικός στο 4^ο Δημοτικό Σχολείο Βούλας), *Σιφνιώτη Πανδώρα* (Εκπαιδευτικός στα Εκπαιδευτήρια Κωστέα-Γείτονα / Χημικός Μηχανικός), *Στεφανίδου Κωνσταντίνη* (Εκπαιδευτικός στο 63^ο Γενικό Λύκειο Αθηνών / Φυσικός), *Χαλκιαδάκη Κώστα* (Εκπαιδευτικός στο 3^Α Γενικό Λύκειο Ρεθύμνου / Φυσικός), *Χαρίτο Κωνσταντίνο* (Εκπαιδευτικός στο Πρότυπο Γενικό Λύκειο Αναβρύτων / Χημικός), *Χατζησάββα Γιώργο* (Εκπαιδευτικός στο Πειραματικό Λύκειο Ηρακλείου Κρήτης / Φυσικός), *Χατζιδάκη Γιάννη* (Εκπαιδευτικός στο Γενικό Λύκειο Αλικαρνασσού / Χημικός).

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Μιχαηλίδη, Α., Σταύρου, Δ. (2016) Εφαρμογή ενοτήτων έρευνας αιχμής από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς. Στο Σκουμιός, Μ. & Σκουμπουρδή, Χ. (Επιμ). *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Το εκπαιδευτικό υλικό στα Μαθηματικά και το εκπαιδευτικό υλικό στις Φυσικές Επιστήμες: μοναχικές πορείες ή αλληλεπιδράσεις;»*, 635-644, Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και Διδακτικής Μηχανικής του Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ. και Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Ανακτήθηκε 20 Οκτωβρίου 2017 από <http://ltee.aegean.gr/sekpy/2016/files/proceedings.pdf>
- Σγουρός Γ., Σταύρου Δ. (2015) Εκπαίδευση εκπαιδευτικών στην ανάπτυξη διδακτικών ενοτήτων νανοτεχνολογίας στο πλαίσιο μιας Κοινότητας Μάθησης. Στο Ψύλλος, Δ., Μολοχιδης, Αν. & Καλλέρη, Μ (Επιμ). *Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές*, 47-52. Ανακτήθηκε 20 Οκτωβρίου 2017 από <http://synedrioenephet-2015.web.auth.gr>

Ξενόγλωσση

- Alexopoulos, I., Michailidi, E., Sgouros, G. Kalaitzidaki, M. & Stavrou, D. (2016) RRI and Nanotechnology: Developing a teaching Module and Exhibits for Primary and Secondary Students. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future*, Part/Strand 8: Scientific Literacy & socioscientific issues (co-ed. Jan Alexis Nielsen & Miriam Ossevoort), (pp. 1160 - 1166). Helsinki, Finland: University of Helsinki. ISBN 978-951-51-1541-6
- 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, 1145-1155
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006) *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS, 5, 88-98.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012) The Model of Educational Reconstruction – A framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *The World of Science Education: Science Education Research and Practice in Europe*, 13-37. Rotterdam: Sense Publishers.

- European Commission (2012) *Responsible Research and Innovation - Europe's ability to respond to societal challenges*. Ανακτήθηκε 30 Οκτωβρίου 2017 από https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_rri/KI0214595ENC.pdf
- Kolstø, S. (2001) Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), pp. 291-310.
- Sadler, T. D. (2004) Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Sadler, T. D. (2011) Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In TD Sadler (Ed), *Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research*, 1-10, Springer Netherlands
- Schank, P., Krajcik, J. & Yunker, M. (2007) Can nanoscience be a catalyst for education reform? In F. Allhoff, P. Lin, J. Moor & J. Weckert (Eds.), *Nanoethics: The ethical and social implications of nanotechnology*, 277-289. Hoboken, NJ: Wiley Publishing.
- Schank, P., Wise, A., Stanford, T. & Rosenquist, A, (2009) *Can High School Students Learn Nanoscience? An Evaluation of the Viability and Impact of the NanoSense Curriculum*. Menlo Park, CA: SRI International.
- Sutcliffe, H. (2011) *A report on responsible research and innovation*. Brussels: Matter. Ανακτήθηκε 30 Οκτωβρίου 2017 από http://ec.europa.eu/research/scienc society/ document_library / pdf_06/rri-report-hilary-sutcliffe_en.pdf
- van Dijk, E. M. & Kattmann, U. (2007) A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education, *Teaching and Teacher Education*, 23(6), 885-897

**ΤΟ ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ STED
(Science Teachers EDucation): ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ
ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

**THE STED (Science Teachers EDucation) TRAINING
PROGRAM: THEORETICAL BASIS AND
APPLICATION**

Πέτρος Π. Καριώτογλου
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
pkariotog@uowm.gr

Σοφία Αυγητίδου
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
saugitidoy@uowm.gr

Αικατερίνη Δημητριάδου
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
adimitriadou@uowm.gr

Γιώργος Μαλανδράκης
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
gmalandrakis@uowm.gr

Πηνελόπη Παπαδοπούλου
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
ppapadopoulou@uowm.gr

Δημήτρης Πνευματικός
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
dpnevmat@uowm.gr

Άννα Σπύρτου
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
aspirtou@uowm.gr

Περίληψη

Παρά τις αξιοσημείωτες αλλαγές των τελευταίων δεκαετιών στην υποχρεωτική Εκπαίδευση στη χώρα μας, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης PISA και η κοινή αίσθηση δείχνουν ότι η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες δεν είναι ιδιαίτερα επιτυχής. Επιπλέον, οι προτάσεις της βιβλιογραφίας για την επιλογή και τις μεθόδους πραγμάτευσης του περιεχομένου δεν φαίνεται να ακολουθούνται. Συνδέοντας τα παραπάνω με την επαγγελματική ενδυνάμωση των εκπαιδευτικών σχεδιάσαμε, εφαρμόσαμε και αξιολογήσαμε ένα ερευνητικό-εκπαιδευτικό πρόγραμμα ενδοϋπηρεσιακής επιμόρφωσης στις σύγχρονες τάσεις της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (όπως διερεύνηση, διδακτικός μετασχηματισμός περιεχομένου, αξιοποίηση εναλλακτικών ιδεών των μαθητών, χρήση ψηφιακών τεχνολογιών, μοντέλα και μοντελοποίηση, μη τυπική

εκπαίδευση). Εκπαιδεύσαμε 13 εκπαιδευτικούς της υποχρεωτικής εκπαίδευσης σε τρεις ομάδες: Προσχολικής, Α/θμιας και Μη Τυπικής εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά. Στο άρθρο αυτό περιγράφουμε σύντομα το πρόγραμμα σε συνάφεια με τις θεωρητικές του παραδοχές και επιχειρούμε μια συνολική αποτίμησή του, συζητώντας και τις δυνατότητες περαιτέρω εφαρμογής του σε ευρύτερη κλίμακα.

Λέξεις κλειδιά

Διδακτική Φυσικών Επιστημών, Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών, Διερεύνηση, Διδακτικές Μαθησιακές Ακολουθίες, Μη Τυπική Εκπαίδευση.

Abstract

Despite the significant changes of the last decades in the Greek compulsory educational system, the PISA results along with the common sense indicate that science education is not particularly successful. In addition, the international suggestions regarding the selection and transformation of the content and the relevant methods of its teaching are not usually followed. Having in mind these deficiencies, we planned, implemented and evaluated a research and training programme for in-service teachers regarding the current trends of science teaching (e.g., inquiry, content transformation, etc.). In the particular programme participated 13 in-service teachers organized in three groups: Pre-school, Primary school, and Non formal education. Results were very encouraging, and in the present study we discuss the theoretical foundations of the programme along to its main characteristics, and we attempt an overall evaluation of it, in light of the potential of its implementation in a wider scale.

Key words

Science Education, In-service Training, Inquiry, Teaching Learning Sequences, Non Formal Education.

0. Εισαγωγή

Με δεδομένες τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει σήμερα ο εκπαιδευτικός κάθε βαθμίδας στην εργασία του αλλά και τη σημασία της συμβολής του στη διδασκαλία και μάθηση των μαθητών, ο ρόλος του αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο ως βασικός συντελεστής ποιότητας της παρεχόμενης εκπαίδευσης (NRC, 2000; van der Heijden et al., 2015). Αυτό ισχύει, μεταξύ άλλων γνωστικών πεδίων, και στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) (Δημητριάδου, 2016), όπου οι επιδόσεις των μαθητών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης δεν είναι υψηλές, όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα του διαγωνισμού PISA της τελευταίας δεκαετίας (OECD, 2010; PISA, 2010). Ιδιαίτερα στη χώρα μας οι μαθητικές επιδόσεις στον τομέα αυτόν είναι κάτω από τον αντίστοιχο

μέσο όρο παγκοσμίως, παρά την εξέλιξη που είχε σημειωθεί τα τελευταία σαράντα χρόνια τόσο σε επίπεδο υποδομών (κτήρια, εργαστήρια, εξοπλισμός, κτλ) όσο και στη συγγραφή σύγχρονων Προγραμμάτων Σπουδών και βιβλίων (βλ. *Νέο Σχολείο*, <http://digitalschool.minedu.gov.gr/new>). Η ευθύνη για την πραγματικότητα αυτή μπορεί να αποδοθεί σε ποικίλες αιτίες, μεταξύ των οποίων σημαντική θέση καταλαμβάνουν τόσο οι διδακτικές μέθοδοι που αναπτύσσονται στο σχολείο όσο και τα ίδια τα περιεχόμενα των ΦΕ, τα οποία φαίνονται να μην είναι ελκυστικά για τους μαθητές. Διδακτικές επιδιώξεις όπως η μεταφορά της γνώσης και ο εστιασμός σε γεγονότα και έννοιες δεν καταφέρνουν να ενεργοποιήσουν τα μαθησιακά κίνητρα των παιδιών και εφήβων στην τάξη· αντίθετα, κάτι τέτοιο φαίνεται να επιτυγχάνεται στην περίπτωση που αναπτύσσονται διαδικασίες *διερεύνησης* των φαινομένων, καθώς και προσεγγίσεις που δίνουν προτεραιότητα στη *διαδικαστική* γνώση (NRC, 2012). Από την άλλη μεριά, ακόμη κι όταν οργανώνονται δράσεις μη τυπικής εκπαίδευσης με μορφή εξωσχολικών επισκέψεων, η αποτελεσματικότητα της διαδικασίας είναι εξαιρετικά περιορισμένη όταν δεν πλαισιώνεται από δραστηριότητες προετοιμασίας (πριν) και αναστοχασμού (μετά) για την αξιοποίηση της επίσκεψης (Καριώτογλου, 2003).

Στο άρθρο αυτό περιγράφουμε ένα ερευνητικό / επιμορφωτικό πρόγραμμα εκπαίδευσης εν ενεργεία εκπαιδευτικών υποχρεωτικής εκπαίδευσης, το οποίο αναφέρεται σε μία προσπάθεια διερεύνησης των δυνατοτήτων και των τρόπων εφαρμογής των ευρημάτων της έρευνας στην εκπαιδευτική πολιτική της ενδοϋπηρεσιακής επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, και ιδιαίτερα στην κατεύθυνση των ΦΕ. Προηγουμένως, όμως, κρίνουμε απαραίτητο να αναφερθούμε σε ορισμένες βασικές έννοιες και διαδικασίες που αποτελούν δομικά και μεθοδολογικά συστατικά του προγράμματος, καθώς τεκμηριώνουν τη θεωρητική του θεμελίωση.

1. Η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στις Φυσικές Επιστήμες - σύγχρονες τάσεις

1.1. Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών

Η ανάγκη ενσωμάτωσης πρακτικών που ενισχύουν τη διερευνητική μάθηση και τη διαδικαστική γνώση στη διδασκαλία των ΦΕ (NRC, 2007, 2012) τονίζεται ιδιαίτερα στα σύγχρονα πορίσματα της παιδαγωγικής και ψυχολογικής έρευνας για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας. Σύμφωνα με αυτά, ο εκπαιδευτικός πέρα από τις έννοιες των ΦΕ θα πρέπει να περιλαμβάνει στη διδασκαλία του και *πρακτικές*, οι οποίες διευκολύνουν την απόκτηση δεξιοτήτων που κρίνονται απαραίτητες για την εφαρμογή διερευνητικών μεθόδων (Πνευματικός, 2016). Τίθεται, λοιπόν, εδώ το ερώτημα *πώς μαθαίνουν οι εκπαιδευτικοί* σε πλαίσιο εκπαιδευτικών καινοτομιών και επομένως *σε τι θα πρέπει να δίνουν έμφαση* οι επιμορφωτικές διαδικασίες στη θεματική περιοχή των ΦΕ (Bakkenes et al., 2010).

Τα μοντέλα επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών που ακολουθούν την κατεύθυνση από πάνω προς τα κάτω (top-down) έχουν αποδειχτεί μέχρι τώρα αναποτελεσματικά (Fullan, 1991). Εξάλλου, η έμφαση στην απλή εκμάθηση των γνωστικών αντικειμένων από τους μελλοντικούς ή τους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς –σε πλαίσια επιμορφωτικών δράσεων – δεν διασφαλίζει και την επάρκεια των εκπαιδευτικών στο να σχεδιάζουν τη διδασκαλία τους λαμβάνοντας υπόψη ποικίλες και αναγκαίες παραμέτρους, όπως είναι ο μετασχηματισμός του περιεχομένου, οι εναλλακτικές ιδέες και ψυχολογικές ανάγκες των μαθητών κτλ. (Καριώτογλου, 2016).

Οι σύγχρονες προτάσεις για την αναθεώρηση της διδακτικής των ΦΕ δίνουν έμφαση στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών που προωθεί τις διαδικασίες διερεύνησης (Abd-El-Khalick et al., 2004), καθώς και στα διερευνητικά μαθησιακά περιβάλλοντα που ευνοούν την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης (Flick, 2006). Ωστόσο, και παρά τη θετική στάση των εκπαιδευτικών (Tseng et al., 2013), η εφαρμογή των παραπάνω φαίνεται να συναντά εμπόδια, όπως είναι η περιορισμένη γνώση του περιεχομένου (Appleton, 2002) και οι πεποιθήσεις των ίδιων των εκπαιδευτικών (Fitzgerald et al., 2013, Τσαλίκη κ.ά., 2016)

Σύμφωνα με ερευνητικά πορίσματα, προκειμένου να είναι επαρκής η προετοιμασία των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία των ΦΕ με εφαρμογή διερευνητικών μεθόδων, αυτή θα πρέπει να εστιάζει σε χαρακτηριστικά όπως η χρήση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) (Webb, 2010), η μοντελοποίηση (Schwarz, 2009) και ο αναστοχασμός (Harlow, 2014). Επιπλέον, ο εποικοδομισμός (κοινωνικός ή/και ατομικός) φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε αυτήν την κατεύθυνση (NRC, 2012).

Ένα στοιχείο που διευκολύνει την υιοθέτηση από τους εκπαιδευτικούς όσων προτείνονται ή σχεδιάζονται, σύμφωνα με τους Spillance et al. (2002), είναι η *πρακτικότητα* που χαρακτηρίζει την εφαρμογή τους. Άλλο στοιχείο, σύμφωνα με τον Pollock (2006), είναι ο εξελικτικός σχεδιασμός, δηλαδή, η σταδιακή ενσωμάτωση στη διδασκαλία των αλλαγών που προτείνονται, ώστε η μαθησιακή διαδικασία να περιλαμβάνει βαθμηδόν μορφές διερεύνησης περισσότερο ανοιχτού τύπου. Ο Lieberman (1995), εξάλλου, είχε τονίσει παλαιότερα ότι στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στις ΦΕ σημαντικό ρόλο παίζει η παροχή ενός υποστηρικτικού – συνεργατικού πλαισίου αλληλεπίδρασης μεταξύ των εκπαιδευτικών σε δύο άξονες: της παιδαγωγικής γνώσης και του γνωστικού αντικειμένου.

1.2. Διερεύνηση

Οι ΦΕ χρησιμοποιούν τη διερεύνηση ως στοιχείο της επιστημονικής μεθόδου, ενώ το σχολείο την αξιοποιεί ως μέθοδο διδασκαλίας, με την έννοια ότι μέσω διερευνητικών δραστηριοτήτων οι μαθητές προσεγγίζουν τις επιστημονικές έννοιες και εφαρμόζουν επιστημονικές διαδικασίες (NRC, 2000). Διακρίνονται δυο τύποι σχολικής

διερεύνησης: (α) η «διερεύνηση ως μέσο» για μάθηση, δηλαδή ως διδακτική πρόταση, και (β) η «διερεύνηση ως σκοπός», δηλαδή ως σειρά δεξιοτήτων που περιλαμβάνονται στα αναμενόμενα αποτελέσματα της διδασκαλίας (Abd-El-Khalick et al., 2004). Και στις δυο περιπτώσεις η μάθηση συντελείται μέσω διερευνητικών διαδικασιών που στόχο έχουν τη λύση ενός προβλήματος· έτσι, η διερεύνηση νοηματοδοτείται ως ανταλλαγή απόψεων με τους συμμαθητές, σχεδιασμός ερευνητικών δραστηριοτήτων, αναζήτηση και συλλογή πληροφοριών, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, χρήση ή/και κατασκευή μοντέλων, παραγωγή συνεκτικής και συνεπούς επιχειρηματολογίας κ.ά. (NRC, 2000; Duschl & Grandy, 2008). Η «διερεύνηση ως σκοπός» για μαθητές ηλικίας 10-14 ετών μπορεί να διακριθεί σε δύο επιμέρους είδη: (α) την ικανότητα να πραγματοποιούν οι μαθητές διερευνήσεις και (β) την κατανόηση της φύσης της επιστημονικής διερεύνησης (NRC, 2000, Bybee, 2006).

Οι προσεγγίσεις της διδασκαλίας και μάθησης οι οποίες χρησιμοποιούν διερευνητικές μεθόδους φαίνεται να αντιστοιχούν σε ένα συνεχές περιβάλλον μάθησης, στα οποία ο βαθμός μαθητοκεντρικότητας και δασκαλοκεντρικότητας ποικίλλει (Crawford, 2007; van Zee, 2006). Στο ένα άκρο βρίσκεται η διδασκαλία που στηρίζεται στη *μεταφορά* της γνώσης, όπου ο δάσκαλος αποφασίζει ποιο περιεχόμενο θα διδάξει και ποιες δραστηριότητες θα αναπτυχθούν, αξιολογώντας διαρκώς ώστε να 'μετρήσει' τη μάθηση που προκύπτει. Στο άλλο άκρο βρίσκεται η μάθηση στην οποία ο *ιδιος* ο μαθητής αποφασίζει τι θα μάθει, πώς θα το μάθει, ποιες πηγές θα χρησιμοποιήσει και πώς θα αυτοαξιολογηθεί για να ελέγξει τη μάθηση που επιτεύχθηκε. Ανάμεσα στις δύο αυτές εκ διαμέτρου αντίθετες μορφές διερευνητικής μάθησης υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις, των οποίων η θέση στο συνεχές των περιβαλλόντων μάθησης εξαρτάται από τους ίδιους του μαθητές, την πρόθεση του δασκάλου και τη συγκεκριμένη κατάσταση (Ζουπίδης, 2012).

1.3. Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και αξιοποίησή τους

Οι τάσεις που κυριαρχούν στη ΔΦΕ τα τελευταία 35 χρόνια είναι η εποικοδομιστική προσέγγιση στη διδασκαλία και τη μάθηση και η αξιοποίηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών. Ειδικότερα, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα των ΦΕ αναφέρονται στη διαισθητική προσέγγιση της επιστημονικής γνώσης από τους μαθητές, που συνήθως είναι απομακρυσμένη από την αντίστοιχη επιστημονική. Όταν η διδασκαλία ξεκινά με την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών και στη συνέχεια γίνεται προσπάθεια προσαρμογής αυτών των ιδεών στις επιστημονικές, τότε υιοθετείται η εποικοδομιστική προσέγγιση στη διδασκαλία και τη μάθηση (Driver et al., 1985, Καριώτογλου, 2006).

Η εμπειρία της ανάδειξης και μοντελοποίησης των ιδεών των μαθητών σε συνδυασμό με την εποικοδομιστική προσέγγιση στη διδασκαλία και τη μάθηση μας επιτρέπουν να σχεδιάσουμε δραστηριότητες για την τροποποίηση των αρχικών/ εναλ-

λακτικών ιδεών των μαθητών προς άλλες, που να βρίσκονται πιο κοντά στις επιστημονικές. Στην κατεύθυνση αυτής της αλλαγής μπορούμε να αξιοποιούμε τις τεχνολογίες της επικοινωνίας και της πληροφορίας, όπως και τις κλασικές τεχνολογίες (Καριώτογλου, 2006).

1.4. Διαδικαστική γνώση

Η διαδικαστική γνώση (procedural knowledge) αποτελεί ένα από τα τρία είδη της οργανωμένης ανθρώπινης γνώσης, δηλαδή, των νοητικών διεργασιών με τις οποίες οι άνθρωποι σκέφτονται, μαθαίνουν έννοιες και λύνουν προβλήματα. Αναφέρεται στον τρόπο ('πώς') με τον οποίο πραγματοποιείται μια νοητική δραστηριότητα και αντιστοιχεί σε διαδικασίες ελέγχου, βάσει των οποίων το άτομο ρυθμίζει, διευθετεί και κατευθύνει τη σκέψη του προκειμένου να λύσει κάποιο πρόβλημα. Τα άλλα δύο είδη γνώσης είναι η *δηλωτική* (declarative) και η *υποθετική* γνώση (conditional knowledge) (Κολιάδης, 2002). Η γνώση βέβαια δεν είναι αποτέλεσμα μόνο της σκέψης περιλαμβάνει και όσα πράττουμε, αλλά και όσα είμαστε και κάνουμε μαζί με άλλους. Η βαθύτερη γνώση, εξάλλου, προκύπτει από τη γνωσιακή ικανότητα του ατόμου, δηλαδή τη συστηματική και στοχευμένη προσπάθεια που καταβάλλει προκειμένου να προσεγγίσει κάτι από γνωστική άποψη (Bruner, 1990).

Στην κοινότητα της Εκπαίδευσης στις ΦΕ, αποτελεί κοινό τόπο η παραδοχή ότι οι ΦΕ δεν είναι απλά και μόνο ένα σύνολο γνώσεων που αντιπροσωπεύουν την σύγχρονη κατανόησή μας για τον κόσμο, αλλά είναι και ένα σύνολο πρακτικών οι οποίες εφαρμόζονται με στόχο την παραγωγή, την επέκταση και την τελειοποίηση αυτής της γνώσης (NRC, 2012). Και τα δύο αυτά συστατικά στοιχεία των ΦΕ -δηλωτική και διαδικαστική γνώση ή αλλιώς περιεχόμενο και πρακτικές- είναι θεμελιώδη για την ουσιαστική και αποτελεσματική μάθηση. Η επικέντρωση στη μάθηση του περιεχομένου και μόνο, ουσιαστικά καταλήγει σε ένα σύνολο αποσπασματικών γνώσεων που συνήθως συνδυάζεται με περιορισμένη κατανόηση της εσωτερικής λογικής και της συνοχής των ΦΕ (McKormick, 1997). Αντίθετα, η εξοικείωση με τις πρακτικές των ΦΕ θεωρήθηκε αφ' ενός πιο αντιπροσωπευτική ενός κόσμου μεταβαλλόμενης γνώσης και αφ' ετέρου ως μέσο για την «απαλλαγή από την τυραννία» των βαρυφορτωμένων με ύλη, αλλά χωρίς εμπάθυση, αναλυτικών προγραμμάτων (NRC, 2012). Επιπλέον, η εξοικείωση με τις επιστημονικές πρακτικές θεωρήθηκε πιο σχετική με τα αναλυτικά προγράμματα επιστημονικού γραμματισμού (science for all) και πιο αντιπροσωπευτική της φύσης της 'πραγματικής' σε αντίθεση με τη 'σχολική' επιστήμη (McKormick, 1997).

Είναι όμως, επίσης γνωστό, ότι όταν οι εκπαιδευόμενοι μαθαίνουν ΦΕ δεν κατανοούν τις εμπειρίες τους, τις παρατηρήσεις τους, ή και τις ίδιες τις ΦΕ με τον τρόπο που θα ήταν αναμενόμενος από τους εκπαιδευτικούς ή τα αναλυτικά προγράμματα. Η ρητή διδασκαλία της διαδικασίας και η καθοδήγηση σε στρατηγικά σημεία παρακινεί τους εκπαιδευόμενους να εστιάσουν στα κύρια στοιχεία των εμπειριών και των

παρατηρήσεων τους αλλά και των εννοιών τις οποίες επεξεργάζονται· έτσι υποστηρίζεται η κριτική εμπλοκή και επίτευξη των αναμενόμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων (NRC, 2007).

1.5. Μοντέλα και Μοντελοποίηση

Τα επιστημονικά μοντέλα ως συστήματα εννοιών και εννοιακών σχέσεων αποτελούν σημαντικά εργαλεία για τη βελτίωση τόσο της εννοιολογικής κατανόησης όσο και της μεταεννοιολογικής επίγνωσης (metaconceptual awareness)· γι' αυτό και η έρευνα που σχετίζεται με αυτά είναι πλούσια στη διεθνή βιβλιογραφία (Schwarz & White, 2005; Vosniadou, 2007; Vosniadou & Kollias, 2003; Wiser & Smith, 2008). Η εξοικείωση των μαθητών, ωστόσο, με την έννοια του όρου 'επιστημονικό μοντέλο' συνδέεται όχι μόνο με τις εμπειρίες τους σχετικά με τα μοντέλα αλλά και με την αντιληπτική ικανότητα που διαθέτουν οι ίδιοι. Έτσι, πέρα από την πραγματοποίηση δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τα μοντέλα, οι μαθητές στο μάθημα των ΦΕ θα πρέπει να εμπλέκονται σε διαδικασίες που τους διευκολύνουν ώστε: (α) να κατανοήσουν στοιχεία της φύσης και του ρόλου των μοντέλων (Gobert et al., 2011, Treagust et al. 2002; Wiser & Smith, 2008, Vosniadou, 2010), (β) να αποκτήσουν εμπειρίες σχετικά με τον τρόπο που χρησιμοποιούνται τα μοντέλα στις ΦΕ, δηλαδή ως νοητικά εργαλεία (Grosslight et al., 1991, Treagust et al., 2002), κάτι το οποίο μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τη συχνότερη εμπλοκή τους στη χρήση και καλλιέργεια συλλογισμών βασισμένων σε μοντέλα (Perkins & Grotzer, 2005), και (γ) να κατανοήσουν στοιχεία της ίδιας της διαδικασίας μοντελοποίησης (Justi & Gilbert, 2002, Papaenripidou, et al., 2007, Saari & Viiri, 2003). Τέλος, προτείνεται ο αναστοχασμός των μαθητών σχετικά με τις εμπειρίες που θα αποκτήσουν οι ίδιοι μέσω δραστηριοτήτων μοντελοποίησης, καθώς και σχετικά με τη φύση των μοντέλων μέσα από μεταγνωστικές διαδικασίες (Schwarz & White, 2005). Παρακάτω περιγράφουμε ορισμένες από τις έρευνες στις οποίες υπάρχουν διδακτικές προτάσεις σχετικά με τη διδασκαλία της φύσης και του ρόλου των μοντέλων ή/και τη διδασκαλία της μοντελοποίησης.

Σύμφωνα με τον Ζουπίδη (2012), οι προσεγγίσεις των ερευνητών που χρησιμοποιούν τη μοντελοποίηση στις διδακτικές τους παρεμβάσεις διαφοροποιούνται βάσει τριών τουλάχιστον κριτηρίων: (α) κατά πόσο στο πλαίσιο που μελετούν αναπτύσσεται ή όχι σαφής (explicit) διδασκαλία σχετικά με τη φύση και τον ρόλο των μοντέλων· (β) κατά πόσο η εστίαση στη μοντελοποίηση συντελείται στη μάθηση ή/και στην εκμάθηση της χρήσης έτοιμων μοντέλων μέσα από διερευνητικές δραστηριότητες ή στην οικοδόμηση και βελτίωση μοντέλων από τους ίδιους τους μαθητές· (γ) κατά πόσο η διδασκαλία εστιάζει κυρίως στα χαρακτηριστικά των μοντέλων και στις διαδικασίες μοντελοποίησης (π.χ. Papaenripidou et al., 2007) ή εάν, αντίθετα, δίνει έμφαση και στην κατανόηση της εννοιολογικής γνώσης ή αλλιώς του γνωστικού περιεχομένου της παρέμβασης (π.χ. Gobert et al., 2011, Hestenes, 1992, Halloun,

2004). Στην τελευταία περίπτωση καθοριστικός παράγοντας είναι το βάρος του εννοιολογικού φορτίου, της δυσκολίας, με άλλα λόγια, του γνωστικού περιεχομένου που θα επιλεγεί για να διδαχτεί. Αξίζει να σημειώσουμε ότι οι ερευνητές που εστιάζουν κυρίως στα μοντέλα και τη μοντελοποίηση, σε αντίθεση με αυτούς που εστιάζουν και στο γνωστικό περιεχόμενο, εφαρμόζουν συνήθως τη διδασκαλία σε μικρές ηλικίες, επιλέγοντας ελαφρύ εννοιολογικό φορτίο.

Παρά τις διαφορές που παρατηρούνται, οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν στο γεγονός ότι η γνώση σχετικά με τα μοντέλα ή/και την μοντελοποίηση θα πρέπει να διδάσκεται με σαφήνεια, καθώς και να δημιουργούνται οι προϋποθέσεις ώστε οι μαθητές να αναστοχάζονται πάνω στις διαδικασίες μοντελοποίησης στις οποίες ενεπλάκησαν. Επιπλέον, φαίνεται ότι οι μαθητές χρειάζονται χρόνο για να αφομοιώσουν την έννοια του μοντέλου και τη διαδικασία της μοντελοποίησης, και μάλιστα χρειάζεται να τη συναντήσουν σε πολλά και διαφορετικά πλαίσια (Saari & Viiri, 2003, van Zee, 2006). Σε ό,τι αφορά την εναλλαγή και τη μετάβαση από ένα μοντέλο σε ένα άλλο, όταν αυτή συμβαίνει, θα πρέπει να γίνεται με σαφή και εύγλωττο τρόπο. Είναι φανερό ότι η κατανόηση της φύσης των μοντέλων και η δεξιότητα της μοντελοποίησης μπορούν να αναπτυχθούν με κατάλληλη βοήθεια και μέσα από την προσωπική εμπλοκή και εμπειρία του μαθητή σε δραστηριότητες μοντελοποίησης (Harison & Treagust, 2000, Justi & Gilbert, 2002).

1.6. Διδακτικές - Μαθησιακές Ακολουθίες

Στη σύγχρονη βιβλιογραφία ο σχεδιασμός της διδασκαλίας στο σχολείο φαίνεται να ακολουθεί δύο κυρίως τάσεις. Η πρώτη, που αντιστοιχεί στον αμερικανικό προσανατολισμό, βασίζει τις διαδικασίες σχεδιασμού στον συνδυασμό της εμπειρικής εκπαιδευτικής έρευνας (Design Based Research) με την οργάνωση του μαθησιακού περιβάλλοντος βάσει της θεωρίας. Αναφέρεται στον διδακτικό σχεδιασμό πολλών γνωστικών αντικειμένων και στοχεύει στη δημιουργία *περιβαλλόντων μάθησης* μάλλον, παρά στην ανάπτυξη προϊόντων (Design-Based Research Collective, 2003). Η δεύτερη τάση αφορά τις λεγόμενες Διδακτικές Μαθησιακές Ακολουθίες (DMA, Teaching Learning Sequences), που αποτελούν την Ευρωπαϊκή πρόταση σχεδιασμού, και επικεντρώνεται κυρίως στις ΦΕ (Meheut & Psillos, 2004).

Οι DMA αποτελούν μικρά Αναλυτικά Προγράμματα, διάρκειας 5-15 διδακτικών ωρών, και αφορούν τη διδασκαλία μιας γνωστικής περιοχής, π.χ. του ηλεκτρικού ρεύματος, της αναπνοής, των ρευστών, της φωτοσύνθεσης κ.ά. Πρόκειται για προϊόντα Αναπτυξιακής Έρευνας (*Developmental Research*) (Lijnse, 1995) που αναφέρονται σε μία από τις πιο σημαντικές περιοχές έρευνας στη ΔΦΕ τις τελευταίες τρεις δεκαετίες. Πιο συγκεκριμένα, η ερευνητική αυτή περιοχή αφορά τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την αξιολόγηση των DMA (Duit, 1999, Lijnse, 1995, Méheut & Psillos, 2004) που αναπτύσσονται στο σχολείο και έχει προκύψει ως αποτέλεσμα δύο

παραγόντων: (α) της έρευνας που κυριάρχησε τη δεκαετία του '80 σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών γύρω από διάφορα φυσικά φαινόμενα και (β) της επικράτησης του εποικοδομισμού, εκείνη την περίοδο, στη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ (Méheut & Psillos, 2004, Psillos & Kariotoglou, 2016, Καριώτογλου, 2016)

1.7. Μη τυπική εκπαίδευση

Στις προτάσεις των νέων Προγραμμάτων Σπουδών (ΠΣ) στις ΦΕ εμφανίζεται συχνά η τάση για ανάπτυξη εκπαιδευτικών διαδικασιών εκτός σχολικού περιβάλλοντος –ίσως και εκτός Ωρολογίου Προγράμματος, αλλά εντός ΠΣ–, οι οποίες πραγματοποιούνται κυρίως στις βόρειες χώρες (Αγγλία, Σκανδιναβία). Η εκπαίδευση αυτή αφορά οργανωμένες επισκέψεις σε χώρους τεχνοεπιστήμης, περιλαμβάνοντας επιπλέον προετοιμασία πριν, και ανατροφοδότηση και αναστοχασμό μετά την επίσκεψη (Καριώτογλου, 2003; Κολιόπουλος, 2005). Στις επισκέψεις αξιοποιείται η διερεύνηση και τα 'εργαλεία' της, ενώ η πραγμάτευση του γνωστικού περιεχομένου συνδυάζεται με θέματα αλλαγής στάσης ως προς τον χώρο επίσκεψης, αλλά και με θέματα επαγγελματικού προσανατολισμού των μαθητών (Anderson et al., 2006). Σημαντική πτυχή αυτών των επισκέψεων είναι ότι για την προετοιμασία, υλοποίηση και ανατροφοδότηση απαιτείται η συνεργασία μεταξύ διαφορετικών εκπαιδευτικών ειδικοτήτων, π.χ. ΦΕ, Γλώσσας, Τεχνολογίας, αλλά και μεταξύ ειδικών από τους χώρους επίσκεψης (Καριώτογλου, 2011).

Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η επίσκεψη μαθητών του 3ου Γυμνασίου Φλώρινας στο τεχνικό τμήμα του ΟΤΕ της περιοχής τους, που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Materials Science. Οι μαθητές είχαν προετοιμαστεί ώστε να θέσουν ερωτήσεις σε θέματα που αφορούν τη χρήση νέων υλικών και τεχνολογικών προϊόντων στις τηλεπικοινωνίες, όπως οι αγωγοί και οι μονωτές, το βραχυκύκλωμα, η δίοδος, το τρανζίστορ και άλλα σχετικά υλικά. Παράλληλα, είχαν προετοιμαστεί για να συζητήσουν με το προσωπικό θέματα του επαγγελματός των τεχνικών του ΟΤΕ, σε ένα πλαίσιο προβληματισμού για το μελλοντικό τους επάγγελμα. Τέλος, ασκήθηκαν στην αναζήτηση πληροφοριών από γραπτές και ηλεκτρονικές πηγές πάνω σε θέματα που μελετούσαν, αλλά και σε σχέση με πειραματικές διαδικασίες (Καριώτογλου, 2011, Καριώτογλου κ.ά. 2012).

Σύμφωνα με την Καρνέζου (2010), οι εκπαιδευτικοί στη διάρκεια των οργανωμένων σχολικών επισκέψεων δεν έχουν συγκεκριμένους στόχους (Griffin & Symington, 1997), δεν προετοιμάζουν συνήθως την τάξη τους (Kisiel, 2005, 2006), ασχολούνται με τον έλεγχο της συμπεριφοράς των μαθητών στη διάρκεια της επίσκεψης (Griffin, 2004), παρακολουθούν μαζί με τους μαθητές την ξενάγηση (Tal et al., 2005), σπάνια σχεδιάζουν μετά την επίσκεψη δραστηριότητες με γνωστικό προσανατολισμό (Storksdieck, 2001) και δεν αξιολογούν την επίσκεψη μετά το πέρας της (Anderson et al., 2006).

Σε σχέση με τις πρακτικές και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών, οι απόψεις στη

βιβλιογραφία είναι συχνά αντιφατικές. Αναφέρεται, για παράδειγμα, ότι οι αντιλήψεις τους περιγράφονται ως 'φίλτρα', με τα οποία οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται και ερμηνεύουν κάθε νέα πληροφορία (Richardson, 2003) και ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης δεν επηρεάζουν απαραίτητα τις πρακτικές τους στην τάξη (Lederman, 1999). Αλλού επισημαίνεται ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την επιστήμη και τη μάθηση επηρέασαν τις πρακτικές τους στην τάξη (Appleton & Asoko, 1996)· ακόμη, ότι οι αντιλήψεις και οι πρακτικές των εκπαιδευτικών αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και μια αλλαγή σε ένα από τα δύο επηρεάζει και το άλλο (Levitt, 2002). Παράλληλα, οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη μάθηση και τη διδασκαλία είναι ενδεικτικές του τρόπου που θα διδάξουν στην τάξη (Samuelowicz & Bain, 2001), ενώ ορισμένες φορές οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών δεν συνάδουν με τις πρακτικές τους (Abell & Roth, 1995).

Όπως αναφέρει η σχετική βιβλιογραφία, οι συνεργασίες μεταξύ σχολείων και μουσείων προκύπτουν συνήθως ύστερα από πρωτοβουλία των εκπαιδευτικών (Bevan et al., 2010), ενώ η πληροφόρηση σχετικά με τα αποτελέσματα αυτών των συνεργασιών είναι περιορισμένη (Kisiel, 2010). Επίσης, αν και το σχολείο δέχεται την υποστήριξη των μουσείων με τις συλλογές και τα εκπαιδευτικά προγράμματα που διαθέτουν, ωστόσο η σύνδεση ανάμεσα στο πρόγραμμα του μουσείου και το αναλυτικό πρόγραμμα δεν είναι ισχυρή (Phillips et al., 2007). Τα προγράμματα μουσειακής εκπαίδευσης υποστηρίζονται συνήθως από μουσειοπαιδαγωγούς, οι οποίοι αξιοποιούν ποικίλες πρακτικές που άλλοτε συνάδουν με ευέλικτα μοντέλα διδασκαλίας και άλλοτε χρησιμοποιούν πιο παραδοσιακές πρακτικές (διάλεξη, ερωτήσεις κτλ). Πάντως, οι μουσειοπαιδαγωγοί συνήθως επιθυμούν κατά την επίσκεψη ο εκπαιδευτικός να περιορίζει την ευθύνη του μόνο τη διαχείριση της τάξης (Tal & Steiner, 2006, Καρνέζου, 2010).

Ο τρόπος με τον οποίον οι εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν, υλοποιούν και αξιολογούν επισκέψεις σε τεχνοεπιστημονικά μουσεία, καθώς και ο επηρεασμός των πρωτοβουλιών αυτών από τις αντιλήψεις τους για τη σημασία της άτυπης εκπαίδευσης, όπως μελετήθηκαν από την Καρνέζου (2010) στη διδακτορική της έρευνα, αναδεικνύει δύο κατηγορίες εκπαιδευτικών: (α) αυτούς που ακολουθούν κυρίως το γνωστικό, και δευτερευόντως το συναισθηματικό μοντέλο, θεωρώντας ότι τα οφέλη των μαθητών από την επίσκεψη είναι κυρίως γνωστικά και βασίζονται στη διαμεσολάβηση του εκπαιδευτικού, ο οποίος γνωρίζει από πριν τον χώρο επίσκεψης, διευκολύνει την αλληλεπίδραση στον χώρο του μουσείου και αναπτύσσει δραστηριότητες πριν και μετά· (β) αυτούς που ακολουθούν το συναισθηματικό μοντέλο δίνοντας έμφαση στα συναισθηματικά οφέλη των μαθητών, έχουν περιορισμένη γνώση του χώρου επίσκεψης και επαφίενται στην πρωτοβουλία του ξεναγού. Η ενημέρωση των μαθητών από τους εκπαιδευτικούς της δεύτερης κατηγορίας συνήθως αναφέρεται σε θέματα συμπεριφοράς, ενώ μετά την επίσκεψη ζητούνται και οι εντυπώσεις τους από την επίσκεψη.

2. Το πρόγραμμα STED και η εφαρμογή του

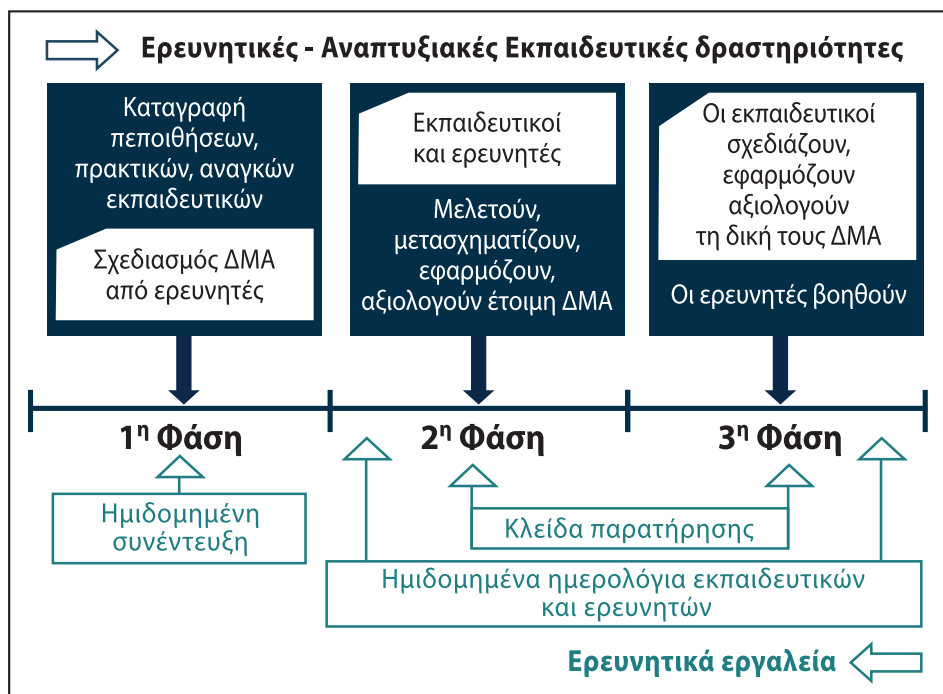
Κατά τα έτη 2014-2015 αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε από το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας το πρόγραμμα STED, που στόχευε στη διεύρυνση των διδακτικών απόψεων και πρακτικών των εν ενεργεία εκπαιδευτικών, ώστε αυτοί να ενσωματώσουν στη διδασκαλία τους τις σύγχρονες τάσεις και αντιλήψεις της Διδακτικής των ΦΕ, όπως η διερεύνηση, η αξιοποίηση των εναλλακτικών απόψεων των μαθητών, η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών και η οργάνωση των επισκέψεων εκτός σχολικού περιβάλλοντος. Το πρόγραμμα συνδύαζε την ερευνητική με την αναπτυξιακή αλλά και την εκπαιδευτική διάσταση, καθώς επιδίωκε να συνειδητοποιήσουν οι εκπαιδευτικοί ότι μάθηση των μαθητών πρέπει να συνοδεύεται και με την ευχαρίστησή τους, καθώς και την ικανοποίηση των βασικών ψυχολογικών αναγκών τους. Στους σκοπούς του προγράμματος περιλαμβανόταν και η αλλαγή στη φύση του διδασκόμενου περιεχομένου: να μην διδάσκονται, δηλαδή, οι μαθητές μόνο γεγονότα, έννοιες και αρχές, αλλά επίσης διαδικαστική γνώση (π.χ. έλεγχο μεταβλητών), καθώς και επιστημολογικού τύπου γνώση, όπως τα μοντέλα και η φύση της επιστήμης· ακόμη, να διδάσκονται και σύγχρονα θέματα αιχμής, όπως η επιστήμη υλικών και η νανοτεχνολογία, μιας και αυτά σχετίζονται με τον σύγχρονο τρόπο ζωής των νέων και τις μελλοντικές τους καριέρες. Επιδιώχθηκε, δηλαδή, να ενταχθούν στο πρόγραμμα, στο μέτρο του δυνατού, όλες οι σύγχρονες τάσεις της ΔΦΕ και της Εκπαίδευσης Εκπαιδευτικών, που περιγράφηκαν αναλυτικά στα προηγούμενα κεφάλαια (1.1.-1.7.).

Το πρόγραμμα έτρεξε σε τρεις παράλληλες κατευθύνσεις (strands): προσχολικής εκπαίδευσης, πρωτοβάθμιας και μη τυπικής, οι οποίες υλοποιήθηκαν σε τρεις διαδοχικές φάσεις, καθεμιά από τις οποίες είχε διάρκεια ενός εξαμήνου. Πήραν μέρος συνολικά 13 υπηρετούντες εκπαιδευτικοί: πέντε (5) νηπιαγωγοί (ΠΕ60) στην κατεύθυνση της προσχολικής εκπαίδευσης, τέσσερις (4) δάσκαλοι (ΠΕ70) στην κατεύθυνση της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και δύο (2) δάσκαλοι (ΠΕ70) που συνεργάστηκαν με δύο (2) φυσικούς (ΠΕ04.1) στην κατεύθυνση της μη τυπικής εκπαίδευσης. Οι διαδικασίες που αναπτύχθηκαν σε κάθε φάση ήταν οι εξής:

1^η Φάση: Καταγράφηκαν οι απόψεις, πρακτικές και ανάγκες των 13 εκπαιδευτικών όταν σχεδιάζουν και υλοποιούν διδασκαλίες ΦΕ, μέσω ημι-δομημένων συνημι-εντεύξεων με χρήση ανάλογου ερευνητικού εργαλείου. Επίσης, εφαρμόστηκε παρατήρηση και καταγραφή των διδακτικών τους πρακτικών με ειδική κλειδα παρατήρησης που κατασκευάστηκε για τον σκοπό αυτό. Παράλληλα, οι ερευνητές διαμόρφωσαν τρεις Διδακτικές - Μαθησιακές Ακολουθίες (ΔΜΑ) ως δείγματα καλής διδακτικής πρακτικής: “Ο κύκλος του νερού” για την προσχολική εκπαίδευση, “Η Νανοτεχνολογία-Νανοεπιστήμη” για την Α/θμια εκπαίδευση και “Υλικά για τις Τηλεπικοινωνίες: οργάνωση επίσκεψης στον ΟΤΕ” για την κατεύθυνση της μη τυπικής εκπαίδευσης.

2^η Φάση: Αρχικά, ερευνητές και εκπαιδευτικοί συζήτησαν τις σύγχρονες τάσεις της ΔΦΕ, όπως η διερεύνηση, η μη τυπική εκπαίδευση, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών κτλ. Στη συνέχεια οι εκπαιδευτικοί εκπαιδεύτηκαν σε μία ΔΜΑ για κάθε κατεύθυνση, τις μελέτησαν και τις τροποποίησαν με τη βοήθεια των ερευνητών προκειμένου αυτές να προσαρμοστούν στις δικές τους ικανότητες αλλά και στις ικανότητες και ανάγκες των μαθητών/τριών τους. Εφάρμοσαν και αξιολόγησαν την τροποποιημένη εκδοχή των τριών ΔΜΑ στις τάξεις τους. Η αλλαγή στο διδακτικό προφίλ των εκπαιδευτικών (απόψεις και πρακτικές) καταγράφηκαν με πολλαπλές μεθόδους και εργαλεία, όπως κλειδα παρατήρησης, ημερολόγια εκπαιδευτικών και ερευνητών και σημειώσεις συναντήσεων. Στο τέλος αυτής της φάσης έγινε μια εκτεταμένη αναστοχαστική συζήτηση μεταξύ ερευνητών και εκπαιδευτικών, για την ανάδειξη πιθανών αλλαγών στο διδακτικό προφίλ των εκπαιδευτικών. Οι ερωτήσεις που καθοδηγούσαν αυτές τις συζητήσεις στηρίζονταν στις κύριες συνιστώσες της κλειδας παρατήρησης (π.χ. μετασχηματισμός περιεχομένου, διερεύνηση, εναλλακτικές ιδέες, χρήση ψηφιακών τεχνολογιών κλπ.) (Kariotoglou et al., 2016).

3^η Φάση: Οι εκπαιδευτικοί σχεδίασαν, εφάρμοσαν και αξιολόγησαν τις δικές τους ΔΜΑ. Όπως στην προηγούμενη φάση, έτσι και εδώ καταγράφηκαν οι αλλαγές στο διδακτικό προφίλ των εκπαιδευτικών. Δύο ερευνητές ανέλυσαν ανεξάρτητα μεταξύ τους όλα τα καταγεγραμμένα δεδομένα σε κάθε κατεύθυνση, εστιάζοντας στις ίδιες συνιστώσες (π.χ. μετασχηματισμός περιεχομένου, διαχείριση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών κλπ). Επίσης, όπως και στην προηγούμενη φάση, στο τέλος πραγματοποιήθηκε αναστοχαστική συζήτηση με τους εκπαιδευτικούς (Tsaliki et al. 2016). Στο Σχήμα 1 φαίνονται σχηματικά οι δράσεις και τα εργαλεία στις 3 φάσεις.

Σχήμα 1: Περιγραφή των δράσεων και εργαλείων στις 3 φάσεις

Με βάση τα παραπάνω, τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα του προγράμματος STED ήταν τα εξής:

1. Ποιες είναι οι αλλαγές στο διδακτικό προφίλ των εκπαιδευτικών μετά τη συμμετοχή τους σε πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης που αφορά τον διδακτικό σχεδιασμό στις ΦΕ;
2. Ποιοι είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν τις παραπάνω αλλαγές;
3. Ποια είναι τα στοιχεία-κλειδιά στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών των ΦΕ, τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη σε ένα ανάλογο πρόγραμμα σπουδών;
4. Ποιες είναι οι κύριες δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν στην προετοιμασία και εφαρμογή του προγράμματος με στόχο την αξιοποίησή τους σε μελλοντική πραγματοποίηση αντίστοιχων προγραμμάτων επιμόρφωσης σε επίπεδο εκπαιδευτικής πολιτικής;

Τα δεδομένα του ερευνητικού μέρους συλλέχτηκαν από πολλές και διαφορετικές πηγές, με ποικιλία ερευνητικών εργαλείων. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με τη βοήθεια δύο συμπληρωματικών μεθόδων: μια διαδικασία με βάση προκαθορισμένες κατηγορίες (top-down approach) των κύριων μεταβλητών του προγράμματος, όπως μετασχηματισμός περιεχομένου, διερεύνηση κλπ. Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκε μια

διαδικασία ανάλυσης, για την αναζήτηση ευρημάτων που δεν είχε αναδείξει η προηγούμενη προσέγγιση (bottom-up approach).

Αναλυτική περιγραφή των μεθόδων ανάλυσης δεδομένων υπάρχουν σε άλλες εργασίες της ομάδας έργου (Tsaliki et al., 2016). Στην εργασία αυτή εστιάζουμε στο 4^ο ερευνητικό ερώτημα, δηλαδή στις δυσκολίες που συναντήσαμε κατά τον σχεδιασμό και την εφαρμογή του προγράμματος, καθώς και τις συνέπειές τους σε ενδεχόμενη περίπτωση πραγματοποίησης αντίστοιχων επιμορφώσεων σε επίπεδο εκπαιδευτικής πολιτικής. Τα αποτελέσματα και οι διδακτικές τους συνέπειες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

3. Αποτελέσματα και εκπαιδευτικές επισημάνσεις

3.1. Αποτίμηση της κατεύθυνσης για την Προσχολική Εκπαίδευση

Ακολουθώντας μια αναστοχαστική διαδικασία για την πορεία της μελέτης περίπτωσης της προσχολικής εκπαίδευσης, πιστεύουμε ότι τα χαρακτηριστικά του προγράμματος που κυρίως συνέτειναν στην επίτευξη των στόχων του (Αυγητίδου κ.ά. 2014, Δούκα κ.ά. 2015, Avgitidou et al. 2015) θα μπορούσαν αδρά να περιγραφούν σε σχέση με την συνεργατική, ερευνητική, ευέλικτη και συστηματική διαδικασία που ακολουθήθηκε στην υποστήριξη των εκπαιδευτικών. Συγκεκριμένα, βασικό χαρακτηριστικό του προγράμματος αποτέλεσε ο συνδυασμός και η ισορροπία ανάμεσα στις επιμορφωτικές διαδικασίες που είχε σχεδιάσει η ερευνητική ομάδα και στις ανάγκες και προτάσεις των εκπαιδευτικών. Το πρόγραμμα είχε βέβαια καθορισμένους στόχους, διαδικασίες και περιεχόμενο (top-down) για την εκπαίδευση στις ΦΕ, αλλά όλα αυτά ήταν υπό συνεχή διαπραγμάτευση και ανακατασκευή μέσα από την σύγκριση των οπτικών και του βαθμού κατανόησης της πορείας της σκέψης και δράσης των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών (bottom up).

Η κατανόηση της πορείας της επιμορφωτικής διαδικασίας του προγράμματος βασιζόταν στη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων που αφορούσαν τις ημερολογιακές καταγραφές των νηπιαγωγών, τα σχέδια οργάνωσης δραστηριοτήτων που κατέθεταν, τις ατομικές αναστοχαστικές συνεντεύξεις που έγιναν στη μέση του προγράμματος και τα πρακτικά των ομαδικών συναντήσεων. Κατά την εξέλιξη του προγράμματος επαγγελματικής μάθησης η επιστημονική ομάδα ανέλυε τα δεδομένα, ώστε να καθοδηγήσουν τον αναστοχασμό των εκπαιδευτικών σε ζητήματα θεωρίας ή πρακτικής που ανιχνεύονταν κατά την ανάλυση. Επιπλέον, αξιοποιήθηκαν διαφοροποιημένες στρατηγικές για να απαντηθούν διαφορετικού είδους ζητήματα και ανάγκες, όπως η έλλειψη γνώσης (για παράδειγμα σε θέματα διαδικαστικής γνώσης) ή παρανοήσεων/συγκρούσεων στη νοηματοδότηση όρων και διαδικασιών από τις εκπαιδευτικούς σε σχέση με αυτήν της επιστημονικής κοινότητας (π.χ. εναλλακτικές αντιλήψεις και διδακτική διαχείρισή τους). Οι πέντε εκπαιδευτικοί της προσχολικής

εκπαίδευσης ήταν έμπειρες και γνωρίζονταν πολύ καλά μεταξύ τους· επιπλέον, η δεκτικότητά τους στη δοκιμή νέων προσεγγίσεων συνεισέφεραν ώστε να εγκαθιδρυθεί συνεργατική σχέση μεταξύ τους και να αναπτυχθεί ανταλλαγή απόψεων σε ένα κλίμα εμπιστοσύνης, με θετικά αποτελέσματα.

Η εμπειρία μας έδειξε ότι η επίγνωση της θεωρίας από την πλευρά των εκπαιδευτικών αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την αλλαγή της πρακτικής τους. Συγκεκριμένα, η επίγνωση της θεωρίας που σχετίζεται με την διδασκαλία των ΦΕ στην προσχολική εκπαίδευση, υποστηρίχθηκε από επιλογές που εστίαζαν και έδιναν ευκαιρίες για την ενσωμάτωση της νέας γνώσης στην πράξη, τη σύνοψη του αναστοχασμού των εκπαιδευτικών μέσω της συλλογής δεδομένων και τις αναστοχαστικές συζητήσεις με αντίστοιχη θεωρητική θεμελίωση και την εμπλοκή των ίδιων των εκπαιδευτικών σε θεωρητικές αναζητήσεις. Ο διδακτικός σχεδιασμός στις ΦΕ υποστηρίχθηκε αρχικά με την παρουσίαση μιας ΔΜΑ ως παράδειγμα ‘καλής πρακτικής’, ως βάση συζήτησης και αναστοχασμού για την εφαρμογή της. Στη συνέχεια, υποστηρίχθηκε με συζήτηση των ιδεών και των επιλογών των ίδιων των εκπαιδευτικών για τον διδακτικό τους σχεδιασμό και καθοδήγηση και ενθάρρυνση της επιστημονικής ομάδας, έτσι ώστε η κοινότητα μάθησής τους να αυτονομηθεί. Σημαντικότερη και υποστηρικτική ήταν και η επιλογή των εκπαιδευτικών να σχεδιάσουν ομαδικά την ΔΜΑ τους και άρα να μάθουν μέσα από την ανταλλαγή ιδεών, οπτικών και προτάσεων στο πλαίσιο μιας κοινότητας μάθησης.

Ο αναστοχασμός των εκπαιδευτικών, ως διαδικασία επίγνωσης και βελτίωσης του σχεδιασμού και των πρακτικών διδασκαλίας υποστηρίχθηκε μέσω των ημερολογιακών καταγραφών που απαιτούσαν από τις ίδιες να περιγράψουν και να αιτιολογήσουν τις διδακτικές τους επιλογές και στη συνέχεια να αναστοχαστούν πάνω στην εφαρμογή τους. Στις ημερολογιακές τους καταγραφές οι εκπαιδευτικοί ενθαρρύνθηκαν να προτείνουν εναλλακτικές δράσεις μετά τη διδασκαλία. Για τον αναστοχασμό επιλέχθηκαν συγκεκριμένα παραδείγματα από τις πρακτικές τους κατά την εφαρμογή των ΔΜΑ, ώστε να ενισχυθεί η γνωστική σύγκρουση και να δομηθεί μια κοινά αποδεκτή νοηματοδότηση.

3.2. Αποτίμηση της κατεύθυνσης για την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Στην ομάδα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης συμμετείχαν τρεις γυναίκες και ένας άντρας. Μόνο μία εκπαιδευτικός ήταν σχετικά νέα στην επαγγελματική της καριέρα (οκτώ έτη προϋπηρεσίας). Δύο γυναίκες εκπαιδευτικοί είχαν συνεργαστεί πρόσφατα με τους ίδιους ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ και σε ένα άλλο ευρωπαϊκό πρόγραμμα που αφορούσε την ανάπτυξη διερευνητικών περιβαλλόντων μάθησης, με χρήση ΤΠΕ και μοντελοποίηση σε περιεχόμενο των ΦΕ. Οι δύο συγκεκριμένες εκπαιδευτικοί, εκτός από την εμπειρία τους σε καινοτομικά προγράμματα, είχαν εμπειρία στη διδασκαλία των ΦΕ στο δημοτικό σχολείο. Ο τέταρτος εκπαιδευτικός είχε

ιδιαίτερα θετική στάση στο μάθημα των ΦΕ, καθώς και ιδιαίτερες ικανότητες να χειρίζεται υλικά, να σχεδιάζει και να κατασκευάζει τρισδιάστατα αντικείμενα για το μάθημα (π.χ. νερόμυλο). Ωστόσο, δεν είχε εμπειρία συμμετοχής σε καινοτομικά προγράμματα, ενώ οι γνώσεις του για τη διερευνητική μέθοδο ήταν ελλιπείς.

Κοινό χαρακτηριστικό των τεσσάρων ατόμων του δείγματος ήταν η εκπαίδευσή τους για πρώτη φορά στο περιεχόμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (N-ET) και της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (ΠΓΠ). Ειδικότερα, το πρόγραμμα αναπτύχθηκε σε δύο επίπεδα. Στο πρώτο, οι εκπαιδευτικοί ενεπλάκησαν σε πειραματικές δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα για να προσεγγίσουν φαινόμενα και έννοιες της Νανοτεχνολογίας. Στο δεύτερο επίπεδο, διδάχτηκαν ρητά όψεις της ΠΓΠ (Παιδαγωγική, Περιεχόμενο, Πλαίσιο) και αναστοχάστηκαν πάνω στη δική τους ΠΓΠ σχετικά με το περιεχόμενο της N-ET (Μάνου κ.ά., 2015, Χαϊτίδου κ.ά. 2015α, 2015β).

Η προώθηση των καινοτομικών χαρακτηριστικών του προγράμματος STED στη συγκεκριμένη ομάδα συνάντησε κυρίως δύο εμπόδια, τα οποία αφορούν τους μαθητές και τους συναδέλφους του σχολείου τους. Ειδικότερα, μόνο ο ένας εκπαιδευτικός δίδαξε στους μαθητές της τάξης του. Οι άλλοι τρεις είχαν να αντιμετωπίσουν στην αρχή του προγράμματος προβλήματα για την εύρεση τάξης και διαχείριση του ωρολογίου προγράμματος του σχολείου. Επιπλέον, δεν γνώριζαν καθόλου ή λίγο τους μαθητές στους οποίους δίδαξαν το περιεχόμενο της N-ET. Συνθήκες πλαισίου όπως η εργασία σε ολόημερο σχολείο, η απόσπαση σε διοικητική θέση και οι περιορισμένες ώρες διδασκαλίας του εκπαιδευτικού στο τμήμα που συμμετείχε δημιούργησαν προβλήματα, καθώς περφόρισαν την αλληλεπίδραση των τριών εκπαιδευτικών με τους μαθητές τους.

Ενθαρρύνσαμε τους τέσσερις εκπαιδευτικούς να ενημερώσουν, μέσω συζήτησης, τους συναδέλφους τους για το πρόγραμμα εκπαίδευσης και την καινοτομία που βίωσαν. Η προώθηση της καινοτομίας συνάντησε δυσκολίες. Μόνο σε μια σχολική μονάδα οι συνάδελφοι εκπαιδευτικοί αντέδρασαν θετικά και ενδιαφέρθηκαν να μάθουν για τις καινοτόμες δράσεις. Στη δεύτερη σχολική μονάδα το κλίμα ήταν αρνητικό, γεγονός που ο εκπαιδευτικός το απέδωσε στα πολλά έτη υπηρεσίας των συναδέλφων του. Τέλος, οι υπόλοιποι δύο εκπαιδευτικοί αποθαρρύνθηκαν από το αρνητικό κλίμα που υπήρχε μεταξύ των συναδέλφων στο σχολείο τους και αποφάσισαν να μην προχωρήσουν σε σχετική συζήτηση.

Η διάχυση της καινοτομίας μπορεί μεν να βρήκε εμπόδιο στο επίπεδο της σχολικής μονάδας, αλλά είχε θετική έκβαση όταν πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο μιας οργανωμένης ημερίδας επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στο Πανεπιστήμιο και ενός αντίστοιχου εργαστηρίου (workshop) σε πανελλήνιο συνέδριο. Στις δύο αυτές περιπτώσεις, οι εκπαιδευτικοί του προγράμματος επιμόρφωσαν συναδέλφους της σε συνδιδασκαλία με τους ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ. Οι επιμορφούμενοι εκπαιδευτικοί είχαν να επιλέξουν ένα από τα τρία εργαστήρια, τα οποία αντιστοιχούσαν στις τρεις

κατευθύνσεις (strands) του προγράμματος. Στην κατεύθυνση της Ν-ΕΤ, εκπαιδευτικοί και σχολικοί σύμβουλοι, ως επιμορφούμενοι, χωρίστηκαν σε ομάδες και ενεπλάκησαν σε πειραματικές δραστηριότητες και αναστοχαστική συζήτηση πάνω σε αυτές. Η ενεργός συμμετοχή τους και τα θετικά σχόλιά τους κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου ήταν αξιοσημείωτα. Επιπλέον, είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι την επόμενη σχολική χρονιά μία εκπαιδευτικός του προγράμματος συνέχισε τη συνεργασία της με την ερευνητική ομάδα της Διδακτικής των ΦΕ, συμμετέχοντας ενεργά σε ανάλογα εργαστήρια επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας. Ως συνέχεια του STED, αναπτύχθηκε σχετικό Πρόγραμμα Δια Βίου Εκπαίδευσης με δομή και περιεχόμενο ίδια με τη κατεύθυνση της Πρωτοβάθμιας. Έξι εκπαιδευτικοί από εκείνους που παρακολούθησαν το Δια Βίου Πρόγραμμα, επιμόρφωσαν στη συνέχεια 300 συναδέλφους τους σε δύο ημερίδες, οι οποίες συνδιοργανώθηκαν από δύο σχολικούς συμβούλους και τους ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ.

Συνοψίζοντας τις παραπάνω αποτιμήσεις, θεωρούμε ότι ο ανθρώπινος παράγοντας σε επίπεδο σχολικής μονάδας (μαθητές και εκπαιδευτικοί) αναδείχτηκε ως κρίσιμος και δύσκολα διαχειρίσιμος για την προώθηση των καινοτομικών ιδεών του συγκεκριμένου προγράμματος. Αντίθετα, η διάχυση της καινοτομίας ήταν αποτελεσματική όταν οργανώθηκε σε ημερίδες επιμόρφωσης με την ενεργό συμμετοχή των εκπαιδευτικών σε μορφή εργαστηρίου. Υποστηρίζουμε ότι η πετυχημένη εφαρμογή των εργαστηρίων στο πλαίσιο ημερίδων ή/και συνεδρίων οφείλεται στη στενή και συστηματική συνεργασία των εκπαιδευτικών της πράξης με τους ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ και τους σχολικούς συμβούλους.

3.3. Αποτίμηση της κατεύθυνσης για τη μη τυπική εκπαίδευση

Στην κατεύθυνση της μη τυπικής εκπαίδευσης συμμετείχαν τέσσερις εκπαιδευτικοί, δύο από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση (δάσκαλοι) και δύο από την δευτεροβάθμια (φυσικοί), έχοντας προϋπηρεσία από επτά έως εικοσιπέντε χρόνια. Επίσης, δεν είχαν συμμετάσχει κατά το παρελθόν σε άλλα επιμορφωτικά σεμινάρια σχετικά με τη διδακτική των ΦΕ και, αν και είχαν πραγματοποιήσει στο παρελθόν επισκέψεις πεδίου, η εμπειρία τους σχετικά με το θέμα αυτό ήταν μικρή.

Η συγκεκριμένη σύνθεση της ομάδας σκοπό είχε να αυξήσει τη συνεργασία μεταξύ των βαθμίδων της εκπαίδευσης, κάτι το οποίο φάνηκε ότι λειτουργεί πολύ αποτελεσματικά σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος. Αν και οι εκπαιδευτικοί δούλευαν ανεξάρτητα και χωρισμένοι σε δύο υποομάδες (Α/θμια, Β/θμια), η συνεργασία μεταξύ τους ήταν συνεχής. Οι μεν εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας καθοδηγούσαν και συμβούλευαν περισσότερο την ομάδα σε θέματα διδακτικής, κάτι το οποίο επιζητούσαν οι εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, και οι τελευταίοι με τη σειρά τους παρείχαν υποστήριξη στους συναδέλφους τους της πρωτοβάθμιας σε θέματα περιεχομένου (ΦΕ).

Η εξοικείωση με μια έτοιμη ΔΜΑ, η οποία λειτούργησε ως δείγμα καλής πρακτικής, και στη συνέχεια η προσαρμογή και εφαρμογή της από τους εκπαιδευτικούς στους δικούς τους μαθητές, ήταν ένα ακόμα στοιχείο το οποίο τους βοήθησε να κατανοήσουν ορισμένες βασικές αρχές της διδακτικής των ΦΕ, όπως τη διερεύνηση και την ανάπτυξη ΔΜΑ. Επιπλέον, η ανάπτυξη από μέρους τους μιας καινούριας ΔΜΑ, η οποία έγινε με την ελάχιστη δυνατή βοήθεια από την ερευνητική ομάδα, βοήθησε ακόμη περισσότερο στην εξοικείωση των εκπαιδευτικών με τη διδακτική των ΦΕ. Ωστόσο, η βελτίωση αυτή των εκπαιδευτικών δεν ήταν ισόρροπη προς όλους τους υπό μελέτη τομείς, καθώς σε μερικούς από αυτούς (π.χ. ιδέες μαθητών, λεκτική αλληλεπίδραση, επιστημολογία ΦΕ) η πρόοδος που υπήρξε ήταν από μηδαμινή έως ελάχιστη (βλ. Tsaliki et al., 2017, Γκιγκοπούλου κ.ά., 2015). Σε ενδεχόμενη μελλοντική εφαρμογή σημαντικό θα είναι, εκτός από τη θεωρητική προσέγγιση αυτών των πτυχών των ΦΕ, να γίνει και περισσότερη πρακτική εφαρμογή τους κατά τη διάρκεια της επιμόρφωσης.

Καθοριστική, επίσης, ήταν και η σημασία της πραγματοποίησης από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς της επίσκεψης πεδίου, η οποία επέδρασε καταλυτικά, ειδικά στους δευτεροβάθμιους, στο να συνειδητοποιήσουν τη σημασία και την αναγκαιότητα των τριών φάσεων της επίσκεψης πεδίου, και ειδικά αυτών της προετοιμασίας (πριν) και της μετά την επίσκεψη φάσης, καθώς και των αντίστοιχων δραστηριοτήτων (βλ. Tsaliki et al., 2017, Γκιγκοπούλου κ.ά., 2015).

Ακόμη, θα πρέπει να τονιστεί ότι ήταν πολύ σημαντικό το γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στο πρόγραμμα λειτούργησαν ως πολλαπλασιαστές για τη διάχυση των αποτελεσμάτων σε συναδέλφους τους, κάτι το οποίο συνέβη δύο φορές, μία κατά τη διάρκεια μιας προσυνεδριακής ημερίδας που έλαβε χώρα πριν από το Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής ΦΕ και άλλη μία κατά τη διάρκεια σχετικής ημερίδας επιμόρφωσης εκπαιδευτικών Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης.

4. Επίλογος

Από όσα αναφέραμε στην αποτίμηση της επιμορφωτικού προγράμματος και στις τρεις κατευθύνσεις, είναι εμφανές ότι μία αποτελεσματική επιμορφωτική διαδικασία προϋποθέτει χρόνο, υποστήριξη με θεωρητικά, ερευνητικά και αναστοχαστικά εργαλεία και συνεργασία (Avgitidou et al., 2015). Οι απόψεις και οι πρακτικές των εκπαιδευτικών είναι δυνατό να τροποποιηθούν στην κατεύθυνση της συστηματικής ενίσχυσης της διερεύνησης των εκπαιδευόμενων, της καλλιέργειας των επιστημονικών δεξιοτήτων και της συμμετοχής στις επιστημονικές πρακτικές. Αξιοποιώντας την εμπειρία μας σε γενικευμένα προγράμματα επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στις ΦΕ, προτείνουμε την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σε μικρές ή μεσαίου μεγέθους ομάδες. Η επιμόρφωση προϋποθέτει τον ενεργό ρόλο των συμμετεχόντων

εκπαιδευτικών, την υιοθέτηση μιας ερευνητικής και αναστοχαστικής προσέγγισης, αλλά και την εστιασμένη επιμόρφωση των ίδιων των επιμορφωτών. Ακόμη, θα πρέπει να βασίζεται σε ένα ισχυρό θεωρητικό υπόβαθρο, να διαθέτει κατάλληλα εργαλεία και να περιλαμβάνει διαδικασίες αναστοχασμού της πρακτικής των επιμορφούμενων εκπαιδευτικών, ώστε να ανταποκριθούν και οι ίδιοι σε μια συστηματική και πλαισιωμένη θεωρητική και πρακτική υποστήριξη του έργου τους στο σχολείο.

Συνοψίζοντας, θα μπορούσαμε να κωδικοποιήσουμε τα θετικά σημεία του προγράμματος STED στα εξής:

- Οικοδόμηση εμπιστοσύνης μεταξύ ερευνητών-επιμορφωτών και επιμορφουμένων.
- Καθορισμός και τήρηση συγκεκριμένων οργανωτικών αρχών σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος.
- Συστηματική και διαρκής ανάπτυξη αναστοχαστικών διαδικασιών από μέρους των εκπαιδευτών και των εκπαιδευομένων.
- Ευκαιρίες για ουσιαστική συμβολή των ίδιων των επιμορφουμένων στις επιμορφωτικές διαδικασίες (σχεδιασμός μαθημάτων, παραγωγή υλικού, προτάσεις εφαρμογής).
- Παράλληλη ανάπτυξη ανταποδοτικών δράσεων προς όφελος των επιμορφουμένων (βλ. οργάνωση ημερίδας, οργάνωση εργαστηρίου σε συνέδριο, πρόγραμμα Δια Βίου Εκπαίδευσης, βλ. <http://research.flo.uowm.gr/sted>).
- Ανάπτυξη διαδικασιών οριζόντιας παραγωγής της γνώσης (π.χ. διάχυση αποτελεσμάτων σε συναδέλφους, επιμορφωτικά σεμινάρια από εκπαιδευτικούς για εκπαιδευτικούς, βλ. <http://research.flo.uowm.gr/sted>).
- Ανάληψη ευθύνης από τους επιμορφούμενους για περαιτέρω προώθηση ερευνητικών-επιμορφωτικών δράσεων σε ευρύτερη κλίμακα.
- Ουσιαστική συνεργασία των εκπαιδευτικών με τους ερευνητές και τους σχολικούς συμβούλους.
- Συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών από διαφορετικές βαθμίδες.
- Συνδυασμός των θεωρητικών προσεγγίσεων με πρακτικές εφαρμογές.
- Πλαισίωση των διαδικασιών μη τυπικής εκπαίδευσης με δραστηριότητες *πριν* και *μετά*.

Μια πιο διευρυμένη εφαρμογή του προγράμματος STED σε μεγαλύτερη κλίμακα δεν μπορεί παρά να έχει ως αφετηρία τα παραπάνω σημεία· πάντα, ωστόσο, θα κινείται σε μία τροχιά αναζήτησης βελτιώσεων και προσαρμογών, ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται στις αλλαγές που συμβαίνουν διαρκώς στην εκπαίδευση και τη ζωή, μέσα και έξω από το σχολείο.

Ευχαριστίες

Η έρευνα που παρουσιάζεται στο παρόν άρθρο έγινε στο πλαίσιο της Δράσης «ΑΡΙΣΤΕΙΑ II» έργο: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ - STED» που υλοποιήθηκε στην Παιδαγωγική Σχολή του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και από εθνικούς πόρους.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Αυγητίδου, Σ., Παπαδοπούλου, Π. & Αλεξίου, Β. (2014) Απόψεις και πρακτικές εν ενεργεία εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική εκπαίδευση. Στο Κ. Δ. Μαλαφάντης, Β. Παπαδοπούλου, Σ. Αυγητίδου, Γ. Ιορδανίδης, Ι. Μπέτσας (επίμ) Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Παιδαγωγικής Εταιρείας Ελλάδας "Ελληνική Παιδαγωγική και Εκπαιδευτική Έρευνα", τ. Α, σ. 97-109. Στο http://www.edu.uowm.gr/site/sites/default/files/9o_panellinio_synedrio_praktika_a_tomos.pdf (20-10-2016).
- Γκιγκοπούλου, Α., Παπαδοπούλου, Ν., Ζουπίδης, Α., Πάντσιου, Ε., Μαλανδράκης, Γ. & Καριώτογλου, Π. (2015) Εκπαίδευση εκπαιδευτικών στην οργάνωση επισκέψεων σε χώρους Τεχνο-επιστήμης: περιγραφή της Α' φάσης της παρέμβασης και πρώτα αποτελέσματα. Στο: Ψύλλος Δημ., Μολοχίδης Αν. & Καλλέρη Μ. (2015). *Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές*, σελ. 129-137. <http://synedrioenephet-2015.web.auth.gr>, Ημερομηνία πρόσβασης: 28/11/17.
- Δημητριάδου, Κ. (2016) *Νέοι προσανατολισμοί της Διδακτικής. Προσαρμογή της διδασκαλίας στις εκπαιδευτικές προκλήσεις του 21^{ου} αιώνα*. Αθήνα: Gutenberg.
- Δούκα, Μ., Παπαδοπούλου, Π. & Αυγητίδου, Σ. (2015) Ιερέυνηση των εκπαιδευτικών πρακτικών κατά την οργάνωση δραστηριοτήτων Φυσικών Επιστημών στην προσχολική εκπαίδευση. Στο Δ., Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ., Καλλέρη, 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, σελ. 138-145. <http://synedrioenephet-2015.web.auth.gr> (20-09-2016).
- Ζουπίδης, Τ. (2012) Διδασκαλία και μάθηση με τη χρήση μοντέλων Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας: Εφαρμογή στα φαινόμενα της πλεύσης και της βύθισης.

- Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή. Φλώρινα: Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Διαθέσιμη στο <http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/28076> (15-10-2016).
- Καριώτογλου, Π. (2003) Εκπαίδευση σε Επιστημονικά και Τεχνολογικά Μουσεία: Οργάνωση Προγραμμάτων. *Θέματα στην Εκπαίδευση*, 4 (2-3): 169-182.
- Καριώτογλου, Π. (2006) Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών. Τρεις μελέτες περίπτωσης. Θεσσαλονίκη: Γράφημα.
- Καριώτογλου, Π. (2011) Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα "Materials Science". Στο Γ. Παπαγεωργίου & Γ. Κουντουριώτης, Πρακτικά, <http://www.7sefepet.gr>, 19-26.
- Καριώτογλου, Π. (2016) Εκπαίδευση υπηρετούντων νηπιαγωγών στον διδακτικό σχεδιασμό Φυσικών Επιστημών: το εκπαιδευτικό και ερευνητικό πρόγραμμα STED. Στο Β. Τεσλφές (επιμ.) *Προσχολική Ηλικία: Οι φυσικές επιστήμες στην εκπαιδευτική σχέση παιδιών και εκπαιδευτικών* (σ. 15-28). Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Αθήνα: Εκδόσεις Α. Πετροπούλου.
- Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α., Πνευματικός, Δ. & Ζουπίδης, Α. (2012) Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα "Materials Science". *Θέματα στην Εκπαίδευση*, 5 (1-2): 153-64.
- Καρνέζου, Μ. (2010) Μελέτη της οργάνωσης και της πραγματοποίησης μαθητικών επισκέψεων σε επιστημονικά και τεχνολογικά μουσεία. Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή. Φλώρινα: Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Διαθέσιμη στο <http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/22718> {15-10-2016}.
- Κολιάδης, Ε. Α. (2002) *Γνωστική Ψυχολογία, Γνωστική Νευροεπιστήμη και Εκπαιδευτική Πράξη. Μοντέλο Επεξεργασίας Πληροφοριών, τόμ. Δ΄*. Αθήνα (χ.ό.).
- Κολιόπουλος, Δ. (2005) *Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών*. Εκδ. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Μάνου, Λ., Σπύρτου, Α., Χατζηκρανιώτης, Ε. & Π. Καριώτογλου, (2015) Βιβλιογραφική επισκόπηση του περιεχομένου της διδασκαλίας της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας στις τρεις βαθμίδες εκπαίδευσης. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέρη, 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, σελ. 203-211. <http://synedrioenephet-2015.web.auth.gr>, {22.09.2016}.

- Πνευματικός, Δ. (2016) Ποιοι εκπαιδευτικοί εφαρμόζουν ανακαλυπτική μάθηση και διαδικαστική γνώση στις Φυσικές Επιστήμες; Ο ρόλος της αυτο-επάρκειας των εκπαιδευτικών. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέρη (επιμ.), Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, σελ. 114 - 120. <http://synedrioenephet-2015.web.auth.gr>, {10.10.2016}.
- Τσαλίκη Χ., Καρνέζου Μ., Μαλανδράκης Γ. & Καριώτογλου, Π. (2016) Εκπαίδευση υπηρετούντων εκπαιδευτικών στο διδακτικό σχεδιασμό: περιγραφή της παρέμβασης και πρώτες διαπιστώσεις. Στο: Ψύλλος Δ., Μολοχίδης Α. & Καλλέρη Μ. (επιμ.), Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, σελ. 739 -747. <http://synedrioenephet-2015.web.auth.gr>, {10.10.2016}.
- Χαϊτίδου, Μ., Σπύρτου, Α. & Δημητριάδου, Α. (2015α) Μελέτη της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου για τις Φυσικές Επιστήμες σε πρωτοβάθμιους εκπαιδευτικούς. Στο Δ., Ψύλλος Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέρη (επιμ.), 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, σελ. 121-127. <http://synedrioenephet-2015.web.auth.gr>, {22.09.2016}.
- Χαϊτίδου, Μ., Σπύρτου, Α. & Καριώτογλου, Π. (2015β) Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου στις Φυσικές Επιστήμες: σχεδιασμός εκπαιδευτικού υλικού για την επιμόρφωση εκπαιδευτικών. Στο Χ. Σκουμπουρδή & Μ. Σκουμιός (επιμ.), 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες», σελ. 439-451. <http://ltee.org/sekry> 2014/files/proceedings.pdf, {25.09.2016}.

Ξενόγλωσση

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R.A., Hofstein, A., Lederman, N.G., Mamlok, R., Niaz, M., Treagust, D. & Tuan H. (2004) Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88 (3): 397-419.
- Abell, S. K. & M. Roth (1995) Reflections on a fifth-grade life science lesson: Making sense of children's understanding of scientific models. *International Journal of Science Education*, 17 (1): 59-74.
- Anderson, D., Lawson, B. & Mayer-Smith J. (2006) Investigating the Impact of a Practicum Experience in an Aquarium on Pre-service Teachers. *Teaching Education*, 17 (4): 341-353.

- Appleton, K. (2002) Science activities that work: Perceptions of primary school teachers. *Research in Science Education*, 32: 393-410.
- Appleton, K. & Asoko H. (1996) A case study of teachers' progress toward using a constructivist view of learning to inform teaching in elementary science. *Science Education*, 80 (2): 165-180.
- Avgitidou, S., Papadopoulou, P. & Kariotoglou, P. (2017) Supporting early childhood teachers in Science Education: processes and outcomes. In: Kakana, D-M. & Manoli, P. (eds.) (2017) *Digital Proceedings from the 3rd International Symposium on New Issues on Teacher Education-ISONITE 2015*. Volos: University of Thessaly Press. pp 120-127.
- Bakkenes, I., Vermunt, J., Wubbels, T. (2010) Teacher learning in the context of educational innovation: Learning activities, and learning outcomes of experienced teachers. *Learning and Instruction* 20 (6): 533-548.
- Bevan, B., Dillon, J., Hein, G.E., Macdonald, M., Michalchik, V., Miller, D., Root, D., Rudder-Kilkenny, L., Xanthoudaki, M. & Yoon, S. (2010) *Making science matter: Collaborations between informal science education organizations and schools*. Washington, DC: Center for Advancement of Informal Science Education.
- Bruner, J. (1990) *Acts of Meaning*. Cambridge: Harvard University Press.
- Bybee, R. (2006) Scientific inquiry and science teaching: In L. Flick & N. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Kluwer Academic Publishers, 1-14.
- Crawford, B. A. (2007) Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (4): 613-642.
- Design-Based Research Collective (2003) Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32 (1): 5-8.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985) *Children's Ideas in Science*. OUP & Milton Press. Basingham, Philadelphia.
- Duit, R. (1999) A model of educational Reconstruction – A framework for research and development in Science Education. In: P. Koumaras, P. Kariotoglou, V. Tselves & D. Psillos (Eds.), *Proceedings of the 1st Panhellenic conference on Science Education and New Technologies*. Thessaloniki, Greece: Christodoulides, 30-34.
- Duschl, R. & Grandy R. (Eds.). (2008) *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Fitzgerald, A., Dawson, V. & Hackling, M. (2013) Examining the beliefs and practices of four effective Australian primary science teachers. *Research in Science Education*, 43, 981-1003.
- Flick, L.B. (2006) Developing Understanding Of Scientific Inquiry In Secondary Students. In L. Flick & N. Lederman, *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Kluwer Academic Publishers, 157-72.

- Fullan, M. (1991) *The new meaning of educational change*. London: Cassell Plc.
- Gobert, J.D., O'Dwyer, L., Horwitz, P., Buckley, B.C., Levy, S.T. & U. Wilensky (2011) Examining the relationship between students' understanding of the nature of models and conceptual learning in Biology, Physics, and Chemistry. *International Journal of Science Education*, 33 (5): 653-684.
- Griffin, J. (2004) Research on Students and Museums: Looking More Closely at the Students in School Groups. *Science Education*, 88 (Suppl. 1): 59- S70.
- Griffin, J. & Symington, D. (1997) Moving from task-oriented to learning oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education*, 81 (6): 763- 779.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C.L. (1991) Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9): 799-822.
- Halloun, I.A. (2004) *Modeling theory in science education*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Harlow, D.B. (2014) An Investigation of How a Physics Professional Development Course Influenced the Teaching Practices of Five Elementary School Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 25 (1): 119-139.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000) A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22 (9): 1011 - 1026.
- Hestenes, D. (1992) Modeling games in the Newtonian world. *American Journal of Physics*, 60 (8): 732-748.
- Justi, S. R. & Gilbert, K. J. (2002) Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modeling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24 (12): 1273-1292
- Kariotoglou, P., Avgitidou, S., Dimitriadou, C., Malandrakis, G., Papadopoulou, P., Pnevmatikos, D. & Spyrtou, A. (2016) A Science Teacher's Professional Development Project Focusing Teaching Design. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future, Part 14 Strand 14 In-service science teacher education, continued professional development*, Co-editors: Amanda Berry & Digna Couso, (pp. 2360-2369). Helsinki, Finland: University of Helsinki. ISBN 978-951-51-1541-6.
- Kisiel, J. F. (2005) Understanding elementary teacher motivations for school fieldtrips. *Science Education*, 86 (6): 936-955.
- Kisiel, J. F. (2006) An examination of field trip strategies and their implementation within a Natural History Museum. *Science Education*, 90 (3): 434-452.
- Kisiel, J.F. (2010) Exploring a school-aquarium collaboration: An intersection of communities of practice. *Science Education*, 94 (1): 95-121.

- Lenderman, N.G. (1999) Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8): 916-929.
- Levitt, K. E. (2002) An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of science. *Science Education*, 86 (1): 1-22.
- Lieberman, A. (1995) Practices that support teacher development: Transforming conceptions of professional learning. *Phi Delta Kappan*, 76 (8): 591-596.
- Lijnse, P.L. (1995) "Developmental research" as a way to an empirically based "didactic structure" of science. *Science Education*, 79 (2): 189-199.
- McCormick, R. (1997) Conceptual and Procedural Knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 7 (1): 141-159
- Méheut, M. & Psillos, D. (2004) Teaching-learning Sequences: Aims and Tools for Science Education Research'. *International Journal of Science Education*, 26 (5): 515-35.
- National Research Council (2000) *Educating Teachers of Science, Mathematics, and Technology: New Practices for the New Millennium*. Committee on Science and Mathematics Teacher Preparation. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (2007) *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. Richard A. Duschl, Heidi A. Schweingruber, and Andrew W. Shouse, Editors. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2012) *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD (2010) *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*. OECD, Paris, France. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/48852548.pdf> (3.10.2016).
- Papaevripidou, M., Constantinou, C.P. & Zacharia, Z.C. (2007) Modeling complex marine ecosystems: an investigation of two teaching approaches with fifth graders. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23 (2): 145-157.
- Perkins, D.N. & Grotzer, T.A. (2005) Dimensions of causal understanding: the role of complex causal models in students' understanding of science. *Studies in Science Education*, 41 (1): 117-166.

- Phillips, M., Finkelstein, D. & Wever-Frerichs, S. (2007) School site to museum floor: How informal science institutions work with schools. *International Journal of Science Education*, 29 (12): 1489-1507.
- PISA (2010) Assessment Report for Greece. Athens: Centre for Educational Research.
- Pollock, J. L. (2006) Thinking about acting. Logical foundations for rational decision making. Oxford: Oxford University Press.
- Psillos, D. & Kariotoglou, P. (Eds) (2016) Iterative Design of Teaching-Learning Sequences. Introducing the Science of Materials in European Schools. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Richardson, V. (2003) The dilemmas of Professional Development. PHI DELTA KAPAN, 401-406.
- Saari, H. & Viiri, J. (2003). A research-based teaching sequence for teaching the concept of modelling to seventh-grade students. *International Journal of Science Education*, 25 (11): 1333-1352.
- Samuelowicz, K. & Bain, J.D. (2001) Revisiting academics' beliefs about teaching and learning. *Higher Education*, 41: 222-325.
- Schwartz, C. (2009) Developing preservice elementary teachers' knowledge and practices through modeling-centered scientific inquiry. *Science Education*, 93 (4): 720-744.
- Schwarz, C. & White, B. (2005) Metamodeling Knowledge: Developing Students' Understanding of Scientific Modeling. *Cognition and Instruction*, 23 (2): 165-205.
- Spillance, J.P., Reiser, B.J. & Reimer, T. (2002) Policy Implementation and Cognition: Reframing and Refocusing Implementation Research. *Review of Educational Research*, 72 (3):387-431.
- Storksdieck, M. (2001) Differences in teachers' and students' museum field trip experiences. *Visitor Studies Today*, 4 (1): 8-12.
- Tal, R., Bamberger, Y. & Morag, O. (2005) Guided school visits to natural history museums in Israel: teachers' role. *Science Education*, 89 (6): 920-935.
- Tal, T. & Steiner, L. (2006) Patterns of teacher-museum staff relationships: School visits to the educational center of a science museum. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 6 (1): 25-46.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. & Mamiala, L. T. (2002) Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24 (4): 357 - 368
- Tsaliki C., Malandrakis G., Zoupidis A., Karnezou M. & Kariotoglou, P. (2016) Science teachers' profile changes concerning non-formal education design. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA*

- 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future, Part 14 Strand 14 In-service science teacher education, continued professional development, Co-editors: Amanda Berry & Digna Couso, (pp. 2370-2377). Helsinki, Finland: University of Helsinki. ISBN 978-951-51-1541-6.
- Tsaliki, C., Malandrakis, G. & Kariotoglou, P. (2017) Primary teachers' professional development in instructional design: blending formal and non-formal settings. In: Kakana, D-M. & Manoli, P. (eds.) (2017) *Digital Proceedings from the 3rd International Symposium on New Issues on Teacher Education-ISONITE 2015*. Volos: University of Thessaly Press. pp 444-450.
- Tseng, C.-H., Tuan, H.-L. & Chin, C.-C. (2013) How to help teachers develop inquiry teaching: perspectives from experienced science teachers. *Research in Science Education*, 43(2): 809-825.
- van der Heijden, H.R.M.A, Geldens, J.J.M., Beijaard, D. & Popeijus, H.L. (2015) Characteristics of teachers as change agents. *Teachers and Teaching*, 21 (6): 681-99.
- Van Zee, E. H., (2006) Teaching "Science Teaching" Through Inquiry, in Appleton, K. (eds.), *Elementary Science Teacher Education*, London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vosniadou, S. & Kollias, V. (2003) Using Collaborative, Computer-Supported, Model Building to Promote Conceptual Change in Science. In E. De Corte, L. Verschaffel, N. Entwistel and J. Van Merriënboer (Eds) *Powerful learning environments: Unravelling basic components and dimensions. Advances in Learning and Instruction*, Elsevier Press, 181-196.
- Vosniadou, S. (2007) The cognitive-situative divide and the problem of conceptual change. *Educational Psychologist*, 42 (1): 55-66.
- Vosniadou, S. (2010) Instructional considerations in the use of external representations. In Verschaffel et al. (Eds), *Use of representations in reasoning and problem solving*. New York: Routledge, 36-54.
- Webb, M. (2010) Technology-mediated learning. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good Practice in Science Teaching - What research has to say?* Maidenhead: Open University Press, 158-82.
- Wiser, M. & Smith, C. (2008) Learning and teaching about matter in grades K-8: When should the atomic-molecular theory be introduced? In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York: Routledge, 205-239

ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΗΣ ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΟΣΤΕΛΛΟΜΕΝΑ ΠΡΟΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΚΕΙΜΕΝΑ

Οι ενδιαφερόμενοι να δημοσιεύσουν άρθρα στο περιοδικό θα πρέπει να γνωρίζουν τα ακόλουθα:

1. Οι εργασίες που θα αποσταλούν θα πρέπει να είναι πρωτότυπες (να μην έχουν δημοσιευτεί ή αποσταλεί για δημοσίευση αλλού).
2. Θα πρέπει να έχουν έκταση μεταξύ 4.000 και 7.000 λέξεων μαζί με την περιληψη, τους πίνακες, τις εικόνες, τα παραρτήματα και τη βιβλιογραφία.
3. Θα πρέπει να συνοδεύονται από *περίληψη* 100-150 λέξεων (α) στην αγγλική, γαλλική ή γερμανική γλώσσα και (β) στην ελληνική γλώσσα, καθώς και από 5-6 λέξεις-κλειδιά (βασικές έννοιες που χρησιμοποιούνται στην εργασία).
4. Επίσης, θα πρέπει να συνοδεύονται -σε **ξεχωριστό αρχείο**- από τα στοιχεία επικοινωνίας τουλάχιστον ενός από τους συγγραφείς (διεύθυνση επικοινωνίας, τηλέφωνο, ηλεκτρονική διεύθυνση) καθώς και από την ιδιότητα των συγγραφέων και το ίδρυμα με το οποίο **ενδεχομένως** συνεργάζονται (λ.χ. Αναπλ. Καθηγητής Δ.Π.Θ., Σχολικός Σύμβουλος Ν. Χανίων, Φιλολογος- Υποψήφιος Διδάκτορας Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ.ο.κ.).
5. Εάν το κείμενο περιλαμβάνει Πίνακες, Διαγράμματα, Σχήματα κ.λπ., αυτά θα πρέπει να υποβάλλονται σε **ξεχωριστό αρχείο** και να υποδεικνύεται σαφώς η θέση τους μέσα στο κείμενο. Η αρίθμηση τους θα γίνεται διαδοχικά και οι πίνακες θα συνοδεύονται από τις κατάλληλες επικεφαλίδες.
6. Τυχόν Παραρτήματα υποβάλλονται επίσης σε ξεχωριστό αρχείο.

Τα κείμενα προς δημοσίευση αποστέλλονται **στην Ηλεκτρονική Διεύθυνση** του περιοδικού (EPISAGO@edc.uoc.gr) σε δύο (2) αρχεία. Το ένα αρχείο θα φέρει τα στοιχεία του συγγραφέα (ονοματεπώνυμο, ιδιότητα, διεύθυνση, τηλέφωνο και ηλεκτρονικό ταχυδρομείο) και το άλλο θα είναι ανώνυμο, ώστε να αποστέλλεται στους αρμόδιους κριτές. Οι συγγραφείς θα ειδοποιούνται **με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο για την παραλαβή της εργασίας τους** και μόλις το περιοδικό ενημερωθεί από τους κριτές για εάν η εργασία είναι δημοσιεύσιμη και εάν απαιτούνται κάποιες αλλαγές.

Οδηγίες για τη διαμόρφωση του κειμένου

Τα κείμενα που υποβάλλονται θα πρέπει να είναι γραμμένα σε ενάμισυ διάστιχο και μόνο στη μία πλευρά της σελίδας, με περιθώρια 3 εκατοστά σε όλες τις πλευρές.

Ο τίτλος του κειμένου δε θα πρέπει να υπερβαίνει τις 10 λέξεις και δεν θα πρέπει επίσης να περιέχει συντομογραφίες. Εάν οι συγγραφείς κάνουν χρήση συντομογραφιών στο κείμενο, θα πρέπει την πρώτη φορά να τις εμφανίζουν αναλυμένες και να δίνουν τη συντομογραφία σε παρένθεση.

Για τη διευκόλυνση της ανάγνωσης του άρθρου θα πρέπει να γίνεται αρίθμηση κεφαλαίων, υποκεφαλαίων, παραγράφων κ.τ.λ. με αραβικούς αριθμούς ξεκινώντας από το 0 για την Εισαγωγή, εάν υπάρχει.

Ο τίτλος των κεφαλαίων γράφεται με έντονα πεζά (λ.χ. **3. Μεθοδολογία της έρευνας**), των υποκεφαλαίων με έντονα πλάγια (**3.1. Δείγμα και διαδικασία συλλογής δεδομένων**) και των επιμέρους υποκεφαλαίων με σκέτα πλάγια (1.1.1., 1.1.2, κ.ο.κ.)

Οι συγγραφείς παρακαλούνται να είναι συνεπείς ως προς τη χρήση των σημείων στίξης. Τα διπλά εισαγωγικά ("...") χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν παράθεμα από έργο συγγραφέα. Όταν αυτό ξεπερνά τις τρεις σειρές κειμένου, πρέπει να γράφεται χωριστά, μέσα σε διπλά εισαγωγικά, με μεγαλύτερα διαστήματα δεξιά και αριστερά από ό,τι το κανονικό κείμενο, και με πλήρη αναφορά στην πηγή. Τα μονά εισαγωγικά ('...') μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δηλώσουν μη κοινά αποδεκτή ή μεταφορική χρήση (λ.χ. "πρόκειται για έναν μαθητή 'αστέρι'...") ή αναφορά σε λέξη, έκφραση, κλπ. (λ.χ. "το μόρφημα 'παν' μπορεί επίσης να υποδηλώνει ..."). Τα πλάγια γράμματα (*italics*) χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν είτε έμφαση είτε κάποιον όρο. Τα έντονα γράμματα χρησιμοποιούνται μόνο για τους τίτλους και για τις ονομασίες των Πινάκων, Σχημάτων κλπ. (Πίνακας 3, Σχήμα 2, Διάγραμμα 1,) και οι υπογραμμίσεις καθόλου. Τέλος, δε συνιστάται η χρήση των κεφαλαίων μέσα στο κείμενο ή στις βιβλιογραφικές παραπομπές.

Οι υποσημειώσεις θα πρέπει να αποφεύγονται. Εάν ο/η συγγραφέας θεωρεί απαραίτητη τη χρήση σημειώσεων, τότε αυτές θα πρέπει να μπαίνουν **υποσέλιδες** και όχι στο τέλος του κειμένου (Σημειώσεις τέλους).

Παραπομπές μέσα στο κείμενο

Οι παραπομπές - βιβλιογραφικές αναφορές- μέσα στο κείμενο θα πρέπει να γίνονται πάντοτε μέσα σε παρενθέσεις και να περιλαμβάνουν το επώνυμο του/της συγγραφέα και τη χρονολογία έκδοσης, ενδεχομένως και συγκεκριμένη σελίδα ή σελίδες (Τσουκαλάς, 1977: 35-6), (Πουλαντζάς, 1982), "Σύμφωνα με τις Carrasquillo & Rodriguez (1996:27),...", "Όπως υποστηρίζει ο Halliday (1985:64-66)...". Εάν οι συγγραφείς είναι περισσότεροι από δύο, τότε η παραπομπή μπαίνει με τη μορφή (Ευσταθιάδης κ.α. 1992) ή (Bimmel et al., 2000). Εάν οι πηγές σε μία παραπομπή είναι περισσότερες από μία, μπορούν να μπουν είτε σε αλφαβητική σειρά (Αλεξίου, 2000, Φραγκουδάκη & Δραγώνα 1997) είτε σε χρονολογική (Φραγκουδάκη & Δραγώνα 1997, Αλεξίου, 2000) με συστηματικό τρόπο, όμως, σε όλη την εργασία.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Ο κατάλογος των βιβλιογραφικών αναφορών θα περιλαμβάνει το σύνολο των έργων στα οποία γίνεται παραπομπή μέσα στο κείμενο -και μόνον αυτά. Οι καταχωρήσεις θα γίνονται με αλφαβητική σειρά και στη συνέχεια με χρονολογική (εάν υπάρχουν περισσότερα έργα του ίδιου συγγραφέα). Όταν μία καταχώρηση αφορά περισσότερους από έναν συγγραφείς, τα αρχικά των ονομάτων όλων των συγγραφέων μετά τον πρώτο προηγούνται των επωνύμων τους. Περισσότερα του ενός αρχικά ονομάτων χωρίζονται με τελείες χωρίς διάστημα μεταξύ τους. Ενδεικτικά ακολουθούν παραδείγματα.

A) Αναφορές σε βιβλία

Flanagan, I.C., W.M. Shanner & R.F. Mager (1971) *Behavioural Objectives: A Guide for Individualizing Learning*. New York: Westinghouse Learning Press.

Τερλεξής Π. (1976) *Πολιτική Κοινωνικοποίηση. Η Γένεση του Πολιτικού Ανθρώπου*, Αθήνα: Gutenberg.

Cummins, J. (μετ. Σ. Αργύρη, εισ. επιμ. Ε. Σκούρτου) (2003) *Ταυτότητες υπό διαπραγμάτευση*. Αθήνα: Gutenberg (2η έκδοση, βελτιωμένη).

Αν το βιβλίο έχει πραγματοποιήσει πολλές εκδόσεις, τότε μνημονεύεται η έκδοση που είχε υπόψη ο συγγραφέας (π.χ. 3η έκδ.) και αυτό αμέσως μετά τον εκδοτικό οίκο. Αν δεν υπάρχει εκδοτικός οίκος, γιατί είναι έκδοση του ίδιου του συγγραφέα, τότε στη θέση του εκδοτικού οίκου μπαίνει η συντομογραφία (εκδ. ίδιου) ή (έκδ. συγγρ.).

B) Αναφορές σε άρθρα σε περιοδικά

Ματσαγγούρας, Η. & Α. Κουλουμπαρίτη (1999) Ένα πρόγραμμα διδασκαλίας της κριτικής σκέψης: θεωρητικές αρχές και εφαρμογές στην παραγωγή του γραπτού λόγου. *Ψυχολογία*, 6 (3): 299-326.

Shepard, L.A. (2000) The role of assessment in a learning culture. *Educational Researcher*, 29 (7): 4-14.

Γ) Αναφορές σε κεφάλαια σε συλλογικούς τόμους ή πρακτικά συνεδρίων

Ξανθάκου, Γ. & Μ. Μπάφα (2009) Οργάνωση του χώρου στο Νηπιαγωγείο και δημιουργικότητα. Στο Μ. Καίλα & Α. Κατσίκης (επιμ.), *Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη: νέα δεδομένα και προσανατολισμοί*, Αθήνα: Ατραπός, 723-754.

Bauman, Z. (1999) *Moderne und Ambivalenz*. In U. Bielefeld (Hg.) *Das Eigene und das Fremde: Neuer Rassismus in der Alten Welt?* Hamburg: Hamburger Edition, 23-50.

Scardamalia, M. & C. Bereiter (1987) Knowledge telling and knowledge transforming in written composition. In S. Rosenberg (Ed.), *Advances in applied psycholinguistics*. Cambridge: Cambridge University Press, Vol.1, 142-174.

Δ) Αναφορές σε αδημοσίευτο υλικό

Δέδε, Κ. (2006) Διγλωσσία: Η περίπτωση της φωνημικής συνειδητοποίησης στην προσχολική ηλικία. Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή, Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Ε) Αναφορές σε αναδημοσιευμένο υλικό

Fishman, J.A. (1965) Who speaks what language to whom and when? *La Linguistique* 2:67-88. Reprinted in Li Wei (ed.) (2007) *The Bilingualism Reader*. London and New York: Routledge, 2nd ed., 55-70.

ΣΤ) Αναφορές σε πηγές στο διαδίκτυο

Rossetti, R. (1998) A teacher journal: Tool for self-development and syllabus design [on line]. Available: journal.html <http://www.geocities.com/Athens/Olympus/9260/journal.html>. [ημερομηνία πρόσβασης]

Ζ) Αναφορές σε άρθρα εφημερίδων και περιοδικών

Θα πρέπει να αναγράφεται το όνομα της εφημερίδας, η ημερομηνία/χρονολογία έκδοσης και ο τίτλος του άρθρου.

Η) Αναφορές σε επίσημες εκθέσεις και έγγραφα

Department for Education and Skills (2002) Supporting pupils learning English as an Additional Language, DfES 0239/2002, www.standards.dfes.gov.uk

Eurydice-Unité européenne (2004) L' intégration scolaire des enfants immigrants en Europe, www.Eurydice.org.

Όσοι υποβάλλουν άρθρα για δημοσίευση παρακαλούνται να ακολουθούν τις υποδείξεις που αναφέρονται παραπάνω, διότι διαφορετικά δε θα μπορέσει να κινηθεί η διαδικασία κρίσης της εργασίας τους.

GUIDE FOR AUTHORS

Authors who wish to publish their work should take under consideration the following:

1. All manuscripts should be original work and they should not contain previously published material or be under consideration for publication in another journal.
2. The text should be between 4000 and 7000 words in length (including the abstract, references, tables, figures and appendixes).
3. The text should include a concise and factual abstract (maximum 150 words) in (a) English, French or German and (b) in Greek along with 5-6 keywords that are relevant to the subject area.
4. Also the text should also be accompanied, in a separate file, with at least one of the authors' contact details (full postal address, phone number, e-mail address) and their affiliations (e.g. Associate professor DUTH, Philologist-PhD Candidate, Department of Primary Education, University of Ioannina and so on.).
5. If the manuscript includes tables, figures etc., they should be **provided in a separated file and their place in the text has to be clearly indicated**. All illustrations should be numbered consecutively in the order in which they appear in text and all tables should be accompanied by their headings.
6. In case there are appendices, they should also be provided in a separate file.

Submission and Review Process

Authors are requested to submit their papers electronically to the journal's email address (**EPISAGO@edc.uoc.gr**) in **two (2) files**. One of the files should include the author's contact details (Name, title, address, telephone and e-mail) and the other should be anonymous so that it is sent to the reviewers to assess the scientific quality of the paper. We acknowledge all manuscripts upon receipt via email. Authors will also receive a second email informing them about the reviewers' answer on whether their manuscript will be published or if it needs further improvements.

Manuscript Format

The text should be written with 1.5 line spacing and 3cm wide page margins. Titles should not exceed 10 words and abbreviations should be avoided. In-text abbreviations must be defined at their first mention in the text and the actual abbreviation should be cited in brackets. Articles should be divided into clearly defined and numbered sections, subsections, paragraphs etc. in Arabic numbering, starting from 0 for the Introduction if there is one.

Section headings should be in bold lower-case letters (e.g. **3. Research methodology**), subsection headings in bold Italics (***3.1 Sample and data collection process***) and the sub-headings in Italics (1.1.1, 1.1.2, and so on).

Authors are kindly requested to be consistent regarding punctuation. Double quotation marks (“...”) are used to cite quotations. If the quotation exceeds three lines, it should be cited separately, as a separate block of double-spaced text consistently indented from the left and right margin in double quotation marks with wider margins than the rest of the text and with a full reference of the source. Single quotation marks can be used when a word is used metaphorically (for example, this students is a ‘star’) or for a reference to a word or an expression (for example, morpheme ‘πρόν’ can also denote..”). Italics are used for emphasis or for a specific term. Letters in bold are exclusively used for headings and for table or figures captions (**Table 3, Scheme 2 , Figure 1**). Underlining and capital case letters in the text or in the reference list should be avoided.

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. In case authors consider them necessary, they should number them consecutively throughout the article and present them separately at the end of the article (End notes).

Citation in text

Each reference must be cited in the text using the surnames of the author and the year of publication enclosed in parenthesis and if needed the specific page or pages for example, which should also be placed within the parentheses: "(Barney 1960, p 188)". (Tsoukalas, 1977 35-6), (Poulantzas 1982),“ According to Carrasquillo & Rodriguez (1996:27),...” ,”As Halliday suggests (1985:64-66)...”.

For citations with two or more authors, use the first author’s name followed by "et al" (e.g. Bimmel et al., 2000). Series of citations can be listed in alphabetical order or chronological order and separated by commas: (Alexiou, 2000, Fragoudaki & Dragona 1997), (Fragoudaki & Dragona 1997, Alexiou, 2000) albeit authors should be consistent throughout the manuscript.

Reference List

Every reference cited in the text should also be present in the reference list (and vice versa). References should be listed fully in alphabetical order according to the last name of the first author. If there are more references by the same author, they should be listed according to their chronological order. In case there are multiple authors, their initials after the first author, should precede their last names. When there are more than one initials for the first and/or middle names, they should be separated by periods and without a space in between.

A) Book References:

Flanagan, I.C., W.M. Shanner & R.F. Mager (1971) *Behavioural Objectives: A Guide for Individualizing Learning*. New York: Westinghouse Learning Press.

Authors should include in their reference list, the edition of the book they have read (e.g. 3rd edition) after the name of the publishing house. When the author is also the publisher, in the publisher's position, authors can use the abbreviation (self-publ.).

B) Journal References

Shepard, L.A. (2000) The role of assessment in a learning culture. *Educational Researcher*, 29 (7): 4-14.

C) References to book chapters from edited books or conference proceedings

Bauman, Z. (1999) Moderne und Ambivalenz. In U. Bielefeld (Hg.) *Das Eigene und das Fremde: Neuer Rassismus in der Alten Welt?* Hamburg: Hamburger Edition, 23-50.

Scardamalia, M. & C. Bereiter (1987) Knowledge telling and knowledge transforming in written composition. In S. Rosenberg (Ed.), *Advances in applied psycholinguistics*. Cambridge: Cambridge University Press, Vol.1, 142-174.

D) References to unpublished work

Author, A. A. (Year). Title of thesis: Subtitle. Unpublished thesis type, University, Location of University. Place of publication: Publisher.

E) References to reprinted/republished work

Fishman, J.A. (1965) Who speaks what language to whom and when? *La Linguistique* 2:67-88. Reprinted in Li Wei (ed.) (2007) *The Bilingualism Reader*. London and New York: Routledge, 2nd ed., 55-70.

F) Web references

The author names, date, reference to a source publication, full URL should be given, as well as the date when the reference was last accessed.

Rossetti, R. (1998) A teacher journal: Tool for self-development and syllabus design [on line]. Available: journal. html <http://www.geocities.com/Athens/Olympus/9260/journal.html>. [access date]

G) References to newspaper and magazine articles

These references should include the name of the newspaper/magazine, the date and the title of the article.

H) References to official reports and documents

Department for Education and Skills (2002) *Supporting pupils learning English as an*

Additional Language, DfES 0239/2002, www.standards.dfes.gov.uk Eurydice-Unité européenne (2004) *L' intégration scolaire des enfants immigrants en Europe*, www.Eurydice.org.

Prospective authors are kindly requested to follow the aforementioned guidelines. In another case, the submission process for their manuscripts will not be initiated.

