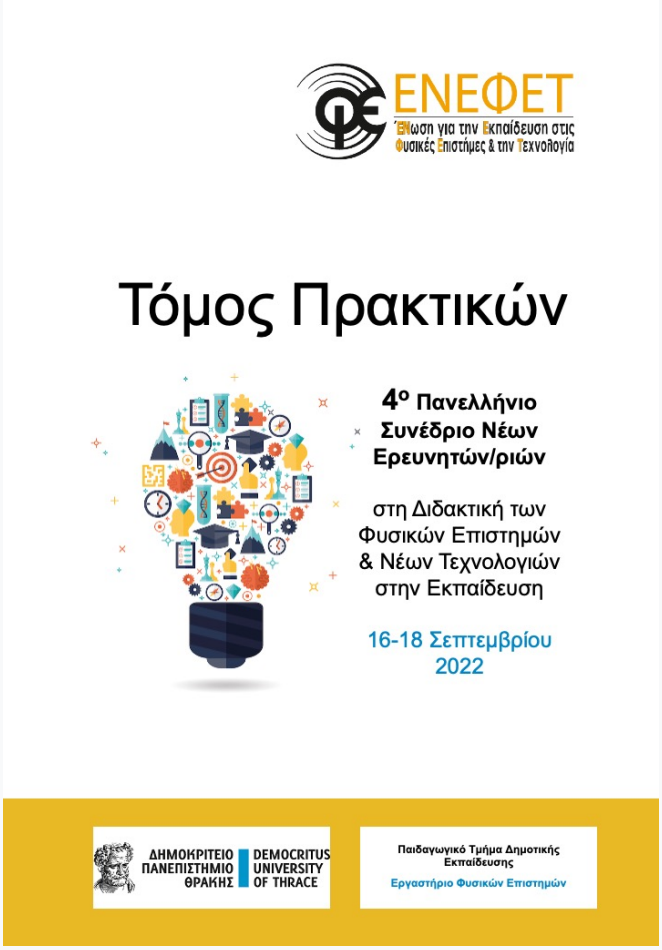
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών/τριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2024)

4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών



Ανάπτυξη - Εφαρμογή - Αξιολόγηση μιας Σειράς Ανοικτών Διαδικτυακών Μαθημάτων σχετικά με τη Διερευνητική Μάθηση, για Εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Ιωάννα Κυριακού, Ιωάννης Λεύκος

doi: 10.12681/nrcodiste.5978

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 17/12/2025 09:03:47

Ανάπτυξη - Εφαρμογή - Αξιολόγηση μιας Σειράς Ανοικτών Διαδικτυακών Μαθημάτων σχετικά με τη Διερευνητική Μάθηση, για Εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Ιωάννα Κυριακού[1], Ιωάννης Λεύκος[2]
[1]Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, [2]Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό
Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ite21026@uom.edu.gr

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια αρκετές μελέτες έχουν αναδείξει τη Διερευνητική Μάθηση (Inquiry Based Learning), ως μία από τις αποτελεσματικότερες παιδαγωγικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Παράλληλα, το Go-Lab (Global Online Science Labs for Inquiry Learning in Schools), έχει ως στόχο να διευκολύνει τη χρήση καινοτόμων τεχνολογιών μάθησης στην εκπαίδευση STEM, με ιδιαίτερη έμφαση στα διαδικτυακά εργαστήρια (Labs) και τη χρήση της διερευνητικής εκπαιδευτικής μεθόδου. Στη συγκεκριμένη εργασία επιχειρείται η περιγραφή και δημιουργία ενός προγράμματος επιμορφωτικής κατάρτισης στην διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας με τη χρήση του Go-Lab. Συγκεκριμένα εστιάζεται στην επιμόρφωση εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη θεωρητική υποστήριξη και την εφαρμογή της διερευνητικής μεθόδου προσπαθώντας να αμβλύνει με αυτό τον τρόπο τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν, προτείνει καλές πρακτικές και διερευνά τους παράγοντες που επηρεάζουν τους εκπαιδευτικούς και τους αποτρέπουν από τη χρήση της στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Abstract

Recent years, several studies have indicated that Inquiry Based Learning is one of the most effective pedagogical approaches in science teaching. At the same time, Global Online Science Labs for Inquiry Learning in Schools aims to facilitate the use of innovative teaching techniques in STEM education, with special emphasis on online Labs and the use of Inquiry Based Learning, In this specific work there is an attempt to describe and create a professional training program in Inquiry Based Learning with the use of Go-Lab. Specifically, the work focuses on the training of Primary Education teachers in theoretical support and application of Inquiry method, trying to blunt in this way the difficulties that teachers face suggest good practices and investigate factors that influence teachers and prevent them from using this kind of educational method in the framework of educational process.

Λέξεις κλειδιά: διερευνητική, επιμόρφωση, μάθηση
Key words: inquiry, training, study, Go-Lab, STEM

1. Εισαγωγή

Η έννοια της «διερεύνησης», γενικότερα, προσδιορίζεται με τρεις διακριτές αλλά αλληλένδετες κατηγορίες δραστηριότητας όπως, α) με το τι κάνουν οι επιστήμονες και με ποιες μεθόδους διερευνούν διάφορα φαινόμενα, χρησιμοποιώντας επιστημονικές μεθόδους με στόχο να εξηγήσουν τον φυσικό κόσμο, β) πώς εμπλέκονται οι μαθητές μέσω ερωτημάτων και συμμετέχοντας σε επιστημονικά πειράματα μιμούμενοι πρακτικές και διαδικασίες που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες και γ) μια παιδαγωγική, ή στρατηγική διδασκαλίας, που υιοθετείται από τους εκπαιδευτικούς και επιτυγχάνεται μέσω του σχεδιασμού μαθησιακών δραστηριοτήτων που επιτρέπουν στους μαθητές να παρατηρούν, να πειραματίζονται και να αναθεωρούν ό,τι είναι γνωστό υπό το φως των αποδεικτικών στοιχείων (Bruner, 2009).

Η διερευνητική μάθηση ορίζεται ως η διαρκής διαδικασία διάγνωσης προβλημάτων, κριτικής αντιμετώπισης πειραμάτων, διάκρισης οπτικών, σχεδιασμού ερευνών, διερεύνησης εικασιών και αναζήτησης πληροφοριών (Bolte et al., 2012˙ Minner et al., 2010).

Μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε, σε σχετικές έρευνες προέκυψαν αρκετά θέματα και προβληματισμοί αναφορικά με την διερευνητική μέθοδο και την επαγγελματική κατάρτιση των εκπαιδευτικών. Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί ενώ πρέπει να καθοδηγούν τους μαθητές ώστε να διαδραματίσουν ενεργό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης εντός και εκτός της τάξης, με στόχο την καλλιέργεια της κριτικής σκέψης (Hosnan, 2014) και να αποδώσουν μεγάλη σημασία στην αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών για τη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας (Barton & Haydn, 2006) συναντούν σημαντικές δυσκολίες στην προσπάθεια τους (Lei, 2009˙ Valtonen et al., 2011). Σε άλλες έρευνες προκύπτει ότι ακόμη και οι επιμορφώσεις των εκπαιδευτικών στην ανάπτυξη δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά εργαλεία δεν αποδίδουν τα αναμενόμενα οφέλη (Jimoyiannis, 2008).

Άλλοι ερευνητές έχουν εστιάσει και έχουν αναδείξει την επαγγελματική κατάρτιση των εκπαιδευτικών ως απαραίτητη, με σκοπό την βελτίωση των εκπαιδευτικών τους ικανοτήτων γενικότερα αλλά και ειδικότερα. (Avalos, 2011˙ Capps et al., 2012˙ Darling-Hammond & Richardson, 2009˙ Shaharabani & Tal, 2017).

Συμπληρωματικά, αναδεικνύεται ότι λίγοι εκπαιδευτικοί έχουν την ευκαιρία να συμμετάσχουν σε αντίστοιχα προγράμματα με αντικείμενο την διερεύνηση, ενώ ακόμα και οι πιο καταρτισμένοι εκπαιδευτικοί με υψηλά προσόντα έχουν ελάχιστη γνώση αναφορικά με την εφαρμογή της διερευνητικής εκπαιδευτικής μεθόδου (Akuma & Callaghan, 2019˙ Chichekian & Shore, 2016˙ Tsaliki et al., 2016).

Έρευνες αναδεικνύουν το γεγονός ότι πολλοί εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν προκλήσεις στη διδασκαλία της διερευνητικής μάθησης ή είναι απροετοίμαστοι σε μεγάλο βαθμό για την εφαρμογή της (Melville et al., 2013). Παράλληλα, η έλλειψη εμπειρίας, η έλλειψη επιμόρφωσης για την κατανόηση της μεθόδου διαμορφώνουν σε ανάγκη ζωτικής σημασίας τη δημιουργία προγραμμάτων επαγγελματικής κατάρτισης (Capps et al., 2012).

Η εκπαιδευτική διαδικασία βάσει διερεύνησης φιλοδοξεί να εμπλέξει τους μαθητές σε μια αυθεντική επιστημονική διαδικασία ανακάλυψης. Από παιδαγωγική άποψη, η σύνθετη επιστημονική διαδικασία χωρίζεται σε μικρότερες, λογικά συνδεδεμένες ενότητες που καθοδηγούν τους μαθητές και εφιστούν την προσοχή σε σημαντικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής σκέψης. Αυτές οι μεμονωμένες μονάδες ονομάζονται φάσεις έρευνας και το σύνολο των συνδέσεών τους σχηματίζει έναν κύκλο διερεύνησης.

Η διερευνητική μέθοδος ποικίλλει ως προς το μέγεθος της αυτονομίας που δίνεται στους μαθητές, ενώ περιλαμβάνει διάφορες προσεγγίσεις, όπως τη δομημένη και καθοδηγούμενη από τον εκπαιδευτικό έρευνα-διερεύνηση και την ανοιχτή έρευνα κατευθυνόμενη από τους μαθητές. Η διερεύνηση ακολουθεί μια διαβάθμιση συνήθως σε τρία επίπεδα, αν και έχουν προταθεί πολλά μοντέλα: i) η δομημένη (structured inquiry), ii) η καθοδηγούμενη (guided inquiry) και iii) η ανοιχτή (open inquiry) (National Research Council [NRC], 2000˙ Zion & Mendelovici, 2012).

Ο διερευνητικός κύκλος με βάση τον οποίο δομούνται τα ηλεκτρονικά μαθήματα (ILS) έχει πολύ μεγάλη συνάφεια με τον κύκλο που προτείνεται στην επισκόπηση τους Pedaste et al. (2015) και περιλαμβάνει πέντε φάσεις: i) Προσανατολισμό, ii)Εννοιολόγηση, iii) Ερευνα,iv) Συμπέρασμα, και v) τη Συζήτηση.

Αντίστοιχα, με το Go-Lab (Global Online Science Labs for Inquiry Learning in Schools), το οποίο προέκυψε από το επιτυχημένο έργο Go-Lab (2012-2016), οι εκπαιδευτικοί μπορούν να βρουν διάφορα Εργαστήρια και Εφαρμογές και να δημιουργήσουν προσαρμοσμένους χώρους και σενάρια διερευνητικής μάθησης. Στο Go-Lab ο διερευνητικός κύκλος των πέντε φάσεων είναι ενσωματωμένος και υποστηρίζεται μέσω των εργαλείων αυτού.

Με δεδομένες τις παραπάνω προκλήσεις το αντικείμενο της εργασίας και η πρωτοτυπία αυτής είναι η περιγραφή και δημιουργία ενός ταχύρρυθμου προγράμματος επιμορφωτικής κατάρτισης στην διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας με τη χρήση του Go-Lab. Πιο συγκεκριμένα το πρόγραμμα εστιάζεται στην επιμόρφωση εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, στη θεωρητική υποστήριξη και την εφαρμογή της διερευνητικής μεθόδου προσπαθώντας να αμβλύνει με αυτό τον τρόπο τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν, να προτείνει καλές πρακτικές και να διερευνήσει τους παράγοντες που επηρεάζουν τους εκπαιδευτικούς και τους αποτρέπουν από τη χρήση της στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην Ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα.

2. Μεθοδολογία

Ποσοτική και ποιοτική ανάλυση

Η έρευνα βασίζεται σε ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των αποτελεσμάτων της επιμόρφωσης και βρίσκεται υπό εξέλιξη. Συγκεκριμένα, το δείγμα αποτελείται από πενήντα (50) εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης από σχολικές μονάδες της Θεσσαλίας. Αναφέρεται ότι οι εν λόγω εκπαιδευτικοί δεν διαθέτουν όλοι το ίδιο επίπεδο κατανόησης της διερευνητικής και ένα υποσύνολο αυτών ήταν αρχάριοι, ένα άλλο είχαν βασική ικανότητα κατανόησης στη διερεύνηση και ένα τρίτο διέθεταν προηγμένη ικανότητα.

Ερωτηματολόγια

Οι εκπαιδευτικοί απάντησαν σε ερωτηματολόγιο πριν την συμμετοχή τους στην επιμόρφωση (pre-assessment). Το ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τους Lotter et al., (2016) το οποίο στο εισαγωγικό μέρος περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν στην αποτύπωση των δημογραφικών στοιχείων του προφίλ των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών (τυπικά προσόντα, κ.α.).

Στο κύριο μέρος του ερωτηματολογίου υπάρχουν ερωτήματα σχετικά με τις απόψεις τους και την προϋπάρχουσα γνώση για την διερευνητική μάθηση και τις βασικές έννοιες και ορισμούς αυτής, αλλά και σχετικά με την ικανότητά τους να την διακρίνουν και να την εφαρμόζουν στην πράξη. Επιπλέον, υπάρχουν ερωτήματα σε άλλη ενότητα που αφορούν την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στην επόμενη ενότητα υπάρχουν ερωτήματα αναφορικά με την επαγγελματική κατάρτιση των εκπαιδευτικών. Τα ερωτήματα είναι κλειστού τύπου καθώς και Likert.

Μετά την ολοκλήρωση της επιμόρφωσης πρόκειται να δοθεί σχετικό ερωτηματολόγιο (post-assessment) με αντίστοιχες ερωτήσεις, προκειμένου να ανιχνευθούν οι πιθανές αλλαγές που συντελέστηκαν κατά τη διάρκεια της επιμόρφωσης.

Μεθοδολογία ανάλυσης δεδομένων ερωτηματολογίων

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασίστηκε στις εργασίες των Lotter et al. (2016) και των Papaevripidou et al. (2017) με στόχο την σύγκριση των αποτελεσμάτων, ενώ η διαφοροποίηση και η πρωτοτυπία αφορά στη διάρκεια της επιμόρφωσης και στο αντίστοιχο δείγμα. Η ανάλυση των δεδομένων των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την μέθοδο: “Constant comparative method” του (Glaser & Strauss, 1967) σε αντιστοιχία με τους Lotter et al. (2016) και Papaevripidou et al. (2017). Η εν λόγω μέθοδος, μέσα από συνεχείς συγκρίσεις των δεδομένων ουσιαστικά οδηγεί στο να προκύψει μια ουσιαστική θεωρία. Συγκεκριμένα, οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών στα διάφορα εργαλεία συλλογής δεδομένων ταξινομήθηκαν σύμφωνα με ένα σχήμα αξιολόγησης τριών επιπέδων αναφορικά με την ικανότητα διερεύνησης που κατέχουν, δηλαδή, ικανότητα διερεύνηση αρχαρίων, βασική διερεύνηση και προηγμένη διερεύνηση και ως στόχος ήταν η βελτίωση του επιπέδου αυτών.

Συνεντεύξεις

Με στόχο την περαιτέρω επικύρωση των απαντήσεων των ερωτηματολογίων σχεδιάστηκε η διενέργεια προσωπικών συνεντεύξεων με 10-15 συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς και τα αποτελέσματα αυτών θα αξιολογηθούν με παρόμοιο τρόπο.

Ταχύρρυθμο Επιμορφωτικό πρόγραμμα

Σχετικά με το επιμορφωτικό πρόγραμμα σχεδιάστηκε η πραγματοποίηση είκοσι (20) ωρών σε μορφή βιντεοδιαλέξεων (ασύγχρονα). Ειδικότερα, στην ενότητα 1 γίνεται η εισαγωγή στο θέμα και παρουσιάζεται η αναγκαιότητα και οι στόχοι της επιμόρφωσης.

Στην ενότητα 2 γίνεται η παρουσίαση των βασικών εννοιών της διερεύνησης ενώ στην ενότητα 3 παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του Go-LAB και οι μεγάλες ιδέες (τομείς) της επιστήμης. Στην επόμενη ενότητα 4 παρουσιάζεται η διερευνητική μάθηση ως εκπαιδευτική προσέγγιση ενώ στην ενότητα 5 παρουσιάζεται η διαδικασία σχεδιασμού ενός ILS και ενός σεναρίου. Στην εν λόγω επιμόρφωση, πέραν των βίντεο διαλέξεων, υπάρχουν και βιβλιογραφικές αναφορές με σκοπό την ασύγχρονη πρόσβαση των εκπαιδευτικών, προκειμένου να μπορούν να επανέλθουν σε δεύτερο χρόνο και να εμβαθύνουν.

Στο τέλος της κάθε ενότητας υπάρχουν ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης, μέσω των οποίων ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να ελέγξει αν έχει κατακτήσει τη γνώση και να μεταβεί στην επόμενη ή να παρακολουθήσει εκ νέου την ενότητα.

Τέλος, οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί με το πέρας της επιμόρφωσης προβλέφθηκε να καταθέσουν ένα σενάριο μαθήματος βασισμένο στην διερευνητική προσέγγιση.

3. Αποτελέσματα

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί τελικά μέσω της επιμόρφωσης να: α) βελτιώσει τη στάση των εκπαιδευτικών αναφορικά με την εφαρμογή της διερευνητικής μεθόδου μέσα στην εκπαιδευτική διαδικασία, β) αφετέρου να αξιολογήσει τις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη διερευνητική μάθηση όπως επίσης και γ) να αποτιμήσει τον τρόπο με τον οποίο αξιοποιούν-ενσωματώνουν τη διερευνητική μάθηση στα διδακτικά τους σενάρια.

Η έρευνα που διεξάγεται είναι μικρής διάρκειας και αποτελεί μια μελέτη περίπτωσης, επομένως τα αποτελέσματά της είναι χρήσιμα και αξιοποιήσιμα με βάση τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που προέκυψαν. Για παράδειγμα τα μαθησιακά σενάρια που αναπτύχθηκαν από τους εκπαιδευτικούς, μπορούν μετά την αξιολόγηση τους να χρησιμοποιηθούν ως καλές πρακτικές από την ευρύτερη εκπαιδευτική κοινότητα. Αντίστοιχα, μέσω των αποτελεσμάτων θα διαφανεί αν η επιμόρφωση λειτούργησε θετικά προς τους εκπαιδευτικούς, εξελίσσοντας τους, με στόχο την χρήση της μεθόδου στην τάξη.

Η διεξαγωγή αυτής της έρευνας είναι επίκαιρη λόγω της συνεχής και μεγάλης ερευνητικής δραστηριότητας στο αντικείμενο της διερευνητικής μάθησης και των διαφόρων προβλημάτων που δυσχεραίνουν την εφαρμογή της. Ταυτόχρονα, είναι ωφέλιμη καθώς με την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη χρήση της διερευνητικής μεθόδου μέσω του Go-Lab μπορεί να βελτιωθεί το αίσθημα ικανοποίησης και μέσω της κατάρτισης τους να χρησιμοποιήσουν τις νεοαποκτηθείσες γνώσεις στην εκπαιδευτική διαδικασία με περισσότερη ευκολία (Lotter et al., 2016), είτε αυτή πρόκειται για δια ζώσης είτε εξ αποστάσεως, κάτι που θα βελτιώσει την εκπαιδευτική διαδικασία και θα μεγιστοποιήσει κατά συνέπεια τα οφέλη των μαθητών.

4. Συμπεράσματα

Στα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να συζητηθούν οι πιθανοί λόγοι για τους οποίους κάποιοι από τους εκπαιδευτικούς βελτίωσαν τις απόψεις και τις γνώσεις τους για τη διερευνητική μάθηση, καθώς και για την ενσωμάτωση των παραπάνω γνώσεων στο

σχεδιασμό των σεναρίων τους. Επιπλέον θα επιχειρηθεί διερεύνηση της πιθανής εξάρτησης των παραπάνω χαρακτηριστικών. Τα ευρήματα μπορούν να αξιοποιηθούν από άλλους ερευνητές, καθώς και να συγκριθούν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών.

Παράλληλα, ως μελλοντική έρευνα προτείνεται η πρακτική εφαρμογή της επιμόρφωσης στην τάξη από μια μικρή ομάδα (5-10) εκπαιδευτικών, όπου μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής μέσα στην εκπαιδευτική διαδικασία θα πραγματοποιηθεί σχετική έρευνα αποτελεσματικότητας.

5. Βιβλιογραφία

Akuma, F. V., & Callaghan, R. (2019). A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work. *Journal of Research in Science Teaching, 56*(5), 619-648. https://doi.org/10.1002/tea.21516

Avalos, B. (2011). Teacher professional development in teaching and teacher education over ten years. *Teaching and Teacher Education, 27*(1), 10-20. https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.007

Barton, R., & Haydn, T. (2006). Trainee teachers' views on what helps them to use information and communication technology effectively in their subject teaching. *Journal of Computer Assisted Learning, 22*, 257–272. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00175.x

Bolte, C., Streller, S., Holbrook, J., Rannikmae, M., Mamlok Naaman, R., Hofstein, A., & Rauch, F. (2012): PROFILES: Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science. *Proceedings of the European Science Educational Research Association (ESERA),* Lyon, France.

Bruner, J. S. (2009). *The process of education*. Harvard University Press.

Capps, D. K., Crawford, B. A., & Constas, 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. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9275-2

Chichekian, T., & Shore, B. M. (2016). Preservice and practicing teachers' self-efficacy for inquiry-based instruction. *Cogent Education, 3*(1), 1236872. https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1236872

Darling-Hammond, L., & Richardson, N. (2009). Research review/teacher learning: What matters? *Educational Leadership, 66*(5), 46–55. https://outlier.uchicago.edu/computerscience/OS4CS/landscapestudy/resources/Darling-Hammond-and-Richardson-2009.pdf

Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. New York: Aldine de Gruyter.

Hosnan, K. (2014). *Scientific and Contextual Approach in the 21st Century Learning*. Ghalia Indonesia, Bogor.

Jimoyiannis, A. (2008). Factors determining teachers' beliefs and perceptions of ICT in education. Στο A. Cartelli, & M. Palma (Επιμ.), *Encyclopedia of information communication technology* (σ. 321–334). Hershey, PA: IGI Global.

Lei, J. (2009). Digital natives as preservice teachers: what technology preparation is needed? *Journal of Computing in Teacher Education, 25(*3), 87–97.

Lotter, C., Smiley, W., Thompson, S., & Dickenson, T. (2016). The impact of a professional development model on middle school science teachers' efficacy and implementation of inquiry. *International Journal of Science Education 38*(18), 2712–2741. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1259535

Melville W., Bartley A., & Fazio X. (2013) Scaffolding the Inquiry Continuum and the Constitution of Identity. *International Journal of Science and Mathematics Education, 11* 1255–73. https://doi.org/10.1007/s10763-012-9375-7

National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science education Standards*. Washington, D.C: National Academy Press.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction - what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching, 47*, 474-496. https://doi.org/10.1002/tea.20347

Papaevripidou, M., Irakleous, M., & Zacharia, Z. C. (2017). Designing a Course for Enhancing Prospective Teachers' Inquiry Competence. Στο K. Hahl, K. J. Lampiselkä, J. Lavonen & A. Uitto (Επιμ.), *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research,* σ. 263–278. Springer Science and Business Media B.V.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli C. C., Zacharia Z. C. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, *14*, 47-61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Shaharabani, Y. F., & Tal, T. (2017). Teachers' practice a decade after an extensive professional development program in science education. *Research in Science Education, 47*(5), 1031-1053. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9539-5

Tsaliki, C., Malandrakis, G., Zoupidis, A., Karnezou, M., & Kariotoglou, P. (2016). *Science teachers' profile changes concerning non-formal education design*. Στο J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselka, A. Uitto, & K. Hahl (Επιμ.), *Electronic proceedings of the ESERA 2015 conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future, Part 14* (συνεπιμ. A. Berry & D. Couso) (σ. 2370-2377). University of Helsinki.

Valtonen, T., Pöntinen, S., Kukkonen, J., Dillon, P., Väisänen, P., Hacklin, S. (2011). Confronting the technological pedagogical knowledge of Finnish net generation student teachers. *Technology, Pedagogy and Education, 20*(1), 1–16.

Zion, M., & Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits, *Science Education International 23*(4), 383–399.