ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

Τόμ. 5, Αρ. 1-2 (2012)

Ειδικό Αφιέρωμα: «Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες»

Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα "Materials Science"

Πέτρος Π. Καριώτογλου, Άννα Σπύρτου, Δημήτρης Πνευματικός, Αναστάσιος Ζουπίδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Καριώτογλου Π. Π., Σπύρτου Ά., 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. ανακτήθηκε από https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/thete/article/view/44585

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 20/02/2026 03:03:06

Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα "Materials Science"

Πέτρος Π. Καριώτογλου, Άννα Σπύρτου, Δημήτρης Πνευματικός, Αναστάσιος Ζουπίδης
pkariotog@uowm.gr, aspirtou@uowm.gr, dpnevma@gmail.com, tzoupidis@gmail.com

Παιδαγωγική Σχολή, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη. Στο άρθρο αυτό επιχειρείται αρχικά μια σύντομη επισκόπηση τάσεων, που επικράτησαν τον προηγούμενο αιώνα στα Προγράμματα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών (ΠΣ-ΦΕ), όπως της Ανακάλυψης και της Εποικοδόμησης. Στη συνέχεια, προσεγγίζεται το σύγχρονο ρεύμα του Επιστημονικού Γραμματισμού εστιάζοντας σε δύο σημαντικές πτυχές του, τα διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης-διδασκαλίας και την οργάνωση επισκέψεων σε χώρους Τεχνοεπιστήμης. Ως εφαρμογή των δύο αυτών πτυχών περιγράφονται όψεις και αποτελέσματα του Ευρωπαϊκού Προγράμματος "Materials Science", ενώ συζητείται η δυνατότητα εφαρμογής τέτοιων καινοτομιών στη χώρα μας.

Λέξεις κλειδιά: Προγράμματα Σπουδών, Φυσικές Επιστήμες, διερεύνηση, επισκέψεις εκτός σχολείου, ανάπτυξη κινήτρων

Εισαγωγή

Τόσο στο κλείσιμο του προηγούμενου αιώνα όσο και στις αρχές του τρέχοντος γίνεται μεγάλη συζήτηση στην περιοχή της Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ) σε σχέση με την κατεύθυνση των Προγραμμάτων Σπουδών (ΠΣ) στη νέα εποχή. Οι πιο γνωστές προτάσεις είναι τα: Science Education NOW (2007) - A Renewed Pedagogy for the Future of Europe (EU), Science beyond 2000 (Millar & Osborn 1998, England), Unesco Project 2000+, Project 2061 (USA). Όλες οι προτάσεις κάνουν κριτική στα προηγούμενα ΠΣ και δίνουν γενικές κατευθύνσεις για τα καινούργια. Το άρθρο αυτό συμβάλλει στο διάλογο κάνοντας μια σύντομη κριτική περιγραφή των σταθμών από τους οποίους πέρασε η ΔΦΕ και των αντίστοιχων ΠΣ που βασίστηκαν σε αυτές. Περιγράφει και αιτιολογεί τις νέες τάσεις και δίνει ένα παράδειγμα σχεδιασμού δυο μικρών ΠΣ, με τη μορφή των Διδακτικών Μαθησιακών Σειρών (ΔΜΣ), καθώς και επιλεγμένα – συνοπτικά αποτελέσματα από την εφαρμογή τους.

Σταθμοί στη Διδακτική και τα Προγράμματα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών

Στη ΔΦΕ έχουν συμβεί τα τελευταία 60 χρόνια δυο μεγάλες αλλαγές, που οδήγησαν στην ανάπτυξη αντίστοιχων ΠΣ. Η πρώτη τοποθετείται στη δεκαετία του 1960 με το ρεύμα της Ανακάλυψης και τα Καινοτομικά Αναλυτικά Προγράμματα (Innovative Curricula). Κύρια στοιχεία του ρεύματος ήταν ο σεβασμός στο περιεχόμενο (προσπάθεια για επιστημονική ακρίβεια), η αλλαγή του ρόλου του πειράματος, που είχε στόχο τόσο την «ανακάλυψη» της γνώσης από τους μαθητές, όσο και την ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους. Στόχοι των ΠΣ της δεκαετίας του 1960 ήταν να κάνουν τους μαθητές ικανούς να προβλέπουν, να μετρούν, να συμπεραίνουν κ.ο.κ. Στο διδακτικό-μαθησιακό περιβάλλον της ανακάλυψης, ο μαθητής

θεωρείται ενεργό υποκείμενο, το οποίο συλλέγει και επεξεργάζεται πληροφορίες και καλείται να ανακαλύψει τη γνώση, κατ' αναλογία με τον επιστήμονα, μέσα από τα πειράματα. Οι περιορισμοί που αναγνωρίζονται στους μαθητές σε σχέση με τους επιστήμονες είναι αυτοί που απορρέουν από το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκονται σύμφωνα με τη θεωρία του Piaget (1971). Ο ρόλος του εκπαιδευτικού ήταν ενισχυτικός και διευκολυντικός. Μετά από μια περίοδο εφαρμογής και αξιολόγησης των προγραμμάτων αυτών η έρευνα έδειξε ότι τα καινοτομικά ανακαλυπτικά ΠΣ (δεκαετία του '60), πέτυχαν στο συναισθηματικό και ψυχοκινητικό τομέα, αλλά όχι ιδιαίτερα στο γνωστικό (Καριώτογλου, Κορομπίλης & Κουμαράς, 1997). Ως πιθανές αιτίες θεωρήθηκαν αφ' ενός μεν ότι δεν λαμβάνονταν υπόψη στη διδασκαλία οι προϋπάρχουσες αναπαραστάσεις (ιδέες) των μαθητών, αφ' ετέρου δε ότι δεν γίνονταν επιλογή ή ευρύτερα μετασχηματισμός του προς διδασκαλία περιεχομένου (Blumenfeld et al., 1991).

Η δεύτερη αλλαγή έγινε στη δεκαετία του 1980 με το ρεύμα της Εποικοδόμησης και τα αντίστοιχα προγράμματα εποικοδομητικής κατεύθυνσης. Κύρια στοιχεία του ρεύματος της εποικοδόμησης ήταν η διαπίστωση ότι οι σημαντικότεροι περιορισμοί στη μάθηση των εννοιών και στην κατανόηση των φαινομένων των ΦΕ προέρχονται από τις αφελείς θεωρίες που έχουν ήδη διαμορφώσει οι μαθητές πριν αρχίσει η συστηματική διδασκαλία των ΦΕ (Carey, 1985). Οι αρχικές και αφελείς θεωρίες των παιδιών θεωρήθηκαν ως το σημαντικότερο εμπόδιο που έπρεπε να λάβει υπόψη του ο εκπαιδευτικός προκειμένου να επιτευχθούν οι μαθησιακοί στόχοι των ΠΣ στις ΦΕ (Driver et al., 1998). Έτσι, το προς διδασκαλία περιεχόμενο επιλέγεται και μετασχηματίζεται για να είναι κατάλληλο για τους μαθητές στους οποίους απευθύνεται. Χαρακτηριστικά παραδείγματα διδακτικού μετασχηματισμού αποτελούν η εισαγωγή της πίεσης ως ιδιότητας του υγρού (Kariotogloy, Koumaras & Psillos, 1993) και η χρήση του καλορικού μοντέλου στη διδασκαλία της θερμότητας (Lefkos et al., 2005). Η διδασκαλία ξεκινά από την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών, που λειτουργεί και ως φάση εξοικείωσής τους, προχωρεί στην τροποποίηση ή ενίσχυσή τους, την εισαγωγή της νέας γνώσης και την εφαρμογή της σε νέες καταστάσεις και ολοκληρώνεται με μεταγνωστικές διαδικασίες. Το πείραμα αποκτά τον επιπλέον ρόλο της διαδικασίας ελέγχου των ιδεών των μαθητών, ενώ ο εκπαιδευτικός απαιτείται να γνωρίζει όχι μόνον το επιστημονικό (προς διδασκαλία) περιεχόμενο, αλλά και τις αντίστοιχες αναπαραστάσεις (ιδέες) των μαθητευομένων (Καριώτογλου, 2006).

Στα εποικοδομητικού τύπου ΠΣ (δεκαετία του '80), τα αποτελέσματα των ερευνών έδειξαν πράγματι θετικά αποτελέσματα στην αναδόμηση των αναπαραστάσεων των μαθητών σε έναν μεγάλο αριθμό γνωστικών περιοχών, όπως είναι η ενέργεια, οι δυνάμεις, τα φωτεινά, ηλεκτρικά και θερμικά φαινόμενα, ο μικρόκοσμος, κ.λπ. (Koliopoulos & Ravanis, 2001; Κολιούλης & Τσαπαρλής, 2005; Osborne, 1983; Solomon, 1982). Επιπλέον, αναδείχτηκαν τα όρια και οι δυσκολίες τέτοιων ερευνητικών παρεμβάσεων, π.χ. οι μαθητές παρουσιάζουν σημαντικές δυσκολίες να «μεταφέρουν» τη γνώση που οικοδόμησαν, σε νέες καταστάσεις, (Georghiades, 2000), οι συλλογισμοί που αναπτύσσουν καθώς εκτελούν μια πειραματική δραστηριότητα φαίνεται ότι είναι περιορισμένοι, δίνουν περισσότερο χρόνο στο να συγκεντρώσουν δεδομένα παρά να συζητήσουν την ανάλυση των δεδομένων και να βγάζουν συμπεράσματα (Dolan & Grady, 2010). Παράλληλα, δέχτηκαν κριτική, κυρίως επιστημολογικής προέλευσης, γιατί εστίαζαν στην εννοιολογική μάθηση υποβαθμίζοντας τη διαδικαστική και την επιστημολογική συνιστώσα της επιστήμης (Millar & Osborn, 1998). Αντιπροσωπευτικό είναι το επιστημολογικό ερώτημα που αναδείχτηκε στο σχετικό προβληματισμό: «πώς είναι δυνατόν για επιστημονικά καθορισμένη γνώση να έχουμε κατασκευή διαφορετικού νοήματος, από μαθητή σε μαθητή;» (Millar, 1989)

Οι σημαντικές αυτές μεταρρυθμίσεις δεν έτυχαν ευρείας εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη για πολλούς λόγους. Μερικοί, κοινοί και στις δυο περιπτώσεις (ανακάλυψης,

εποικοδόμησης), είναι ότι τα προγράμματα δεν ταίριαζαν με το εξεταστικό σύστημα, απαιτούσαν πολύ χρόνο στην εφαρμογή τους και οι εκπαιδευτικοί δεν είχαν κατάλληλη εκπαίδευση – επιμόρφωση για να τα εφαρμόσουν (Hodson & Prophet, 1986). Οι παραπάνω λόγοι φαίνεται να ισχύουν και για την περίπτωση των αλλαγών των Ελληνικών ΠΣ – ΦΕ. Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημάνουμε ότι οι αλλαγές της δεκαετίας του '60 έφτασαν στη χώρα μας καθυστερημένα και έτυχαν περιορισμένης εφαρμογής. Στην περίπτωση των πιο σύγχρονων αλλαγών, και ενώ η κοινότητα της ΔΦΕ είναι πολυπληθής και παρακολουθεί από κοντά τις εξελίξεις του χώρου, οι προσπάθειες των αλλαγών περιορίστηκαν στις εισαγωγικές – θεωρητικές διακηρύξεις μάλλον των νέων ΠΣ, παρά μπήκαν στην ουσία της συστηματικής εισαγωγής τέτοιων καινοτομιών, στην εκπαίδευση των ΦΕ στη χώρα μας (Καριώτογλου & Τσελφές, 2000).

Σύγχρονες τάσεις στα ΠΣ και τη ΔΦΕ

Στις αρχές του 21ου αιώνα εμφανίζεται μια κριτική στα υπάρχοντα ΠΣ-ΦΕ , επειδή αυτά εστιάζονται στο περιεχόμενο (δηλωτική γνώση) και τη μάθηση του ως σώμα γεγονότων, αποκομμένο από τις διαδικασίες παραγωγής του και τη φιλοσοφία της επιστήμης που οδηγεί σε αυτό. Η κριτική αυτή βασίστηκε στα νέα δεδομένα της γνωσιακής επιστήμης τα οποία ανέδειξαν ότι οι παρανοήσεις των μαθητών είναι αποτέλεσμα της αφελούς θεωρίας (Carey, 1985) που έχουν ήδη διαμορφώσει οι μαθητές για τα φυσικά φαινόμενα και τις αντίστοιχες έννοιες, πριν την επαφή τους με τη διδασκαλία και οι οποίες βασίζονται στην καθημερινή τους εμπειρία. Η αλλαγή αυτής της θεωρίας φαίνεται ότι γίνεται σταδιακά καθώς οι μαθητές προοδευτικά αίρουν τις οντολογικές και επιστημολογικές προϋποθέσεις στις οποίες βασίζονται αυτές οι θεωρίες και έτσι δημιουργούν τις παρανοήσεις, ή εναλλακτικές ιδέες ή συνθετικά μοντέλα (Vosniadou, 2008).

Ο παραλληλισμός της προοδευτικής αυτής διαδικασίας αλλαγής θεωρίας, που παρατηρείται στους μαθητές με τη διαδικασία που ακολουθήθηκε από τους επιστήμονες κατά την πορεία οικοδόμησης της αντίστοιχης γνώσης, υπαγόρευσε την εισαγωγή διδακτικών πρακτικών, οι οποίες να παρακολουθούν τη διαδικασία απόκτησης της επιστημονικής γνώσης στον συγκεκριμένο τομέα προκειμένου να κατασκευάσουν τις ειδικές θεωρίες. Έτσι, παράλληλα με την επιλογή θεματικών που στοχεύουν στην αλλαγή της αφελούς θεωρίας των μαθητών και στη διαδικασία μετασχηματισμού της, προτάθηκε ο εμπλουτισμός της εκπαίδευσης των ΦΕ με στοιχεία των επιστημονικών μεθόδων, αλλά και με στοιχεία επιστημολογίας και ιστορίας των ΦΕ. Για παράδειγμα, ως εργαλείο για τον μετασχηματισμό της αφελούς θεωρίας σε επιστημονική, είχε προταθεί η εισαγωγή των μοντέλων στη διδασκαλία (Smith et al., 1992). Για παράδειγμα, η διδασκαλία του ηλιακού συστήματος προτείνεται να επικεντρωθεί στο μοντέλο του εν λόγω συστήματος και στην ιστορική του εξέλιξη, δηλαδή στις διαφορετικές ερμηνείες που δόθηκαν για το ηλιακό σύστημα από την αρχαιότητα έως σήμερα (Millar & Osborne, 1998). Γρήγορα, ωστόσο, έγινε κατανοητό ότι η χρήση των μοντέλων δεν είναι αποτελεσματική εάν πρώτα δε βοηθήσουμε τα παιδιά να κατανοήσουν το πώς συνδέεται το μοντέλο με το υπό διδασκαλία φαινόμενο, δεδομένου ότι το μοντέλο είναι μια αναλογία με το πραγματικό φαινόμενο και όχι το φαινόμενο καθεαυτό (Harrison, 2001). Έτσι, οι σύγχρονες τάσεις στα ΠΣ και τη ΔΦΕ προτείνουν μεταξύ των άλλων τη διαπραγμάτευση εννοιών-κλειδιών, όπως η έννοια του μοντέλου καθώς και τη διδασκαλία στοιχείων για τη φύση και το ρόλο των μοντέλων στις ΦΕ.

Βασικός προσανατολισμός των νέων προτάσεων, χωρίς να εγκαταλείπεται η ιδέα της εποικοδόμησης, είναι ο επιστημονικός (ή/και τεχνολογικός) γραμματισμός (Millar, 2006; Duschl & Grandy, 2008). Στο πλαίσιο του επιστημονικού γραμματισμού δίνεται έμφαση στη διερευνητική μάθηση. Η διερευνητική μάθηση, βέβαια, είχε προταθεί και έξω από αυτό το

πλαίσιο. Διερεύνηση είναι ο τρόπος με τον οποίο δουλεύουν οι επιστήμονες, αλλά και οι δραστηριότητες μέσα από τις οποίες μαθαίνουν οι μαθητές τόσο τις επιστημονικές έννοιες όσο και τις επιστημονικές διαδικασίες (Bybee, 2006). Με άλλα λόγια, η διερεύνηση στην εκπαίδευση έχει δυο εκδοχές. Πρώτον είναι ένα μέσο για τη μάθηση του περιεχομένου των ΦΕ. Δεύτερον, είναι ένας μαθησιακός στόχος, ο οποίος απαιτεί την άσκηση δεξιοτήτων της επιστημονικής διερεύνησης και τον αναστοχασμό για την κατανόηση της φύσης της (Waight & Abd-El-Khalick, 2007). Οι μαθητές μαθαίνουν να εργάζονται όπως και οι επιστήμονες. Μαθαίνουν, δηλαδή, να θέτουν ερωτήματα, να παρατηρούν, να σχεδιάζουν έρευνες, να συλλέγουν πληροφορίες, να αναλύουν και να ερμηνεύουν δεδομένα καθώς και να κατασκευάζουν εξηγήσεις τις οποίες μεταδίδουν – επικοινωνούν στην κοινότητα (επιστημόνων ή μαθητών κατά περίπτωση) (National Research Council, 2000). Οι ικανότητες τις οποίες καλούνται να αναπτύξουν οι μαθητές για μια αποτελεσματική διδασκαλία με βάση τη διερεύνηση είναι οι εξής: (i) Πρώτον, η ικανότητα σχεδιασμού και ερμηνείας πειραμάτων ώστε να συνάγονται συμπεράσματα σε σχέση με το ρόλο μιας μεταβλητής στη συμπεριφορά ενός συστήματος, που είναι βασική διαδικασία των Φ.Ε. (Boudreaux et al., 2008). (ii) Δεύτερον, η μάθηση της χρήσης επιστημονικών μοντέλων ή η κατασκευή και αναθεώρηση μοντέλων και ως εκ τούτου, η κατανόησή μας για τις Φ.Ε. απομακρύνεται από τις υποθετικο-παραγωγικές απόψεις (Chinn & Samarapungavan, 2008), π.χ. καθοδηγούμενο εργαστήριο με δομημένο φύλλο εργασίας. (iii) Τρίτον, η κριτική ανάγνωση και γραφή κειμένων, όπως κάνουν οι επιστήμονες. Οι μαθητές δηλαδή καθοδηγούνται να προετοιμαστούν για τα θέματα που διαπραγματεύονται με διάβασμα επιστημονικών κειμένων, π.χ. εγχειρίδια, διαδίκτυο, ατομικά ή σε ομάδες. Επίσης το «γράψιμο» των αναφορών ή των αποτελεσμάτων των ερευνών τους (Chamberlain & Crane, 2009).

Μια άλλη τάση των προτάσεων για τα νέα ΠΣ-ΦΕ είναι η έμφαση που δίνεται στην εκπαίδευση εκτός σχολικού περιβάλλοντος -ίσως και εκτός Ωρολογίου Προγράμματος, αλλά εντός ΠΣ-, κυρίως στις βόρειες χώρες (Αγγλία, Σκανδιναβία). Η εκπαίδευση αυτή αφορά στις οργανωμένες επισκέψεις σε χώρους τεχνοεπιστήμης, με πριν και μετά φάση (Καριώτογλου, 2004; Κολιόπουλος, 2005; Lavonen et al., 2010), στις οποίες αξιοποιείται η διερεύνηση και τα «εργαλεία» της και συνδυάζονται με θέματα αλλαγής στάσης ως προς το χώρο επίσκεψης, αλλά και με θέματα επαγγελματικού προσανατολισμού των μαθητών (Anderson et al., 2003; Čáp, 2007). Σημαντική πτυχή αυτών των επισκέψεων είναι ότι για την προετοιμασία, υλοποίηση και ανατροφοδότηση απαιτείται η συνέργια και συνεργασία τόσο εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων, π.χ. ΦΕ, Γλώσσας, Τεχνολογίας, όσο και ειδικών από τους χώρους επίσκεψης.

Τέλος, η σύγχρονη ψυχολογική έρευνα που αφορά στην μελέτη του μετασχηματισμού των αρχικών αφελών ιδεών των μαθητών για μια έννοια ή ένα φαινόμενο της φυσικής προς την επιστημονική έχει στραφεί σε αυτό που οι Pintrich, Marx & Boyle (1993) ονόμασαν θερμές πλευρές της εννοιολογικής αλλαγής (hot conceptual change). Τα νέα μοντέλα εννοιολογικής αλλαγής έχουν δώσει έμφαση πέρα από τους γνωστικούς παράγοντες που επηρεάζουν την εννοιολογική κατανόηση και σε συναισθηματικούς, κοινωνικούς/περιβαλλοντικούς παράγοντες και σε παράγοντες κινήτρων. Ειδικότερα, τα νεώτερα μοντέλα για την εννοιολογική κατανόηση έδωσαν έμφαση στα κίνητρα των μαθητών και τις επιστημολογικές τους πεποιθήσεις για την εποικοδόμηση της γνώσης (Pintrich, 1999; Pintrich et al., 1993). Προκειμένου να αναπτυχθεί το ενδιαφέρον και τα κίνητρα των μαθητών, οι ερευνητές πρότειναν μια σειρά από νέες διδακτικές πρακτικές οι οποίες να ενσωματώνουν δράσεις ικανές να δημιουργήσουν ενδιαφέρον και κίνητρα στους μαθητές με βάση τις θεωρίες κινήτρων, όπως η θεωρία του αυτοπροσδιορισμού των Deci & Ryan (2000).

Ο επιστημονικός (ή/και τεχνολογικός) γραμματισμός, όπως περιγράφηκε παραπάνω εξακολουθεί να εστιάζει και στη μάθηση του περιεχομένου, μέσω διερεύνησης. Υπάρχουν

όμως και άλλες τάσεις που τον καθιστούν μια πολυσήμαντη προσέγγιση, με την έννοια ότι η έμφαση μπορεί να δίνεται σε διαφορετική κάθε φορά διάσταση των ΦΕ. Τέτοιες διαστάσεις μπορεί να είναι η ιστορικο-πολιτισμική διάσταση των ΦΕ η οποία δίνει έμφαση στην αξιοποίηση της εξέλιξης των ιδεών στις ΦΕ, η πολιτικο–κοινωνική διάσταση η οποία δίνει έμφαση στον μαθητή και στην εκπαίδευσή του ώστε να μπορεί να κατανοήσει, και να λάβει θέση συνδέοντάς τα με αξίες και να δράσει σε σχέση με τα μεγάλα σύγχρονα προβλήματα όπως είναι τα μεταλλαγμένα τρόφιμα ή η διαχείριση αποβλήτων (Χαλκιά, 2010). Τέλος, προσεγγίσεις οι οποίες επιμένουν στην καθαρά επιστημονική διάσταση των ΦΕ (έννοιες, φαινόμενα, νόμοι, μέθοδοι), που περιγράψαμε αναλυτικά παραπάνω, συνδυάζοντας ενίοτε και κάποιες από τις προηγούμενες διαστάσεις.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε δύο περιπτώσεις εφαρμογής των σύγχρονων τάσεων στη ΔΦΕ, στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Materials Science» (2007–2009). Περιγράφουμε και συζητούμε τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά δύο Διδακτικών-Μαθησιακών Σειρών (ΔΜΣ) αναδεικνύοντας νέες όψεις του μαθησιακού-διδακτικού περιβάλλοντος. Τέλος παρουσιάζουμε επιλεκτικά αποτελέσματα από την εφαρμογή τους.

Το πρόγραμμα "Materials Science"

Το ερευνητικό και αναπτυξιακό Ευρωπαϊκό πρόγραμμα «Materials Science», στα πλαίσια του ευρύτερου προγράμματος Science and Society (FP6), είχε τίτλο «Συνεργασία Πανεπιστημίου – Σχολείου για το σχεδιασμό και εφαρμογή διδακτικών σειρών, υποστηριζόμενων από ΤΠΕ, ερευνητικά τεκμηριωμένων για τις ιδιότητες των υλικών» (University-school partnerships for the design and implementation of research-based ICT-enhanced modules on Material Properties). Συμμετείχαν έξι τοπικές ερευνητικές-εκπαιδευτικές ομάδες από τα Πανεπιστήμια: Κύπρου (συντονισμός), Αριστοτέλειο, Barcelona, Δυτικής Μακεδονίας, Helsinki, Napoli.

Οι στόχοι του προγράμματος ήταν:

- Να αναπτυχθούν ΔΜΣ με τη συνεργασία Πανεπιστημίου – Σχολείου, για μαθητές 10-16 ετών, οι οποίες θα υποστηρίζονται από τις ΤΠΕ και θα αφορούν τη διδασκαλία ιδιοτήτων των υλικών μέσω διερεύνησης.
- Οι μαθητές μετά την υλοποίηση των ΔΜΣ, να αποκτήσουν θετικότερη στάση για τις ΦΕ και την Τεχνολογία, όχι μόνο στα όρια των μαθημάτων της υποχρεωτικής εκπαίδευσης αλλά και παραπέρα, στο μέλλον, για την επιλογή των επαγγελμάτων τους.

Έτσι, παρά τις διαφορές των δύο ΔΜΣ στους γνωστικούς και μαθησιακούς στόχους, είχαν κοινά σημεία αναφορικά με τον συναισθηματικό παράγοντα και φυσικά επιδίωκαν την τροποποίηση της συμπεριφοράς προς την ίδια κατεύθυνση, η οποία αναμένονταν ότι θα είχε αντανάκλαση στον επαγγελματικό τους προσανατολισμό.

Για τη διάκριση των δύο ΔΜΣ θα τις συμβολίζουμε με τους αντίστοιχους δείκτες $ΔΜΣ_1$ και $ΔΜΣ_2$.

$ΔΜΣ_1$: «Η πυκνότητα των υλικών σε φαινόμενα πλεύσης/βύθισης: πειραματικές διαδικασίες και μοντελοποίηση»

Η $ΔΜΣ_1$ σχεδιάστηκε για μαθητές Ε' Δημοτικού, με διάρκεια 10 ώρες: 5 δίωρα μαθήματα, στα οποία εκτελούνται πειράματα τόσο σε λογισμικό όσο και με πραγματικά υλικά. Το γνωστικό της αντικείμενο είναι η πυκνότητα ως ιδιότητα των υλικών, η οποία εισάγεται με το μοντέλο του συνωστισμένου πλήθους, δηλαδή ως ένας κύβος με κουκίδες (Smith et al., 1992; Spyrtou, Zoupidis & Kariotoglou, 2008). Οι μαθητές ασκούνται να προβλέπουν και να ερμηνεύουν την πλεύση/βύθιση (π/β) σύνθετων και απλών σωμάτων με κριτήριο την

πυκνότητά τους: «σε ένα υγρό, τα αραιότερα του υγρού σώματα επιπλέουν και τα πυκνότερα βυθίζονται». Επιπλέον, ασκούνται στην κατανόηση της χρήσης και του ρόλου των μοντέλων στη διδασκαλία (Zoupidis et al., 2010, Zoupidis et al., 2011). Η ΔΜΣ$_1$ εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε σε 53 μαθητές.

ΔΜΣ$_2$: «Ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες - Επίσκεψη στον ΟΤΕ»

Η ΔΜΣ$_2$ αρχικά σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε από την τοπική ερευνητική-εκπαιδευτική ομάδα του Πανεπιστημίου του Ελσίνκι (Lavonen et al., 2010). Στη συνέχεια επανασχεδιάστηκε, τροποποιήθηκε σημαντικά, εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε από την αντίστοιχη τοπική ομάδα στη Φλώρινα, για μαθητές Γ' Γυμνασίου. Η διάρκεια της ΔΜΣ$_2$ είναι 11 διδακτικές ώρες: 4 δίωρα εργαστηριακά μαθήματα στο σχολείο και μια 3-ωρη επίσκεψη στον τεχνικό τμήμα του ΟΤΕ. Επιπλέον, περιλαμβάνει την οργάνωση μιας έκθεσης στο χώρο του σχολείου με παρουσίαση του σχετικού θέματος. Το γνωστικό αντικείμενο της ενότητας είναι οι ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες, όπως ο χαλκός, το πλαστικό και οι ημιαγωγοί. Ακόμη, περιλαμβάνονται η μελέτη της οπτικής ίνας και η συμπεριφορά ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών στοιχείων π.χ. οι αντιστάτες, οι δίοδοι, τα θερμίστορ, οι φωτοαντιστάσεις. Η ΔΜΣ$_2$ εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε σε 27 μαθητές.

Όψεις του μαθησιακού-διδακτικού περιβάλλοντος

Ανάπτυξη εσωτερικών κινήτρων

Παρά τις διαφορές στο περιεχόμενο των δύο ΔΜΣ που αναπτύχθηκαν, κοινό σημείο των δύο ΔΜΣ ήταν η ενσωμάτωση πρακτικών που στόχευαν στην τροποποίηση των στάσεων των μαθητών. Τα κίνητρα συγκαταλέγονται ανάμεσα στους θερμούς (συναισθηματικούς) παράγοντες που επηρεάζουν την εννοιολογική κατανόηση (Pintrich et al., 1993; Pintrich, 1999). Η βασική μας υπόθεση βασίστηκε στη θεωρία του αυτοπροσδιορισμού (Self-Determination Theory) των Deci και Ryan (2004). Θεωρήσαμε ότι η αλλαγή των στάσεων δε θα μπορούσε να προέλθει ανεξάρτητα από την ανάπτυξη εσωτερικών κινήτρων των μαθητών για τις ΦΕ. Τα εσωτερικά κίνητρα επιχειρήθηκε να αναπτυχθούν πάνω σε δύο σχεδιαστικούς πυλώνες: τα ελκυστικά περιβάλλοντα μάθησης (ΕΠΜ) και την ικανοποίηση τριών ψυχολογικών αναγκών.

Ειδικότερα, τα ΕΠΜ, θα δημιουργούσαν ένα καταστασιακό ενδιαφέρον (situational interest). Οι Krapp, Hidi & Renninger (1992) έχουν υποστηρίξει, ότι το ενδιαφέρον, που μπορεί να δημιουργηθεί από ένα αντικείμενο, μπορεί να μετατραπεί σε μια πιο μόνιμη διάθεση προς αυτό, η οποία περιγράφεται ως προσωπικό ενδιαφέρον. Η εκδήλωση καταστασιακού ενδιαφέροντος θεωρείται ως το αρχικό σημείο για την ανάπτυξη κινήτρων (Krapp, 2004). Πάνω στο δεύτερο σχεδιαστικό πυλώνα, αναπτύξαμε μια σειρά από δραστηριότητες, οι οποίες θα μπορούσαν να ικανοποιήσουν τις τρεις βασικές ψυχολογικές ανάγκες: την ανάγκη για αυτονομία, την ανάγκη για επάρκεια και την ανάγκη για σχέσεις με τους άλλους. Η θεωρία του αυτοπροσδιορισμού υποστηρίζει ότι η ικανοποίηση των τριών αυτών αναγκών μπορεί να κινητοποιήσει τα άτομα προς έναν στόχο (Deci & Ryan, 2004). Στη συνέχεια, περιγράφουμε και συζητούμε αντιπροσωπευτικές δραστηριότητες του διδακτικού-μαθησιακού περιβάλλοντος των δύο ΔΜΣ με βάση τους δύο σχεδιαστικούς πυλώνες.

Ελκυστικά περιβάλλοντα μάθησης: αντιπροσωπευτικές δραστηριότητες

Προκειμένου να δημιουργήσουμε ΕΠΜ, αξιοποιήσαμε:

(i) Ένα «ερώτημα-οδηγό» (driving question) ενταγμένο σε ένα σενάριο, για το οποίο οι μαθητές αναζητούσαν απαντήσεις από το πρώτο έως το τελευταίο μάθημα, στην περίπτωση της ΔΜΣ$_1$ (Krajcik, 2001). Το «ερώτημα-οδηγός» αφορούσε ένα πραγματικό γεγονός, τη βύθιση του πλοίου Sea Diamond στη Σαντορίνη, και ουσιαστικά ξεδιπλωνόταν με τη διατύπωση: «Πώς μπορώ να ανελκύσω το Sea Diamond;».

(ii) Την επίσκεψη σε χώρους εκτός σχολείου (Astin et al., 2002). Στη ΔΜΣ2, οι μαθητές επισκέφτηκαν το τεχνικό τμήμα του ΟΤΕ της περιοχής τους. Προετοιμάστηκαν για να θέσουν ερωτήσεις τόσο σε θέματα που αφορούν τη χρήση νέων υλικών και τεχνολογικών προϊόντων στις τηλεπικοινωνίες όσο και σε θέματα που άπτονται του επαγγελματικού τους προσανατολισμού.

(iii) Την υλοποίηση πραγματικών και προσομοιωμένων πειραμάτων, τόσο ποιοτικών ή/και ποσοτικών, παράλληλα με τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στην αναζήτηση πληροφοριών (Mikropoulos et al., 1998; Millar et al., 1999). Συγκεκριμένα, στη ΔΜΣ$_1$, οι μαθητές μελετούν την π/β, εκτελώντας ποιοτικά πειράματα με πραγματικά υλικά, π.χ. λεκάνες, νερό, ξύλινοι κύβοι, βάρκες. Παράλληλα μελετούν την π/β σε εκπαιδευτικό λογισμικό, το οποίο σχεδιάστηκε στα πλαίσια του εν λόγω προγράμματος. Η ΔΜΣ$_2$ περιλαμβάνει ποιοτικές καθώς και ποσοτικές δραστηριότητες, π.χ. οι μαθητές εξετάζουν τις μηχανικές ιδιότητες χάλκινων αντικειμένων, μετρούν την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κλειστό κύκλωμα. Οι ΤΠΕ αξιοποιούνται στην αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο ή στην προβολή διαφανειών από την εκπαιδευτικό, οι οποίες έχουν κυρίως υποστηρικτικό χαρακτήρα στα ευρήματα των μαθητών.

(iv) Την ανάπτυξη δραστηριοτήτων για κριτική ανάγνωση και γραφή πάνω στις ιδιότητες και τη χρήση νέων υλικών και τεχνολογικών προϊόντων (Chamberlain & Crane, 2009). Οι μαθητές δηλαδή αναζητούν πληροφορίες σε έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές π.χ. σε εκλαϊκευμένα επιστημονικά βιβλία που συγκεντρώθηκαν στο σχολείο, σε επιλεγμένες ιστοσελίδες στο διαδίκτυο κ.λπ. Έτσι για παράδειγμα, στη ΔΜΣ$_1$, εκτός από το καουτσούκ, οι μαθητές συγκέντρωσαν πληροφορίες για το ανθρακόνημα και το PVC. Στη ΔΜΣ$_2$, εκτός από το χαλκό και το πλαστικό, μελέτησαν τις ιδιότητες και τους τρόπους χρήσης των οπτικών ινών και των θερμίστορ.

Αυτονομία, επάρκεια, κοινωνικότητα: αντιπροσωπευτικές δραστηριότητες

Προκειμένου να ικανοποιήσουμε αυτές τις τρεις ψυχολογικές ανάγκες, αξιοποιήσαμε την εμπλοκή των μαθητών σε διαφορετικές μορφές και διαφορετικούς βαθμούς πολυπλοκότητας διερευνητικών δραστηριοτήτων (Lee et al., 2006). Συγκεκριμένα:

(i) Στη ΔΜΣ$_1$, προσεγγίζεται η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ), δηλαδή μια συγκεκριμένη διερευνητική μέθοδος, η οποία χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσουμε εάν μια μεταβλητή επηρεάζει τη συμπεριφορά ενός συστήματος ή όχι. Με γνώμονα ότι το δείγμα των μαθητών μας είχε έλλειψη εμπειρίας στη στρατηγική αυτή, αποφασίσαμε να προσεγγίσουμε τη ΣΕΜ με την υποστηρικτική μάθηση (scaffolding) (Taber, 2009), έτσι ώστε να νοιώσουν επαρκείς ότι μπορούν οι ίδιοι να την εφαρμόσουν. Αυτό σημαίνει, ότι η εκπαιδευτικός καθοδήγησε σταδιακά τους μαθητές να εκτελέσουν τα πειράματα με όλο και λιγότερη υποστήριξη (Ζουπίδης κ.α., 2011).

(ii) Οι μαθητές καλούνται να συνεργαστούν ομαδικά για να σχεδιάσουν οι ίδιοι τις πειραματικές δραστηριότητες, δηλαδή να συζητήσουν και να συμφωνήσουν τις ενέργειες που νομίζουν ότι είναι απαραίτητες να διεκπεραιωθούν για την επίτευξη ενός στόχου (αυτονομία, επάρκεια, κοινωνικότητα). Στη ΔΜΣ$_1$, οι μαθητές καλούνται να προτείνουν λύσεις για την ανέλκυση ενός βυθισμένου αγάλματος στο νερό. Στη ΔΜΣ$_2$, προετοιμάζουν αρχικά ο καθένας μόνος του τις ερωτήσεις που θα ήθελε να θέσει στους εργαζόμενους του

ΟΤΕ. Στη συνέχεια, συζητούν και συναποφασίζουν για τη λίστα των ερωτήσεων (αυτονομία ομάδας, κοινωνικότητα).

(iii) Η ΔΜΣ$_2$, αναπτύχθηκε πάνω στη συνεργατική μέθοδο jigsaw (Aronson, 2009; Zakaria & Iksan, 2007) στα πλαίσια της οποίας, οι μαθητές εργάζονται σε δυο είδη ομάδων: την αρχική «ομάδα σύνθεσης» και την «ομάδα ειδίκευσης». Στην τελευταία, ο κάθε μαθητής αναζητά στοιχεία για ένα διαφορετικό θέμα π.χ. την οπτική ίνα. Στη συνέχεια ενημερώνει τα υπόλοιπα μέλη της «ομάδας σύνθεσης», ώστε να είναι προετοιμασμένα να συμμετάσχουν στην τελική συζήτηση με όλη την τάξη. Αυτό σημαίνει, ότι ο κάθε μαθητής στην «ομάδα σύνθεσης» γίνεται «δάσκαλος» του συμμαθητή του (επάρκεια, αυτονομία). Χαρακτηριστικά της μεθόδου αυτής είναι η προώθηση τόσο της ομαδικής, όσο και της ατομικής εργασίας, οι οποίες θα κριθούν ως προς την αποτελεσματικότητά τους στη διάρκεια της σχετικής συζήτησης σε όλη την τάξη (αυτονομία και επάρκεια). Η εναλλαγή των μαθητών σε δύο διαφορετικές ομάδες φαίνεται ότι συμβάλει ουσιαστικά στη βελτίωση των σχέσεων μεταξύ τους (Aronson, 2009).

Συζήτηση

Κρίσιμα ερευνητικά και εκπαιδευτικά ερωτήματα είναι: Τι αξιολογούμε στη διερεύνηση; Με ποιους τρόπους και μεθόδους; Στη βιβλιογραφία υποστηρίζεται ότι πέρα από την εννοιολογική μάθηση, χρειάζεται η αξιολόγηση να επεκτείνεται (i) στη διαδικαστική και επιστημολογική μάθηση, (ii) στο ενδιαφέρον και τα κίνητρα καθώς και στις (iii) στάσεις ως προς τη συγκεκριμένη διδασκαλία, τόσο από την πλευρά των μαθητών όσο και από την πλευρά της εκπαιδευτικού (Bennet et al., 2010). Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητο στην αξιολόγηση της εφαρμογής διερευνητικών περιβαλλόντων μάθησης-διδασκαλίας να χρησιμοποιούνται πολλαπλές τεχνικές, μέθοδοι και εργαλεία. Στα πλαίσια των δύο σχεδιαστικών πυλώνων των ΔΜΣ, (τα ΕΠΜ και η ικανοποίηση των τριών ψυχολογικών αναγκών), συζητάμε στη συνέχεια αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα από την εφαρμογή των δύο ΔΜΣ.

Στις δύο ΔΜΣ, χρησιμοποιήθηκαν ημερολόγια δυο εσωτερικών παρατηρητών (της τοπικής ερευνητικής-εκπαιδευτικής ομάδας έργου), αλλά και δυο εξωτερικών αξιολογητών του προγράμματος (expert panel) για να καταγραφούν η συμμετοχή και η συμπεριφορά των μαθητών καθώς και ο ρόλος των εκπαιδευτικών, στη διάρκεια όλης της ακολουθίας. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις για τη μελέτη των στάσεων και του ενδιαφέροντος των μαθητών ως προς την καινοτομική αυτή προσπάθεια, καθώς και των παραγόντων που έδρασαν θετικά σε αυτό.

Υποθέσαμε, ότι οι δραστηριότητες που σχεδιάσαμε, όσο ελκυστικές και αν ήταν, δε θα ήταν το ίδιο ενδιαφέρουσες και ελκυστικές για όλους τους μαθητές. Διαπιστώσαμε ότι, μαθητές με διαφορετικά κίνητρα (καθόλου κίνητρα, εξωτερικά κίνητρα ή εσωτερικά κίνητρα), πριν από την παρέμβαση ήταν περισσότερο ευαίσθητοι σε κάποιες δραστηριότητες από κάποιες άλλες. Η διαπίστωση αυτή μας οδήγησε στη διατύπωση της υπόθεσης της διαμεσολάβησης των ψυχολογικών αναγκών (psychological needs mediation hypothesis) (Loukomies et al., 2013). Σύμφωνα με αυτήν, μαθητές με διαφορετικές ψυχολογικές ανάγκες στο ίδιο περιβάλλον μάθησης-διδασκαλίας είναι περισσότερο ευαίσθητοι στις δραστηριότητες εκείνες, οι οποίες ικανοποιούν τις τρέχουσες ψυχολογικές τους ανάγκες. Έτσι, για παράδειγμα, μαθητές, οι οποίοι διακατέχονταν από το άγχος των βαθμών και της αδυναμίας τους να απαντήσουν σε ερωτήσεις των εκπαιδευτικών, κινητοποιήθηκαν από το γεγονός, ότι οι ΔΜΣ δεν απαιτούσαν να έχουν αποστηθίσει κάποιες γνώσεις, αλλά να τις ανακαλύψουν μέσα στην τάξη, γεγονός που δε διακύβευε την επάρκειά τους. Οι μαθητές, οι οποίοι ένιωθαν

απομονωμένοι από τους άλλους συμμαθητές τους, κινητοποιήθηκαν από το γεγονός, ότι οι δραστηριότητες απαιτούσαν εργασία σε ομάδες και δημιουργία σχέσεων αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών. Οι μαθητές δε, οι οποίοι είχαν ήδη εσωτερικά κίνητρα για το μάθημα, κινητοποιήθηκαν περισσότερο από την ευκαιρία που είχαν να αυτονομηθούν από τον εκπαιδευτικό μέσα στο πλαίσιο των ΔΜΣ και να αναζητήσουν πληροφορίες και εξηγήσεις για θέματα που είχαν ένα πιο προσωπικό ενδιαφέρον για τα ίδια. Με άλλα λόγια, η προσφορά μιας ποικιλίας δραστηριοτήτων στους μαθητές από τον εκπαιδευτικό, άγγιξε τον καθένα προσωπικά και τον κινητοποίησε να εντρυφήσει περισσότερο στο θέμα που τον ενδιέφερε. Εκτιμούμε ότι αυτό το χαρακτηριστικό των ΔΜΣ ήταν σημαντική παράμετρος, η οποία και οδήγησε στα επιθυμητά αποτελέσματα.

Παράλληλα, η ανάλυση των φύλλων εργασίας των μαθητών και βιντεοσκοπημένων επεισοδίων των μαθημάτων στη $ΔΜΣ_2$, αναδεικνύει τις δυσκολίες που παρουσιάζουν οι μαθητές να διατυπώσουν ερωτήσεις που πρόκειται να απευθύνουν στους εργαζόμενους του ΟΤΕ (Σπύρτου, Ζουπίδης & Καριώτογλου, 2011). Ενώ από το χάρτη εννοιών, το ερωτηματολόγιο και τη συνέντευξη διαπιστώθηκε η απόκτηση γνώσεων: (i) για τα υλικά και την ηλεκτρική τους αγωγιμότητα, που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες και (ii) για τις ειδικότητες των επαγγελμάτων στο ΟΤΕ (Φακάζη, 2010). Στην περίπτωση της $ΔΜΣ_1$, από τη μια διαπιστώθηκε η κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ και από την άλλη παρουσιάστηκαν δυσκολίες να αποκτήσουν επίγνωση οι μαθητές στη τι σημαίνει «βγάζω ένα συμπέρασμα» (Ζουπίδης κ.α., 2011).

Επίλογος

Στην εργασία αυτή συζητήσαμε τις τάσεις για τα ΠΣ-ΦΕ με αιχμή τη διερεύνηση και τις επισκέψεις σε χώρους Επιστήμης και Τεχνολογίας, όπως φαίνονται στη βιβλιογραφία. Στη συνέχεια, παρουσιάσαμε σύντομα μια εφαρμογή, στα πλαίσια του προγράμματος "Materials Science" που μας έδειξε ότι οι καινοτομίες, που στηρίζονται σε ΕΠΜ και την επιδίωξη κάλυψης των βασικών ψυχολογικών αναγκών των μαθητών, και «τρέχουν» και έχουν θετικά αποτελέσματα. Γεννάται λοιπόν ένα κρίσιμο ερώτημα: Μπορούν να εφαρμοσθούν τέτοιες καινοτομίες στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα της υποχρεωτικής εκπαίδευσης; Μπορούμε, ως χώρα, να ακολουθήσουμε τέτοιες αλλαγές; Ποιες είναι οι προϋποθέσεις – προαπαιτούμενα γι' αυτό;

Τέσσερις κατηγορίες παραγόντων φαίνεται να επηρεάζουν την ανάπτυξη και εφαρμογή καινοτομικών ΠΣ: θεσμικοί, που εκφράζουν έμμεσα τη βούληση της κοινωνίας, εκπαιδευτικοί, που εκφράζουν τις προϋποθέσεις της εφαρμογής σε ανθρώπινο δυναμικό, υλικοί και επιστημολογικοί που αφορούν τις επιλογές περιεχομένου και φιλοσοφίας που θα προταθεί στα νέα ΠΣ-ΦΕ. Η κοινωνία φαίνεται να επιθυμεί τέτοια αλλαγή αφού είναι κοινή διαπίστωση ότι απαιτείται ριζική αλλαγή στα εκπαιδευτικά πράγματα, την οποία φαίνεται να συμμερίζεται η πολιτεία με τις αλλαγές που προ-αναγγέλλει (ΥΠΔΒΜΘ, 2011). Η επιστημολογική προϋπόθεση αφορά το επιστημονικό δυναμικό που θα υλοποιήσει αυτές τις αλλαγές. Η κοινότητά μας (ΔΦΕ), δυναμική, παραγωγική και ενταγμένη στην ευρύτερη Ευρωπαϊκή κοινότητα μας πείθει ότι μπορεί να ανταποκριθεί σε μια τέτοια πρόκληση. Ο τρίτος παράγοντας, εκπαιδευτικός, συγκεντρώνει τις μεγαλύτερες δυσκολίες, επειδή περιλαμβάνει το έμψυχο δυναμικό δηλαδή τους εκπαιδευτικούς, αλλά και τους γονείς. Το ίδιο ισχύει και για τις απαραίτητες υλικές προϋποθέσεις υλοποίησης, που είναι οι υποδομές και τα διδακτικά υλικά. Αρνητικά στοιχεία σ' αυτή την περίπτωση αποτελούν η εκπαιδευτική παράδοση της χώρας, οι ελλιπείς υποδομές και η τρέχουσα οικονομική δυσπραγία.

Πριν επιμορφωθούν οι εκπαιδευτικοί στις νέες απαιτήσεις χρειάζεται να πεισθούν για την αναγκαιότητά τους. Η επιμόρφωση είναι απαραίτητο να αποφύγει συνταγές του παρελθόντος με από καθέδρας διαλέξεις και να ακολουθήσει συμμετοχικές και σχεδιαστικές διαδικασίες αντιμετώπισης συγκεκριμένων διδακτικών προβλημάτων, σε συμφωνία με τα σύγχρονα ρεύματα της εκπαίδευσης εκπαιδευτικών (NRC, 2000; Science Education NOW, 2007). Ανάλογη διαδικασία ενημέρωσης πρέπει να ακολουθηθεί και με τους γονείς, οι οποίοι υφίστανται μεγάλο μέρος των δυσλειτουργιών της εκπαίδευσης. Τέλος, το θέμα των υποδομών είναι τεράστιο, μακρόχρονο και δαπανηρό. Δεν μπορείς να κάνεις διερευνήσεις σε τάξεις με μετωπική διδασκαλία και 30 μαθητές ή με ένα εκπαιδευτικό, χωρίς υπολογιστές με γρήγορο ίντερνετ, χωρίς υποστηρικτικό υλικό π.χ. λογισμικά ή φύλλα εργασίας. Ας ελπίσουμε ότι στα πλαίσια των αλλαγών που έρχονται θα λυθούν κάποια από τα σοβαρά αυτά προβλήματα της εκπαίδευσης.

Αναφορές

Anderson, P. D., Lucas, K., & Ginns, I. (2003). Theoretical perspectives on learning in an informal setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 177-199.

Aronson, E. (2009). *The jigsaw classroom*. Retrieved November 10 2011, from http://www.jigsaw.org/steps.htm.

Astin, C., Fischer, N., & Taylor, B. (2002). Finding physics in the real world: how to teach physics effectively with visits. *Physics Education*, 37(1), 18-24.

Bennet, J., Hogarth, S., Lubben, F., Campbell, B., & Robinson, A. (2010). Talking Science: The research evidence on the use of small group discussions in science teaching. *International Journal of Science Education*, 32(1), 69-95.

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project – Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(314), 369-388.

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.

Bybee, R. W. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L.B. Flick & N. G. Lederman (eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 1-12). The Netherlands: Springer.

Čáp, I. (2007). Non-formal science teaching and learning. In R. Pinto & D. Couso (eds.), *Contributions from Science Education Research* (pp. 263-273). The Netherlands: Springer.

Chamberlain, K., & Crane, C., (2009). *Reading, writing & inquiry in the science classroom*. California: Corwin Press.

Chinn, A. C., & Samarapungavan, A. (2008). Learning to use scientific models: Multiple dimensions of conceptual change. In R. A. Duschl & R. E. Grandy (eds.), *Teaching Scientific Inquiry* (pp. 191-225). The Netherlands: Sense Publishers.

Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*, 227-268.

Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2004). *Handbook of self-determination research*. Rochester, NY: The University of Rochester Press.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1998). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Dolan, E., & Grady, J. (2010). Recognizing students' scientific reasoning: a tool for categorizing complexity of reasoning during teaching by inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 21, 31-55.

Duschl, R., & Grandy, R. (2008). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Framing the debates. In R. Duschl & R. Grandy (eds.), *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp. 1-37). The Netherlands, Rotterdam: Sense Publishers.

Georhgiades, P. (2000). Beyond conceptual change learning in science education: focusing on transfer, durability and metacognition. *Educational Research*, 42(2), 119-139.

Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students. *Research in Science Education,* 31, 401-435.

Hodson, D., & Prophet, R. B. (1986). Why the science curriculum changes: Evolution or social control?. In J. Brown, A. Cooper, T. Horton, F. Toates & D. Zeldin (eds.), *Science in Schools* (pp. 163-180). Philadelphia: Open University Press.

Kariotogloy, P., Koumaras, P., & Psillos, D. (1993). A constructivist approach for teaching fluid phenomena. *Physics Education*, 28, 164-169.

Koliopoulos, D., & Ravanis, K. (2001). Didactic implications resulting from students' ideas about energy: an approach to mechanical, thermal and electrical phenomena. *Themes in Education*, 2(2-3), 161-173.

Krajcik, J. (2001). Supporting science learning in content: project-based learning. In R. Tinker & J. Krajck (eds.), *Portable technologies: science learning in context* (pp. 7-28). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Krapp, A. (2002). An educational-psychological theory of interest and its relation to SDT. In E. L. Deci & R. M. Ryan (eds.), *Handbook of Self-determination Research* (pp. 2004). Rochester, NY: The University of Rochester Press.

Lavonen, J., Laherto, A., Loukomies, A., Juuti, K., Kim, M., & Meisalo, V. (2010). Enhancing scientific literacy through the industry site visit. In S. Rodrigues (ed.), *Multiple Literacy and Science Education: ICTs in Formal and Informal Learning Environments* (pp. 225-239). USA: IGI Global.

Lefkos, I., Psillos, D., & Hatzikraniotis, E. (2005). Integrating ICT tools in a laboratory teaching sequence of thermal phenomena. In Z. C. Zacharia & C. P. Constantinou (eds.), *Proceedings of 7th International Conference on Computer Based Learning in Science (CBLIS)* (pp. 450-460). Retrieved 27 November 2011, from http://cblis.utc.sk.

Lee, O., Buxton, C., Lewis, S., & LeRoy, K. (2006). Science inquiry and students diversity: enhanced abilities and continuing difficulties after an instructional intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 607-636.

Loukomies, A., Pnevmatikos, D., Lavonen, J., Spyrtou, A., Byman, R., Kariotoglou, P. & Juuti, K., (2013). Promoting students' interest and motivation towards science learning: The role of personal needs and motivation orientations. *Research in Science Education*, (to be published).

Mikropoulos, T. A., Chalkidis, A., Katsikis, A., & Emvalotis, A. (1998). Students' attitudes towards educational virtual environments. *Education and Information Technologies*, 3, 137-148.

Millar, R. (1989). Constructive criticisms. *International Journal of Science Education*, 11, 83-94.

Millar, R., & Osborn, J. (1998). *Science beyond 2000*. London: King's College, School of Education.

Millar, R., Le Maréschal, J., & Tiberghien, A. (1999). 'Mapping' the domain varieties of practical work. In J. Leach & A. C. Paulsen (eds.), *Practical Work in Science Education* (pp. 33-51). Denmark: Roskilde University Press.

Millar, R. (2006). Twenty first century science: insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington DC: National Academy Press.

Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about current. *Research in Science and Technological Education*, 1, 73-82.

Unesco 2000+. Retrieved 27 November 2011, from http://www.unesco.org/education/educprog/ste/projects/2000/index_2000.htm.

Piaget, J. (1971). The theory of stages in cognitive development. In D. R. Green, M. P. Ford & G. B. Flamer (eds.), *Measurement and Piaget* (pp. 1-11). New York: McGraw-Hill.

Project 2061 (2011). Retrieved 27 November 2011, from http://www.project2061.org.

Solomon, J. (1982). How children learn about energy or does the first law coma first?. *School Science Review*, March, 415-422.

Science Education NOW (2007). Retrieved 27 November 2011, from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

Spyrtou, A., Zoupidis, A., & Kariotoglou, P. (2008). The design and development of an ICT- Enhanced Module concerning density as a property of materials applied in floating-sinking phenomena. In C. P. Constantinou & N. Papadouris (eds.), *GIREP International Conference, Physics Curriculum Design, Development and Validation* (pp. 391-407). Retrieved 27 November 2011, from http://lsg.ucy.ac.cy/girep2008/papers/THE%20DESIGN%20AND%20DEVELOPMENT%20OF%20AN%20ICT-ENHANCED.pdf.

Waight, N., & Abd-El-Khalick, F. (2007). The impact of technology on the enactment of ''inquiry'' in a technology enthusiast's sixth grade science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 154-182.

Zakaria, E., & Iksran, Z. (2007). Promoting cooperative learning in science and mathematics education: a malaysian perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(1), 35-39.

Zoupidis, A., Pnevmatikos, D., Spyrtou, A., & Kariotoglou, P. (2010). The gradual approach of the nature and role of models as means to enhance 5th grade students' epistemological awareness. In G. Cakmakci & M.F. Tasar (eds.), *Contemporary science education research: learning and assessment* (pp. 415-423). Ankara, Turkey: Pegem Akademi.

Zoupidis, A., Pnevmatikos, D., Spyrtou, A., & Kariotoglou, P. (2011). Causal relational reasoning of 5th graders using density in explaining floating-sinking phenomena. In C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (eds.), *E-book Proceedings of the ESERA 2011 Conference, Science learning and citizenship* (pp. 104-109). Lyon, France: Université de Lyon. Retrieved 27 November 2011, from http://lsg.ucy.ac.cy/esera/e_book/base/index.html.

Ζουπίδης, Α., Σπύρτου, Α., Μαλανδράκης, Γ., & Καριώτογλου, Π. (2011). Μια Διδακτική Μαθησιακή Σειρά για την εισαγωγή στοιχείων της διερευνητικής μεθόδου καθώς και της πυκνότητας ως ιδιότητας των υλικών, στα φαινόμενα πλεύσης και βύθισης: η διαδικασία βελτίωσης της σειράς. Στο Γ. Παπαγεωργίου & Γ. Κουντουριώτης (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες* (σ. 151–158). Ανακτήθηκε στις 8 Αυγούστου 2011, από http://www.7sefepet.gr.

Καριώτογλου, Π. Π., Κορομπίλης, Κ., & Κουμαράς, Π. (1997). Εξακολουθούν να είναι επίκαιρες οι ανακαλυπτικές μέθοδοι διδασκαλίας; *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 92, 52-61.

Καριώτογλου, Π., & Τσελφές, Β., (2000). Αναλυτικά Προγράμματα Φυσικών Επιστημών: Επιστημολογική, Διδακτική και Θεσμική Προσέγγιση. Στο Δ. Κολιόπουλος (επιμ.), *Επιθεώρησης Φυσικής, Αφιέρωμα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (σ. 19-28) Αθήνα: ΕΕΦ.

Καριώτογλου, Π., (2004). Εκπαίδευση σε Επιστημονικά και Τεχνολογικά Μουσεία: Οργάνωση Προγραμμάτων. *Θέματα στην Εκπαίδευση*, 4(2-3), 169-182.

Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Γράφημα.

Κολιόπουλος, Δ. (2005). *Η διδακτική προσέγγιση του Μουσείου Φυσικών Επιστημών*, Αθήνα: Μεταίχμιο.

Κολιούλης, Δ., & Τσαπαρλής, Γ. (2005). Χημεία Β' γυμνασίου, με έμφαση στη μακροσκοπική- εποικοδομητική προσέγγιση και στη νοηματική εισαγωγή των εννοιών του μορίου και του ατόμου – Διδακτικό βιβλίο και προκαταρκτική αξιολόγησή του από εκπαιδευτικούς. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος & Γ. Τσαπαρλής (επιμ.), *Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών και Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου* (σ. 680-689). Ανακτήθηκε στις 20/11/2011, από http://www.kodipheet.gr/fifth_conf/pdf_synedriou/teyxos_B/3_didakt_didask_xhm/4_XHM-4telikiF.pdf.

Σπύρτου, Α., Ζουπίδης, Α., & Καριώτογλου, Π. (2011). Μελέτη της εφαρμοσιμότητας μιας διερευνητικής διδακτικής παρέμβασης για την οργάνωση επισκέψεων σε χώρους Τεχνοεπιστήμης. Στο Γ.Παπαγεωργίου & Γ. Κουντουριώτης (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες* (σ. 525-532). Ανακτήθηκε στις 8/8/2011, από http://www.7sefepet.gr.

Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων. *Νέο Σχολείο*. Ανακτήθηκε στις 5 Οκτωβρίου 2011, από http://www.minedu.gov.gr/apo-to-simera-sto-neo-sxoleio-me-prota-ton-mathiti.html.

Φακάζη, Ε. (2010). *Οργάνωση μαθητικών επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας, με στόχο την ανάπτυξη του ενδιαφέροντος και των κινήτρων: στοιχεία αξιολόγησης μιας επίσκεψης στον ΟΤΕ*. Αδημοσίευτη μεταπτυχιακή εργασία. Φλώρινα: ΠΤΝ, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

Χαλκιά, Κ. (2010). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Πατάκης.

Αναφορά στο άρθρο ως: Καριώτογλου, Π. 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