

**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
saugitidou@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 συγγραφική 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, θωρώντας 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

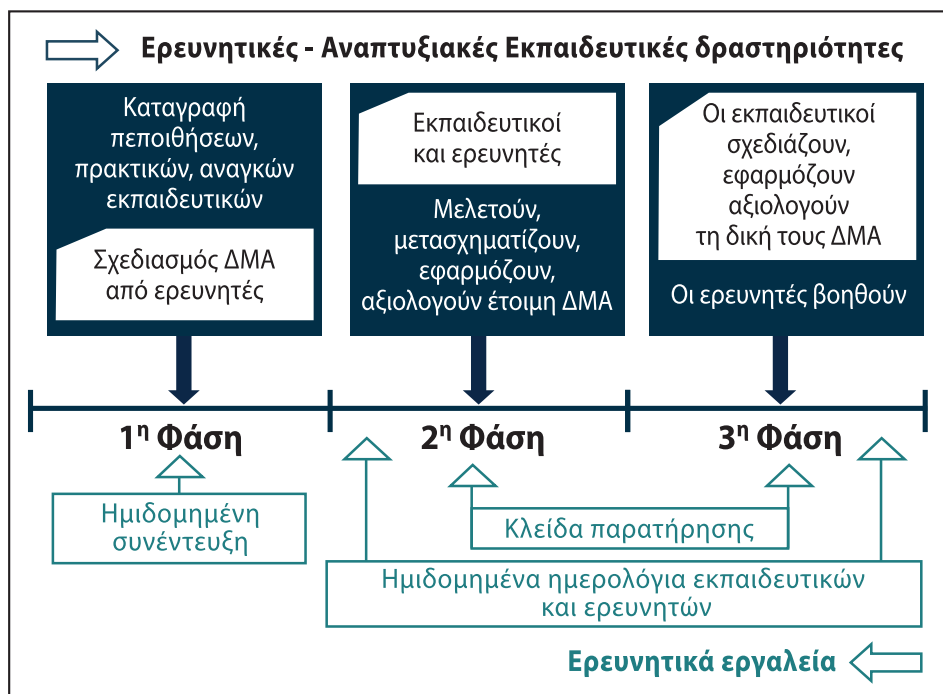
Κατά τα έτη 2014-2015 αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε από το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας το πρόγραμμα STED, που στόχευε στη διεύρυνση των διδακτικών απόψεων και πρακτικών των εν ενεργεία εκπαιδευτικών, ώστε αυτοί να ενσωματώσουν στη διδασκαλία τους τις σύγχρονες τάσεις και αντιλήψεις της Διδακτικής των 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 συνεντεύξεων 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 δεκτικότητα 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 περιόρισαν 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 συναδελφών του. Τέλος, οι υπόλοιποι δύο εκπαιδευτικοί αποθαρρύνθηκαν από το αρνητικό κλίμα που υπήρχε μεταξύ των συναδελφών 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