



# 11ο

## ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

με διεθνή συμμετοχή

### «Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση»

Χαρτογραφώντας τη νέα εικοσαετία  
έρευνας και διδακτικής πράξης

6 - 8 Νοεμβρίου 2020

ΙΩΑΝΝΙΝΑ  
Συνεδριακό Κέντρο  
«Κάρολος Παπούλιας»

Προσυνεδριακές Εκδηλώσεις:  
5 Νοεμβρίου 2020



ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ



Παιδαγωγικό  
Τμήμα  
Νηπιαγωγών



# 11ο Πανελλήνιο Συνέδριο

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων  
Σχολής Επιστημών Αγωγής  
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών

«Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση  
Χαρτογραφώντας τη νέα εικοσαετία έρευνας και διδακτικής πράξης»

## ΠΡΑΚΤΙΚΑ (E-BOOK)

Επιμέλεια  
Κατερίνα Πλακίτση  
Ευθύμιος Σταμούλης  
Ελένη Κολοκούρη  
Αθηνά-Χριστίνα Κορνελάκη

6, 7 & 8 Νοεμβρίου 2020  
Ιωάννινα

*11ο Πανελλήνιο Συνέδριο, Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση: Χαρτογραφώντας τη νέα εικοσαετία έρευνας και διδακτικής πράξης – Πρακτικά (e-book)*

11ο Πανελλήνιο Συνέδριο: Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Σχολής Επιστημών Αγωγής

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών

6, 7 & 8 Νοεμβρίου 2020

Ιωάννινα

<http://sece.gr/>

Copyright: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Σχολής Επιστημών Αγωγής, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών,  
All Individual Authors.

Επιμέλεια: Κατερίνα Πλακίτση  
Ευθύμιος Σταμούλης  
Ελένη Κολοκούρη  
Αθηνά-Χριστίνα Κορνελάκη

ISBN: 978-960-233-269-6

## ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΠΟΨΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΔΙΔΑΣΚΟΥΝ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΕ ΤΥΠΙΚΑ ΚΑΙ ΜΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ

Πέτρος Καριώτογλου, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας,  
[pkariotog@uowm.gr](mailto:pkariotog@uowm.gr)     Αναστάσιος Ζουπίδης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο  
Θράκης, [azoupidis@eled.duth.gr](mailto:azoupidis@eled.duth.gr)  
Μαρία Καρνέζου, Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας  
ΝΟΗΣΙΣ, [karnezou@noesis.edu.gr](mailto:karnezou@noesis.edu.gr)  
Χριστίνα Τσαλίκη, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, [tsalikix@gmail.com](mailto:tsalikix@gmail.com)  
Βασίλης Τσελφές, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών,  
[tselfesv@ecd.uoa.gr](mailto:tselfesv@ecd.uoa.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα σύγχρονα Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ) στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) υιοθετούν τη διερεύνηση ως κυρίαρχη πρόταση διδασκαλίας και μάθησης. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη εισαγωγής της διερεύνησης, ως αντικείμενο διδασκαλίας, στην αρχική εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, αλλά και στα προγράμματα Επαγγελματικής Ανάπτυξης/Μάθησης. Ταυτόχρονα, τα ΠΣ, δίνουν έμφαση στη μη τυπική και στη μικτή εκπαίδευση. Σε αυτή τη λογική, σχεδιάσαμε ένα ερευνητικό πρόγραμμα με σκοπό να προτείνουμε τρόπους ενίσχυσης των διερευνητικών πρακτικών φοιτητών και υπηρετούντων εκπαιδευτικών ΦΕ, όπως και διευκολυντών/μουσειοπαιδαγωγών, σε περιβάλλοντα μη τυπικής εκπαίδευσης ΦΕ και Τεχνολογίας. Στο ερευνητικό αυτό πρόγραμμα, θα διερευνηθούν οι απόψεις και πρακτικές μελλοντικών και υπηρετούντων εκπαιδευτικών σε σχέση με τη διερεύνηση. Επιπλέον, θα επιχειρήσουμε να αναδείξουμε α) πιθανή συσχέτιση μεταξύ απόψεων και πρακτικών, β) παράγοντες που ευνοούν ή δυσκολεύουν την υιοθέτηση διερευνητικών πρακτικών, και γ) διδακτικές προτάσεις για την ενίσχυση των διερευνητικών πρακτικών φοιτητών, εκπαιδευτικών και διευκολυντών/μουσειοπαιδαγωγών, όταν σχεδιάζουν και διδάσκουν ΦΕ.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΑ ΑΓΓΛΙΚΑ

Contemporary science education curricula adopt inquiry as the dominant teaching and learning approach. As a consequence, inquiry aspects should be included both in teachers' initial education and also in professional development programs. In parallel, non-formal and mixed learning approaches are also emphasized. With this in mind, a research program was



designed aiming to propose ways of enhancing future and in-service teachers', as well as museum facilitators' inquiry practices, in non-formal science and technology education environments. In this research program, future and in-service teachers' views and practices concerning inquiry will be investigated. In addition, the research aims to reveal a) possible correlation between views and practices, b) factors that favor or hinder the adoption of inquiry practices, and c) instructional suggestions to enhance future and in-service teachers' as well as museum facilitators' inquiry practices.

## ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Επιμόρφωση, διερευνητική διδασκαλία και μάθηση, μελλοντικοί και υπηρετούντες εκπαιδευτικοί, διευκολυντές/μουσειοπαιδαγωγοί

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα σύγχρονα Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ) στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) υιοθετούν τη διερεύνηση ως βασικό συστατικό των προτάσεών τους, δηλαδή ως κυρίαρχη πρόταση διδασκαλίας και μάθησης, ενώ ταυτόχρονα δίνουν έμφαση στη μη τυπική εκδοχή της εκπαίδευσης, αλλά και στη μικτή εκπαίδευση (μίγμα τυπικής και μη εκπαίδευσης) (Καριώτογλου κ.ά., 2012; NRC, 2012). Για να συμβεί αυτό, απαιτείται να εμπλουτιστεί η αρχική εκπαίδευση, αλλά και η επαγγελματική ανάπτυξη/μάθηση, φοιτητών και υπηρετούντων εκπαιδευτικών αντίστοιχα, με σχετικά θέματα. Για να συμβάλουμε σε αυτό το διάλογο, να προτείνουμε δηλαδή περιεχόμενο και μεθόδους εκπαίδευσης, προτείναμε, εγκρίθηκε και υλοποιούμε το ερευνητικό πρόγραμμα που περιγράφουμε.

Απώτερος σκοπός αυτής της έρευνας είναι να προτείνει τρόπους ενίσχυσης των διερευνητικών πρακτικών φοιτητών και υπηρετούντων εκπαιδευτικών ΦΕ, όπως και διευκολυντών/μουσειοπαιδαγωγών (δ/μ) σε περιβάλλοντα μη τυπικής εκπαίδευσης ΦΕ και Τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, στο ερευνητικό αυτό πρόγραμμα θα διερευνηθούν απόψεις και πρακτικές μελλοντικών και υπηρετούντων εκπαιδευτικών σε σχέση με τη διερεύνηση στην περιοχή διδασκαλίας και μάθησης των ΦΕ. Επιπλέον, θα επιχειρήσουμε να συσχετίσουμε απόψεις και πρακτικές, δηλαδή να εξετάσουμε αν οι απόψεις καθοδηγούν τις πρακτικές ή το αντίστροφο ή δεν υπάρχει κάποια σχέση. Συγκεκριμένα, θα μελετηθούν οι απόψεις φοιτητών Παιδαγωγικών Τμημάτων Νηπιαγωγών για θέματα Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ), πριν και μετά από εργαστηριακό μάθημα ΦΕ, στο οποίο θα διδαχθεί ρητά η ΣΕΜ. Επίσης, θα διερευνηθεί η προδιάθεσή τους να περιλάβουν τη μέθοδο ΣΕΜ στον διδακτικό σχεδιασμό τους, στην περίπτωση που κληθούν να διδάξουν μάθημα ΦΕ ένα χρόνο μετά. Επιπλέον, θα διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτήν την



προδιάθεση. Επίσης, θα διερευνηθούν και συσχετισθούν απόψεις και πρακτικές εκπαιδευτικών που διδάσκουν ΦΕ και συμμετείχαν παλαιότερα σε πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης. Στόχος είναι να διερευνήσουμε αν οι πρακτικές που αποκτήθηκαν στη διάρκεια του προγράμματος διατηρήθηκαν δύο χρόνια μετά τη λήξη του προγράμματος. Επιπλέον, θα μελετηθούν οι απόψεις και πρακτικές για τη διερεύνηση δ/μ που οργανώνουν και υλοποιούν προγράμματα ΦΕ και Τεχνολογίας σε μη τυπικά περιβάλλοντα μάθησης, όπως το ΝΟΗΣΙΣ. Η διερεύνηση και συσχέτιση των απόψεων και των πρακτικών θα μας βοηθήσει να αναπτύξουμε κατάλληλες διδακτικές προτάσεις για την ενίσχυση των διερευνητικών πρακτικών φοιτητών, εκπαιδευτικών και δ/μ όταν σχεδιάζουν και διδάσκουν ΦΕ.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ**

### **Διερεύνηση - Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών**

Με τον όρο διερεύνηση εννοούμε τον τρόπο με τον οποίο δουλεύουν οι επιστήμονες, αλλά και τις δραστηριότητες μέσα από τις οποίες οι μαθητές προσεγγίζουν τόσο τις επιστημονικές έννοιες όσο και τις επιστημονικές διαδικασίες και πρακτικές (NRC, 2012). Πιο αναλυτικά, η διερεύνηση στη διδασκαλία και μάθηση μπορεί να διακριθεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) τη «διερεύνηση ως μέσο» για μάθηση (inquiry as means), δηλαδή τη διερεύνηση ως μια διδακτική προσέγγιση, και β) τη «διερεύνηση ως σκοπό» (inquiry as ends), δηλαδή τη διερεύνηση ως μια σειρά αναμενόμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων, ως αποτέλεσμα της διδασκαλίας (Abd-El-Khalick et al., 2004). Στην πρώτη περίπτωση (διερεύνηση ως μέσο), η μάθηση πραγματοποιείται μέσα από διερευνητικές διαδικασίες, που στόχο έχουν τη λύση ενός κεντρικού προβλήματος (NRC, 2000). Στη δεύτερη περίπτωση (διερεύνηση ως σκοπός), δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να πραγματοποιούν διερευνήσεις καθώς επίσης και στην κατανόηση της φύσης της επιστημονικής διερεύνησης (NRC, 2000).

Οι «επιστημονικές πρακτικές», έχουν προσδιοριστεί στα «Επιστημονικά Πρότυπα Νέας Γενιάς» [Next Generation Science Standards (NGSS, 2013)], ως μία από τις τρεις θεμελιώδεις διαστάσεις προσέγγισης της μάθησης των ΦΕ [Πρακτικές της Επιστήμης και της Μηχανικής (scientific and engineering practices), Ιδέες του πυρήνα μιας επιστημονικής πειθαρχίας, (disciplinary core ideas), και διεπιστημονικές έννοιες (cross cutting concepts)]. Με αυτόν τον τρόπο, δίνεται έμφαση στη χρήση της επιστημονικής γνώσης από τους σημερινούς μαθητές και αυριανούς πολίτες για: α) την ανάπτυξη καινοτομιών στις εργασίες τους με μεθοδικότητα και κριτική σκέψη,



και β) την συστηματική διερεύνηση των προς επίλυση προβλημάτων, όταν για παράδειγμα έχουν σχέση με την ανάπτυξη και χρήση νέων τεχνολογιών.

Τα παραπάνω ισχύουν στο διεθνές περιβάλλον και ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες οικονομικά και εκπαιδευτικά χώρες. Στη χώρα μας, αλλά και πέραν αυτής, είναι κοινό μυστικό ότι η διδασκαλία των ΦΕ εστιάζεται κυρίως στη μεταφορά δηλωτικής γνώσης (έννοιες, νόμοι και αρχές, φαινόμενα, κ.ά.), παρά στον τρόπο που παράγεται και εγκυροποιείται η γνώση, δηλαδή στη χρήση διερευνητικών μεθόδων, σχεδιασμού πειραμάτων και ερευνών, αναζήτησης πληροφοριών, διαδικασιών μοντελοποίησης, κ.ά. Βασικός λόγος πιθανολογείται ότι είναι, μεταξύ άλλων, η έλλειψη σχετικής κατάρτισης των εκπαιδευτικών, με συνέπεια την χαμηλού επιπέδου επιστημολογική κατανόηση της επιστήμης στην εκπαιδευτική κοινότητα (NRC, 2012). Για τον λόγο αυτό, οι ερευνητές στον χώρο της Διδακτικής των ΦΕ θεωρούν σημαντική την ανάπτυξη αποτελεσματικών τρόπων διάχυσης των διαδικασιών διερεύνησης, όχι μόνο στους μαθητές (Kariotoglou et al. 2016; Zoupidis et al. 2016) αλλά και στους εκπαιδευτικούς (Abd-El-Khalick et al. 2004; Zoupidis et al. 2017) σε όλες τις βαθμίδες.

Σημαντικό ρόλο στη χαμηλού επιπέδου επιστημολογική κατανόηση της επιστήμης από μαθητές/-τριες και φοιτητές/-τριες παιδαγωγικών και καθηγητικών σχολών παίζει, μεταξύ άλλων: α) το γεγονός ότι δυσκολεύονται να αντιληφθούν τον συλλογισμό που υπάρχει πίσω από την επιστημονική μέθοδο της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών (Boudreaux et al., 2008), β) το γεγονός ότι δε γνωρίζουν πώς να χρησιμοποιούν συλλογισμούς βασισμένους σε μοντέλα (Kawasaki et al., 2004) και γ) το γεγονός ότι γνωρίζουν λίγα σχετικά με τη φύση και τον ρόλο των μοντέλων (Vosniadou, 2010). Για τους παραπάνω λόγους, σημαντικές πτυχές της διερεύνησης θεωρούνται: Α) η κατανόηση και σωστή χρήση της ΣΕΜ, και Β) η υιοθέτηση διερευνητικών πρακτικών στη διάρκεια της διδακτικής πράξης. Η πρώτη πτυχή θεωρείται απαραίτητο στοιχείο κατά την εκπαίδευση των φοιτητών, ενώ η δεύτερη πτυχή αποτελεί ουσιαστικό στοιχείο της εκπαιδευτικής πράξης και αφορά κυρίως τους υπηρετούντες εκπαιδευτικούς. Συγκεκριμένα, τη μέθοδο ΣΕΜ τη χρησιμοποιούμε για να συμπεράνουμε εάν μια μεταβλητή επηρεάζει ένα φαινόμενο (Boudreaux et al., 2008; Zoupidis et al. 2017). Κατά την εφαρμογή της μεθόδου σχεδιάζουμε και υλοποιούμε δύο δοκιμές. Η μεταβλητή που μας ενδιαφέρει αλλάζει από τη μία δοκιμή στην άλλη, ενώ οι υπόλοιπες εν δυνάμει ανεξάρτητες μεταβλητές θα παραμείνουν σταθερές. Εάν το αποτέλεσμα στις δύο δοκιμές είναι διαφορετικό, το συμπέρασμα είναι ότι η συγκεκριμένη μεταβλητή επηρεάζει το φαινόμενο και αντίστροφα.



## Η επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών

Ο όρος επαγγελματική ανάπτυξη (ΕΑ) ΦΕ αναφέρεται συνήθως στη συστηματική προσπάθεια που επιδιώκει να επιφέρει αλλαγές στις πρακτικές των εκπαιδευτικών, τροποποιώντας τις απόψεις τους ή και ενδυναμώνοντάς τους να εμπλακούν σε νέες αναμορφωμένες μεθόδους διδασκαλίας (Pringle et al., 2017). Παράλληλα, οι συμμετέχοντες προτρέπονται να εμβαθύνουν στη γνώση του επιστημονικού περιεχομένου του αντικειμένου των ΦΕ και κατά συνέπεια, να βελτιώσουν τη διδακτική διαδικασία και τη μάθηση (Lee et al., 2004).

Τις τελευταίες δεκαετίες, ένα μεγάλο μέρος της επιστημονικής έρευνας επικεντρώθηκε σε προγράμματα ΕΑ, με στόχο την ενδυνάμωση των εκπαιδευτικών ΦΕ (Kariotoglou et al., 2017; Τσαλίκη κ.α., 2017), κυρίως εξαιτίας του καίριου ρόλου που κατέχουν σε οποιαδήποτε προσπάθεια εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης ή αναμόρφωσης των διδακτικών πρακτικών σε συμφωνία με τις τρέχουσες τάσεις των ΦΕ, όπως είναι για παράδειγμα η διερευνητική διδακτική προσέγγιση (Pringle et al., 2017). Συνεπώς, το ζήτημα του πώς μαθαίνουν οι εκπαιδευτικοί σε πλαίσιο εκπαιδευτικών καινοτομιών και επομένως, σε τι θα πρέπει να δίνουν έμφαση οι επιμορφωτικές διαδικασίες ΦΕ ώστε να είναι αποτελεσματικές, έχει ιδιαίτερη σημασία (Darling-Hammond et al., 2017).

Η πλειοψηφία των ερευνών (Akuma & Callaghan, 2019; Capps et al., 2012; Lotter et al., 2013) συμφωνεί ότι τα προγράμματα ΕΑ για να είναι αποτελεσματικά, είναι σκόπιμο να απευθύνονται τόσο στις πεποιθήσεις όσο και στις πρακτικές των εκπαιδευτικών. Έτσι, ένα σημαντικό κομμάτι της ερευνητικής δραστηριότητας επιχειρεί να αποσαφηνίσει τον τρόπο με τον οποίο τα προγράμματα ΕΑ μπορεί να επηρεάζουν τις απόψεις και τις πρακτικές των εκπαιδευτικών (Mansour, 2013), ώστε αυτές με τη σειρά τους να παίξουν ρόλο στην ΕΑ των συμμετεχόντων (Buehl & Beck, 2015). Η δε σημασία της μελέτης της σχέσης απόψεων και πρακτικών, θεωρείται ιδιαίτερα χρήσιμη για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων, ειδικά στην περίπτωση εισαγωγής νέων διδακτικών προσεγγίσεων, καθώς διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί δεν δέχονται παθητικά καινοτόμες ιδέες αμέσως μόλις ενημερώνονται για αυτές, αλλά κυρίως όταν πειστούν για την αποτελεσματικότητά τους (Mansour, 2013).

Οι τρέχουσες τάσεις στη διδακτική των ΦΕ, δίνουν έμφαση στην εκπαίδευση των μελλοντικών αλλά και υπηρετούντων εκπαιδευτικών με επίκεντρο την υιοθέτηση της διερευνητικής προσέγγισης (Chin, 2004; Abd-El-Khalick et al., 2004). Ωστόσο, η εφαρμογή των προτεινόμενων διερευνητικών πρακτικών φαίνεται να συναντά εμπόδια (Tsaliki et al., 2016). Οι Fitzgerald et al. (2013) ανέδειξαν πως οι απόψεις των εκπαιδευτικών αποτελούν ένα σημαντικό στοιχείο για την υιοθέτηση και την





εφαρμογή της μεθόδου, παράλληλα με την ανάγκη εξοικείωσης με διδακτικές πρακτικές διερευνητικού τύπου (Cohen & Hill, 2000; Kariotoglou et al., 2016). Ο ρόλος των απόψεων και η συσχέτιση τους με την υιοθέτηση συναφών ή μη πρακτικών, αποτέλεσε το αντικείμενο ποικίλων ερευνών τόσο για την τυπική (Appleton & Asoko, 1996) όσο και για τη μη τυπική εκπαίδευση (Karnezou et al., 2013), με τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών να μην συγκλίνουν. Γεγονός παραμένει ότι, παρά την ποικίλη ερευνητική δραστηριότητα, φαίνεται να υπάρχει ένα κενό, καθώς ο τρόπος με τον οποίο οι απόψεις των εκπαιδευτικών ενδέχεται να επηρεάζουν τις πρακτικές που καλούνται να εφαρμόσουν, δεν έχει ακόμη αποσαφηνιστεί (Lee et al., 2004).

### **Μη τυπική Εκπαίδευση Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας**

Πέραν της τυπικής εκπαίδευσης, περιβάλλοντα όπως μουσεία, κέντρα φυσικών επιστημών, περιβαλλοντικά κέντρα, κ.ά., αποτελούν χώρους όπου οι μαθητές, στο πλαίσιο οργανωμένων σχολικών επισκέψεων, μπορούν να αναπτύξουν ενδιαφέρον για τις επιστήμες και να εμπλακούν σε διαδικασίες διερεύνησης (NRC, 2009). Ο χειρισμός εκθεμάτων ή/και εξοπλισμού, η παρατήρηση, η διατύπωση ερωτήσεων, η πρόβλεψη, η διατύπωση συμπερασμάτων και η επιχειρηματολογία, είναι διαδικασίες διερεύνησης, που έχουν παρατηρηθεί σε αυτά τα περιβάλλοντα (NRC, 2009). Ο σχεδιασμός εκθεμάτων και προγραμμάτων είναι πολύ σημαντικός παράγοντας, όσον αφορά στο πώς η επιστήμη αντανακλάται στις μαθησιακές εμπειρίες των μαθητών.

Σε επιστημονικά μουσεία και παρόμοιους χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης είναι ευκολότερη η υιοθέτηση καινοτομικών προγραμμάτων διερευνητικού χαρακτήρα, λόγω του μη τυπικού και μη αξιολογικού χαρακτήρα της εκπαίδευσης (Kisiel, 2013). Στους χώρους αυτούς, οι δ/μ είναι τα άτομα τα οποία υλοποιούν τα εκπαιδευτικά προγράμματα και έχουν καθοριστικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και με τα υλικά, και τελικά το βαθμό στον οποίο εμπλέκονται στις παραπάνω διαδικασίες (NRC, 2009).

Οι πρακτικές που υιοθετούν κατά την υλοποίηση των προγραμμάτων, διαμορφώνουν το μαθησιακό περιβάλλον, το οποίο υποστηρίζει ή και όχι, την καλλιέργεια διαδικασιών διερεύνησης από την πλευρά των μαθητών (Astor-Jack et al., 2007; Chin, 2004).

Όπως προκύπτει από έρευνες, συχνά παρατηρούνται παραδοσιακές προσεγγίσεις στη γνώση και μάθηση, οι οποίες παραπέμπουν στην τυπική εκπαίδευση και στο μοντέλο μεταφοράς της γνώσης και χαρακτηρίζουν έντονα την αλληλεπίδραση μεταξύ των δ/μ και των επισκεπτών/μαθητών (Bevan & Xanthoudaki, 2008). Από την



άλλη, η Tran (2008) έχει διαπιστώσει ότι υπάρχει ποικιλομορφία, δημιουργικότητα και χρησιμοποιούνται από τους δ/μ δεξιότητες, οι οποίες χαρακτηρίζουν ένα χώρο μη τυπικής εκπαίδευσης. Τόσο ο περιορισμένος αριθμός ερευνών σχετικά με τις πρακτικές και απόψεις των δ/μ, όσο και η πολυπλοκότητα, η οποία χαρακτηρίζει τη, σε μικρό βαθμό μελετημένη, σχέση μεταξύ των απόψεων και πρακτικών τους, μας οδήγησε στην κατεύθυνση ενίσχυσης της γνώσης για τη σχέση μεταξύ των απόψεων και πρακτικών των δ/μ, στο παρόν ερευνητικό πρόγραμμα.

### **Η θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς (planned behavior) και το μοντέλο του «μαγκανοπήγαδου» της πράξης (the “mangle” of practice)**

Για να συσχετίσουμε απόψεις και πρακτικές, θα χρησιμοποιήσουμε δύο θεωρητικά μοντέλα που θα μας επιτρέψουν να επεξεργαστούμε παραγωγικά (top-down) τα δεδομένα μας, ξεκινώντας από κατηγορίες που στηρίζονται στη θεωρία.

Το πρώτο από τα δύο μοντέλα προκύπτει από τη θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς (Ajzen, 2002) και υποστηρίζει την υπόθεση ότι η προδιάθεση ενός δρώντος υποκειμένου να εμπλακεί, με συγκεκριμένο τρόπο και σε συγκεκριμένο χρόνο, με πρακτικές διερευνητικής διδασκαλίας επηρεάζεται από απόψεις που αφορούν την εκτίμηση του για α) τα προσωπικά του κέρδη ή ζημιές που σχετίζονται με την εμπλοκή (απόψεις στάσης), β) τις κανονιστικές απόψεις σημαντικών τρίτων για την αξία της εμπλοκής (κανονιστικές απόψεις) και γ) τις απόψεις του για το κατά πόσο οι ικανότητές του θα του επιτρέψουν να πετύχει τους στόχους της εμπλοκής (απόψεις ελέγχου).

Το δεύτερο μοντέλο έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο της Κοινωνιολογίας της Επιστημονικής γνώσης (Pickering, 1995) και προσεγγίζει την πράξη ως μια κυκλική διαδικασία που χαρακτηρίζεται από διαδοχικούς κύκλους (μαγκανοπήγαδο) τοπικών/πρόσκαιρων στόχων, αντιστάσεων που αντιμετωπίζουν οι στόχοι, και συμμορφώσεων έναντι των αντιστάσεων, που κατά κανόνα γεννούν νέους τοπικούς στόχους, αντιστάσεις, συμμορφώσεις κ.ο.κ. Διαδοχικοί στόχοι, αντιστάσεις και συμμορφώσεις αναδύονται από τις σχέσεις μεταξύ τριών κατηγοριών παραγόντων: ανθρώπινων, υλικών και κανονιστικών.

Το πρώτο μοντέλο μπορεί να ανασύρει με δομημένα ερωτηματολόγια απόψεις των υποκειμένων που σχετίζονται με συγκεκριμένες πρακτικές, πριν αυτές εφαρμοστούν στο πεδίο. Το δεύτερο, μπορεί να διαβάσει κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των πρακτικών (παρατήρηση και συνέντευξη) ή και μετά το πέρας τους (συνέντευξη), ποιες από τις προηγούμενες απόψεις μορφοποιούν το μαγκανοπήγαδο (εναλλασσόμενους στόχους, αντιστάσεις και συμμορφώσεις) ή διαμορφώνονται/παραλλάσσονται από αυτό, καθώς και ποιοι παράγοντες



(ανθρώπινοι, υλικοί ή κανονιστικοί) σχετίζονται με αυτές τις μορφοποιήσεις ή αλλαγές.

## ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Επειδή δεν είναι εφικτό να εφαρμόσουμε όλες τις παραπάνω προσεγγίσεις σε κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα, επιλέξαμε να πραγματοποιήσουμε τρεις αντιπροσωπευτικές μελέτες περίπτωσης: α) εκπαίδευση φοιτητών/-τριών Παιδαγωγικών Τμημάτων Νηπιαγωγών σε διερευνητικές πρακτικές, διότι η Προσχολική εκπαίδευση θεωρείται σημαντική και καθοριστική για την δημιουργία ενημερωμένων πολιτών, οι οποίοι θα μπορούν να ανταποκριθούν στις εργασιακές προκλήσεις των επόμενων δεκαετιών (NGSS, 2013), β) καταγραφή και αξιολόγηση απόψεων και πρακτικών υπηρετούντων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι επιμορφώθηκαν και επομένως, οι διδακτικές μαθησιακές προτάσεις που θα προκύψουν, θα είναι προϊόντα αναπτυξιακής έρευνας (Kariotoglou et al., 2016), και γ) μελέτη απόψεων και πρακτικών δ/μ, οι οποίοι αναπτύσσουν εκπαιδευτικά προγράμματα σε μουσεία επιστημών, διότι η μη τυπική εκπαίδευση προτείνεται έντονα στα Προγράμματα Σπουδών του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Αυτό, γιατί θεωρείται ότι δεξιότητες, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως καθοριστικής σημασίας για τους σημερινούς μαθητές και αυριανούς πολίτες, όπως η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη και η επίλυση προβλημάτων, η συνεργασία και η πρωτοβουλία, προωθούνται σε μη τυπικά περιβάλλοντα μάθησης (Scott, 2015).

Το πρόγραμμα θα αναπτυχθεί σε πέντε ενότητες εργασίας ως εξής:

Ενότητα Εργασίας 1: Μελέτη της επίδρασης της ρητής διδασκαλίας της ΣΕΜ στην κατανόηση της μεθόδου από φοιτητές Παιδαγωγικών Τμημάτων Νηπιαγωγών και στην προδιάθεσή τους να την συμπεριλάβουν στο διδακτικό τους σχεδιασμό, όταν κληθούν να διδάξουν ΦΕ. Η έρευνα θα πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια εργαστηριακού μαθήματος για τη διδασκαλία ΦΕ. Οι φοιτητές της ομάδας ελέγχου θα συμμετέχουν σε πειράματα πλεύσης – βύθισης και ιδιοτήτων των μαγνητικών υλικών, χωρίς να γίνει σαφής διδασκαλία της μεθόδου. Αντίθετα, οι φοιτητές της πειραματικής ομάδας, εκτός από τη συμμετοχή τους στα πειράματα, θα διδαχθούν με σαφήνεια τον συλλογισμό με τον οποίο σχεδιάζεται ένα πείραμα με βάση τη ΣΕΜ, καθώς και τον συλλογισμό με τον οποίο καταλήγουμε σε συμπέρασμα. Για τη συλλογή των δεδομένων θα χρησιμοποιηθεί γραπτό ερωτηματολόγιο. Τα ερευνητικά ερωτήματα που στοχεύει να απαντήσει η ενότητα αυτή της έρευνας είναι: 1. Ποιες είναι οι απόψεις των φοιτητών/-τριών Παιδαγωγικών Τμημάτων Νηπιαγωγών για τη διερεύνηση; 2. Είναι σημαντικός παράγοντας η ρητή διδασκαλία του συλλογισμού



της ΣΕΜ στην κατανόηση της μεθόδου; 3. Ποια είναι η προδιάθεση των φοιτητών/-τριών Παιδαγωγικών Τμημάτων Νηπιαγωγών να συμπεριλάβουν τη μέθοδο ΣΕΜ στον διδακτικό τους σχεδιασμό;

Ενότητα Εργασίας 2: Μελέτη των απόψεων και πρακτικών υπηρετούντων εκπαιδευτικών Α' και Β'/βάθμιας Εκπαίδευσης, που μετείχαν παλαιότερα σε πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης που στόχευε, μεταξύ άλλων, στην εξοικείωση των συμμετεχόντων με την υιοθέτηση διδακτικών προσεγγίσεων διερευνητικού τύπου. Θέλουμε να ελέγξουμε αν και σε ποιο βαθμό κατέχουν σχετικές με τη διερεύνηση απόψεις, τις οποίες διδάχτηκαν σε προηγούμενη εκπαίδευσή τους, και αν χρησιμοποιούν στη διδασκαλία τους αντίστοιχες πρακτικές. Για τον σκοπό αυτό θα πάρουμε συνέντευξη από 4 εκπαιδευτικούς, ενώ στη συνέχεια θα τους παρατηρήσουμε για λίγες διδακτικές ώρες στην τάξη τους. Το ερευνητικό ερώτημα που στοχεύει να απαντήσει η ενότητα αυτή της έρευνας είναι: 1. Ποια στοιχεία της διερευνητικής προσέγγισης εφαρμόζουν οι εκπαιδευτικοί, πολύ χρόνο μετά την επιμόρφωσή τους; Το ερώτημα αναλύεται στα εξής υπο-ερωτήματα: α. Πως διαμορφώνονται οι απόψεις επιμορφωθέντων εκπαιδευτικών για τη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση πολύ χρόνο μετά την επιμόρφωσή τους; β. Ποια στοιχεία διερευνητικής προσέγγισης από αυτά που είχαν διδαχθεί στο παρελθόν, μπόρεσαν να ενσωματώσουν στο διδακτικό τους σχεδιασμό και να εφαρμόσουν στη διδακτική τους πράξη και με ποιο τρόπο; γ. Ποιοι είναι οι παράγοντες που ασκούν ενισχυτική ή αποθαρρυντική επίδραση στην υιοθέτηση διερευνητικών διδακτικών προσεγγίσεων στην καθημερινή διδακτική τους πρακτική;

Ενότητα Εργασίας 3: Μελέτη απόψεων και πρακτικών μικρού αριθμού (3-4) δ/μ ενός Κέντρου ΦΕ, όπως το ΝΟΗΣΙΣ, οι οποίοι υλοποιούν μικρής κλίμακας προγράμματα Επιστημών και Τεχνολογίας στο Κέντρο Φ.Ε., παραδείγματος χάρη, προγράμματα Νανοτεχνολογίας ή πειραματικών κατασκευών. Τα ερευνητικά ερωτήματα που στοχεύει να απαντήσει η ενότητα αυτή της έρευνας είναι: 1. Ποιες οι απόψεις και πρακτικές των δ/μ που οργανώνουν προγράμματα μη τυπικής εκπαίδευσης σε ένα Μουσείο Επιστημών και Τεχνολογίας;

Ενότητα Εργασίας 4: Τέλος, θα επιχειρήσουμε να συσχετίσουμε απόψεις και πρακτικές, δηλαδή να εξετάσουμε αν οι απόψεις καθοδηγούν τις πρακτικές ή το αντίστροφο ή δεν υπάρχει κάποια σχέση. Επίσης, να σχεδιάσουμε διδακτικές προτάσεις για την εκπαίδευση ή και επιμόρφωση εκπαιδευτικών, με στόχο την ενίσχυση των διερευνητικών τους πρακτικών. Τα ερευνητικά ερωτήματα που στοχεύει να απαντήσει η ενότητα αυτή της έρευνας είναι: 1. Ποιες είναι οι σχέσεις απόψεων και πρακτικών των εκπαιδευτικών και των δ/μ για τη διερεύνηση; 2. Ποιες είναι οι κατάλληλες διδακτικές προτάσεις (διδακτικός μετασχηματισμός), οι οποίες



θα ενισχύουν τις διερευνητικές πρακτικές φοιτητών, υπηρετούντων εκπαιδευτικών και δ/μ, ως συνέπεια της έρευνας αυτής;

### **ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΤΥΠΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Η συγκεκριμένη ερευνητική πρόταση έχει σημαντικά στοιχεία καινοτομίας στις τέσσερις βασικές ενότητες εργασίας του προγράμματος. Στην πρώτη ενότητα εργασίας αξιοποιούμε συνδυασμό ρητής και μη διδασκαλίας, μιας σημαντικής πτυχής της διερευνητικής προσέγγισης για την καλύτερη εκπαίδευση φοιτητών/τριών Παιδαγωγικών Τμημάτων Νηπιαγωγών. Ο συνδυασμός των δυο αυτών πτυχών της διδασκαλίας είναι στην αιχμή της έρευνας (Lorch et al., 2010). Στη δεύτερη ενότητα εργασίας υπάρχουν δύο καινοτομικά στοιχεία, πρώτον, η μελέτη των διερευνητικών πρακτικών υπηρετούντων εκπαιδευτικών, δεδομένης της δυσκολίας της διαδικασίας καθαυτής, πόσο μάλλον της αποτύπωσης των πρακτικών χωρίς βιντεοσκόπηση (απαγόρευση ΙΕΠ), και δεύτερον, η κωδικοποίηση των πρακτικών τους. Στην τρίτη ενότητα εργασίας, όπου θα μελετηθούν οι διερευνητικές πρακτικές δ/μ στο πλαίσιο της μη τυπικής εκπαίδευσης, θα ρίξουμε φως σε μια πτυχή της μη τυπικής εκπαίδευσης, για την οποία ερευνητικά έχουν διαπιστωθεί συμπεριφορές και στοιχεία διερεύνησης από την πλευρά των μαθητών/επισκεπτών, αλλά δεν έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης, τουλάχιστον στη βιβλιογραφία που επισκοπήσαμε, ανάλογες πρακτικές από τους δ/μ. Η καινοτομία στην τέταρτη ενότητα εργασίας έγκειται στην δυσεπίλυτη συσχέτιση θεωρίας (απόψεις) και πράξης (πρακτικές) και περισσότερο, στην αναζήτηση σχέσης μεταξύ των: οι απόψεις οδηγούν τις πρακτικές, αντίστροφα ή μήπως δεν σχετίζονται;

Συνεπώς, θεωρούμε ότι τα αποτελέσματα αυτού του προγράμματος βρίσκονται στο μέτωπο της έρευνας και εμπλουτίζουν τη βιβλιογραφία. Παράλληλα, εμπλουτίζουν την πειραματική διδασκαλία των φοιτητών στο πανεπιστήμιο, ώστε να προετοιμάζονται κατάλληλα οι μέλλοντες εκπαιδευτικοί στη χρήση τέτοιων πρακτικών. Επιπλέον, τα ευρήματά μας θα εμπλουτίσουν τα προγράμματα επαγγελματικής ανάπτυξης υπηρετούντων εκπαιδευτικών σε τυπικά και μη περιβάλλοντα μάθησης με εμπειρικά στοιχεία που θα διευκολύνουν την ανάπτυξη των εκπαιδευόμενων εκπαιδευτικών. Στην κατεύθυνση αυτή, φαίνεται να εστιάζει τα τελευταία χρόνια η πλειοψηφία της βιβλιογραφίας (Borko et al., 2010; Cohen & Hill, 2000; Kallery, 2016), καθώς φαίνεται να δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στο τι είναι αυτό που αποκομίζουν τελικά οι εκπαιδευτικοί από τα προγράμματα επαγγελματικής ανάπτυξης, καθώς και ποια είναι τα χαρακτηριστικά αυτών των προγραμμάτων που επηρεάζουν σε μεγαλύτερη κλίμακα τις απόψεις και τις πρακτικές των εκπαιδευτικών που συμμετέχουν (Lee et al., 2004). Η έρευνα που περιγράφεται είναι



πρωτότυπη για τα ελληνικά δεδομένα, αλλά και διεθνώς υπάρχουν λίγα αντίστοιχα προγράμματα, λόγω της δυσκολίας καταγραφής των πρακτικών. Παράλληλα, οι ιδιαιτερότητες των εκπαιδευτικών συστημάτων καθιστούν κάθε παρόμοια προσπάθεια πρωτότυπη.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/-τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου:1828)



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 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 Επιστημών και Τεχνολογίας στην εκπαίδευση*, 5(1-2), 153-164. <http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete/article/view/140>
- Τσαλίκη, Χ., Μαλανδράκης, Γ., Παπαδοπούλου, Π., & Καριώτογλου Π. (2017). Ενίσχυση των διερευνητικών πρακτικών εκπαιδευτικών μέσω προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης. Στο Σταύρου Δ., Μιχαηλίδη Α. & Κοκολάκη Α. (2017). Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – *Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*, σελ. 132-140. <http://synedrio2017.enepnet.gr>
- 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.
- Ajzen, I. (2002). Perceived behavioural control, self-efficacy, locus of control, and the theory of planned behaviour. *Journal of Applied Social Psychology*, 32(4), 665-683.
- Akuma, F. V., & Callaghan, R. (2019). Characterising extrinsic challenges linked to the design and implementation of inquiry-based practical work. *Research in Science Education*, 49(6), 1677-1706.



- Appleton, K., & Asoko, H. (1996). A case study of a teacher's progress toward using a constructivist view of learning to inform teaching in elementary science. *Science Education, 80*(2), 165–180.
- Astor-Jack, T., Mc Callie, E., & Balcerzak, P. (2007). Academic and Informal Science Education Practitioner Views About Professional Development in Science Education. *Science Education, 91*(4), 604-628.
- Bevan, B., & Xanthoudaki, M. (2008). Professional development for museum educators: Underpinning the underpinnings. *Journal of Museum Education, 33*(2), 107 – 119.
- Borko, H., Jacobs, J., Koellner, K. (2010). Contemporary approaches to teacher professional development. In Peterson, P. L., Baker, E., Mc Gaw, B. (Eds.), *Third international encyclopedia of education* (Vol. 7, pp. 548–556). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Boudreaux, A., Shaffer, P., Heron, P., & McDermott, L. (2008). Student understanding of control of variables: Deciding whether or not a variable influences the behavior of a system, *American Journal of Physics, 76* (2), 163-170.
- Buehl, M. M., & Beck, J. S. (2015). The relationship between teachers' beliefs and teachers' practices. In H. Fives & M. Gregoire Hill (Eds.), *International handbook of research on teachers' beliefs* (pp. 66– 84). New York, NY: Routledge.
- Capps, D. K., Crawford, B. A., & Conostas, M. A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education, 23*(3), 291-318.
- Chin, C. C. (2004). Museum experience – A resource for science teacher education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*(1,) 63-90.
- Cohen, D. K., & Hill, H. C. (2000). Instructional policy and classroom performance: The mathematics reform in California. *Teachers College Record, 102*(2), 294–343.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Retrieved from [http://www.oregonrti.org/s/NO\\_LIF1.PDF](http://www.oregonrti.org/s/NO_LIF1.PDF)
- Fitzgerald, A., Dawson, V., & Hackling, M. (2013). Examining the beliefs and practices of four effective Australian primary science teachers. *Research in Science Education, 43*(3) 981–1003.
- Kallery, M. (2018). Early-years teachers' professional upgrading in science: A long-term Programme. *Research in Science Education, 48*(2), 437-464.



- Kariotoglou, P., Avgitidou, S., Demetriadou, E., Malandrakis, G., Papadopoulou, P., Pnevmatikos, D., & Spyrtou, A. (2017). The STED (Science Teachers EDUcation) training program: Theoretical basis and application. In D. Stavrou (Ed): "*Current trends in Science Education*", pp. 97-123, EDUCATION SCIENCES, Thematic Issue 2016. Department of Primary Education, University of Crete.
- Kariotoglou, P., Avgitidou, S., Dimitriadou, C., Malandrakis, G., Papadopoulou, P., Pnevmatikos, D., & A. Spyrtou (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 & DignaCouso, (pp. 2360-2369). Helsinki, Finland: University of Helsinki. ISBN 978-951-51-1541-6.
- Karnevou, M., Avgitidou, S., & Kariotoglou P. (2013) Links Between Teachers' Beliefs and Their Practices in a Science and Technology Museum Visit, *International Journal of Science Education, Part B*, 3(3), 246-266.
- Kawasaki, K., Herrenkohl, L., & Yeary, S. (2004). Theory Building and modeling in a sinking and floating unit: a case study of third and fourth grade students' developing epistemologies of science. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1299-1324.
- Kisiel, J. (2013). Introducing Future Teachers to Science Beyond the Classroom. *Journal of Science Teacher Education*, 24(1), 67-91.
- Lee, O., Hart, J. E., Cuevas, P., & Enders, C. (2004). Professional development in inquiry based science for elementary teachers of diverse student groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1021-1043.
- Lorch, R. F., Lorch, E. P., Calderhead, W. J., Dunlap, E. E., Hodell, E. C., & Freer, B.D. (2010). Learning the Control of Variables Strategy in Higher and Lower Achieving Classrooms: Contributions of Explicit Instruction and Experimentation. *Journal of Educational Psychology*, 102(1), 90-101. doi:[10.1037/a0017972](https://doi.org/10.1037/a0017972)
- Lotter, C., Rushton, G. T., & Singer, J. (2013). Teacher enactment patterns: How can we help move all teachers to reform-based inquiry practice through professional development? *Journal of Science Teacher Education*, 24(8), 1263-1291.
- Mansour, N. (2013). Consistencies and inconsistencies between science teachers' beliefs and practices. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1230- 1275.





- National Research Council. (2000). *Educating teachers of science, mathematics and technology: New practices for a new millennium*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. Committee on Learning Science in Informal Environments. Philip Bell, Bruce Lewenstein, Andrew W. Shouse, and Michael A. Feder, 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*. Washington, DC: National Academy Press.
- Next Generation Science Standards [NGSS], *The Next Generation Science Standards: For States, by States* (National Academy of Sciences, Washington, DC, 2013).
- Pickering, A. (1995). *The Mangle of Practice*. Chicago: The University Chicago Press.
- Pringle, R. M., Mesa, J., & Hayes, L. (2017). Professional development for middle school science teachers: Does an educative curriculum make a difference? *Journal of Science Teacher Education*, 28(1), 57-72.
- Scott, C. L. (2015). *THE FUTURES of LEARNING 2: What kind of learning for the 21st century?* UNESCO Education Research and Foresight, Paris. [ERF Working Papers Series, No. 14].
- Tran, L. U. (2008). The work of science museum educators. *Museum Management and Curatorship*, 23(2), 135-153.
- Tsaliki C., Malandrakis G., Zoupidis A., Karnezou M., & P. Kariotoglou (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.
- Vosniadou, S. (2010). Instructional considerations in the use of external representations. In Verschaffel et al. (Eds), *Use of representations in reasoning and problem solving*, (pp. 36-54). New York: Routledge.
- Zoupidis, A., Pnevmatikos D., Spyrtou, A., & Kariotoglou, P. (2016). The impact of the acquisition of Control of Variables Strategy and nature of models in floating-



sinking phenomena reasoning and understanding of density as property of materials, *Instructional Science*, 44(4), 315-334.

Zoupidis, A., Strangas, A., Kariotoglou, P. (2017). Contributions of explicit instruction in understanding the control of variables strategy: the case of preschool student teachers. In B.C. Dimov (Ed.), *Education Across Borders: «Education and research across time and space»* (pp. 412 – 418). Bitola, FYROM: ISBNISBN 978-9989-100-51-2

