

Παράγοντες που καθορίζουν τις στάσεις των καθηγητών Φυσικών Επιστημών για τις ΤΠΕ στη διδασκαλία τους

Αθανάσιος Τζιμογιάννης¹, Αναστασία Σιόρεντα²

¹ Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
ajimoyia@uop.gr,

² Εκπαιδευτικός, asiorenta@yahoo.gr

Περίληψη. Στην εργασία αυτή γίνεται μια κριτική επισκόπηση των παραγόντων που καθορίζουν τις στάσεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ΦΕ για το ρόλο των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη διδασκαλία του αντικειμένου τους. Αναδεικνύεται η συσχέτιση των αντιλήψεων για τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση με τις ευρύτερες παιδαγωγικές αντιλήψεις και φιλοσοφίες των καθηγητών σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Φαίνεται ότι η μετωπική διδασκαλία παραμένει κυρίαρχη ενώ η χρήση εργαλείων των ΤΠΕ περιορίζεται στην υποστήριξη της παραδοσιακής διδασκαλίας των ΦΕ. Τέλος, η εργασία διαπραγματεύεται την αναγκαιότητα διαμόρφωσης ενός νέου πλαισίου διδασκαλίας των ΦΕ στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Προγράμματα Σπουδών, διδακτικές προσεγγίσεις και εκπαιδευτικά μέσα), το οποίο θα αξιοποιεί τις ΤΠΕ ως εργαλείο μελέτης, έρευνας και μάθησης.

Εισαγωγή

Είναι ευρύτατα αποδεκτό ότι οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων ετών και η διάδοση των ΤΠΕ έχουν άμεση επίδραση στην εκπαίδευση και αλλάζουν τη δομή, το περιεχόμενο, τους στόχους και όλες τις πτυχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η αξιοποίηση των παιδαγωγικών χαρακτηριστικών των ΤΠΕ προσφέρει δυνατότητες ριζικών αλλαγών στο πλαίσιο διδασκαλίας και μάθησης, με πιο σημαντική τη δυνατότητα μετακίνησης από το δασκαλοκεντρικό σύστημα διδασκαλίας σε ανοικτά περιβάλλοντα, τα οποία ευνοούν την ενεργητική, αλληλεπιδραστική και συνεργατική μάθηση για όλους τους μαθητές.

Οι Ευρωπαϊκές και οι εθνικές πολιτικές που διαμορφώθηκαν την τελευταία δεκαετία θεωρούν την ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση ως σημαντική προτεραιότητα (European Commission 2002). Στο πλαίσιο αυτό έχουν σχεδιαστεί και υλοποιηθεί στη χώρα μας πολλές πρωτοβουλίες με στόχο την ένταξη των ΤΠΕ στο εκπαιδευτικό μας σύστημα (Οδύσσεια, Κοινωνία της Πληροφορίας). Τα προγράμματα αυτά είχαν ως στόχο την ανάπτυξη υλικοτεχνικών και υποστηρικτικών υποδομών στα σχολεία, την παραγωγή τίτλων εκπαιδευτικού λογισμικού και την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, ώστε να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τις ΤΠΕ στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική. Παρότι έχει επιμορφωθεί η πλειονότητα των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, τα σχολεία διαθέτουν υπολογιστές, σύνδεση με το Διαδίκτυο, τίτλους εκπαιδευτικού λογισμικού και άλλες υποδομές, πολύ λίγοι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν συστηματικά τις ΤΠΕ στη διδασκαλία τους (Τζιμογιάννης & Κόμης 2006).

Η εργασία αυτή διαπραγματεύεται τις αντιλήψεις και τις απόψεις που έχουν οι εκπαιδευτικοί των ΦΕ για το ρόλο των ΤΠΕ στη διδασκαλία του αντικειμένου τους. Έχει ως αφετηρία την παραδοχή ότι το παιδαγωγικό πλαίσιο διδασκαλίας προσδιορίζει, σε μεγάλο βαθμό, τους παράγοντες που εμπλέκονται στην εφαρμογή των ΤΠΕ ως εργαλείο μάθησης

(Jimoyiannis & Komis 2006). Αναλύονται οι παράγοντες (ατομικοί, σχολικοί και παιδαγωγικοί) που διευκολύνουν ή συνιστούν εμπόδιο για τους εκπαιδευτικούς των ΦΕ, ώστε να εντάξουν τα εργαλεία των ΤΠΕ στην καθημερινή τους πρακτική. Τέλος, προτείνεται ένα πλαίσιο συσχέτισης των παραγόντων που καθορίζουν την αποδοχή των ΤΠΕ από τους εκπαιδευτικούς της πράξης, με απώτερο στόχο τη διαμόρφωση ενός παιδαγωγικού πλαισίου για την ουσιαστική ένταξη των ΤΠΕ στη διδασκαλία των ΦΕ στα ελληνικά σχολεία.

Το πλαίσιο μελέτης

Έχει υποστηριχτεί ότι, πολλές προσπάθειες στο παρελθόν για την εισαγωγή καινοτομικών προσεγγίσεων στη διδασκαλία των ΦΕ έχουν αποτύχει επειδή δεν ελήφθησαν υπόψη ή δεν ήταν δυνατό να εκτιμηθούν οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις και οι στάσεις των εκπαιδευτικών (Haney et al. 1996, van Driel et al. 2001). Ο Cuban (1990) αναφέρει ότι οι εκπαιδευτικές αλλαγές επιστρέφουν ξανά και ξανά, επειδή η διοίκηση και αυτοί που σχεδιάζουν παραγνωρίζουν ένα σημαντικό παράγοντα για την υλοποίησή τους, που είναι οι ατομικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πράξης.

Σύμφωνα με Rajares (1992) οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν *περίπλοκα σύνολα αντιλήψεων (clusters of beliefs)* και διαμορφώνουν *στάσεις (attitudes)* γύρω από κάθε διδακτικό ζήτημα ή κατάσταση. Οι στάσεις αυτές διαμορφώνουν σχέδια δράσης, τα οποία καθορίζουν το καθημερινό πλαίσιο των εκπαιδευτικών ενεργειών, αποφάσεων και συμπεριφορών στην τάξη. Κατά συνέπεια, οι παιδαγωγικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αποτελούν ισχυρές ενδείξεις των παιδαγωγικών σχεδιασμών, των διδακτικών επιλογών και των πρακτικών τους στην τάξη. Αναμένουμε να έχουν καθοριστική επίδραση στην ετοιμότητά τους να αποδεχθούν και να ενσωματώσουν νέες διδακτικές προσεγγίσεις στη σχολική πρακτική και να επηρεάζουν τους τρόπους και τις μεθοδολογίες χρήσης των ΤΠΕ στο έργο τους.

Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι η μελέτη των στάσεων και των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση αποτελούν ένα ανοιχτό ερευνητικό ζήτημα (Liu & Huang 2005, Ruthven et al. 2004, Sugar et al. 2004). Παρότι οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν ότι οι ΤΠΕ αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για την εκπαίδευση και επιθυμούν να αποκτήσουν τις σχετικές τεχνικές δεξιότητες, είναι λιγότερο θετικοί για την εκτεταμένη χρήση τους στην τάξη και ακόμη λιγότερο πεπεισμένοι για τις δυνατότητές τους να βελτιώσουν τη διδασκαλία (Russel et al. 2003, Ruthven et al. 2004).

Οι περισσότεροι από τους εκπαιδευτικούς με θετικές στάσεις για τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση χρησιμοποιούν, τελικά, τα διάφορα εργαλεία για συμπληρωματικές εργασίες της παραδοσιακής διδασκαλίας, όπως επεξεργασία κειμένου (σημειώσεις, φυλλάδια, διαγωνίσματα κ.λπ.) ή αναζήτηση πληροφοριών στο Διαδίκτυο (Russel et al. 2003, Waite 2004, Jimoyiannis & Komis 2006), ενώ πολλοί λίγοι χρησιμοποιούν οργανωμένα τους υπολογιστές ως εκπαιδευτικό και μαθησιακό εργαλείο. Ανάλογες μελέτες στη χώρα μας δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν, εν γένει, θετικές στάσεις σχετικά με τις ΤΠΕ αλλά είναι επιφυλακτικοί και αναγνωρίζουν δυσκολίες στην εφαρμογή των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πρακτική (Τζιμογιάννης & Κόμης 2004, 2006).

Η επιλογή των καθηγητών ΦΕ έγινε για τρεις, κατά βάση, λόγους:

1. Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν πολλές μελέτες που να αναλύουν πώς και γιατί η εκπαιδευτική κουλτούρα κάθε αντικειμένου επηρεάζει διαφορετικά τη χρήση και τις στάσεις των εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ (Becker et al. 2001). Ανεξάρτητες έρευνες δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί των ΦΕ χρησιμοποιούν πιο συχνά τις ΤΠΕ, κυρίως, για την υποστήριξη της παραδοσιακής διδασκαλίας τους, ενώ είναι περισσότερο θετικοί για τις εκπαιδευτικές δυνατότητες των ΤΠΕ σε σχέση με άλλες ειδικότητες (Henessey et al. 2005, Jimoyiannis & Komis 2006).

2. Οι εκπαιδευτικοί των ΦΕ έχουν σήμερα στη διάθεσή τους πολλά δυναμικά εργαλεία των ΤΠΕ που προσφέρουν νέες δυνατότητες στη διδασκαλία και στη μάθηση. Για παράδειγμα, εργαλεία όπως οι προσομοιώσεις και τα περιβάλλοντα μοντελοποίησης μπορούν

να ενισχύσουν, τόσο την πρακτική όσο και τις θεωρητικές πτυχές της μάθησης, προσομοιώνοντας φαινόμενα και καταστάσεις του φυσικού κόσμου, παρέχοντας πολλαπλές αναπαραστάσεις των εννοιών, καθώς και δυνατότητες ενεργητικής συμμετοχής και αλληλεπίδρασης των μαθητών με τη γνώση.

3. Στο χώρο της έρευνας και της εφαρμογής των ΦΕ, οι ΤΠΕ έχουν αλλάξει ριζικά τους τρόπους και τις μεθοδολογίες επίλυσης των διαφόρων προβλημάτων. Κατά συνέπεια, έχει ενδιαφέρον να διερευνήσουμε γιατί η χρήση και η διάχυση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση των ΦΕ, τόσο σε ποσοτικό όσο και σε ποιοτικό επίπεδο, είναι περιορισμένη.

Η παρούσα εργασία στοχεύει να αναδείξει τους παράγοντες που καθορίζουν το πώς οι εκπαιδευτικοί των ΦΕ προσεγγίζουν τις ΤΠΕ, και πώς η σχολική επιστήμη θα μπορούσε να διαμορφώσει νέα χαρακτηριστικά που θα αξιοποιούν τις ΤΠΕ ως εργαλείο μελέτης, έρευνας και μάθησης. Αποτελεί μια παραπέρα ανάλυση των ποιοτικών στοιχείων που αναδύονται από τα ερευνητικά δεδομένα δύο ανεξάρτητων μελετών που διεξήχθησαν στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του νομού Ιωαννίνων (Τζιμογιάννης & Κόμης 2006, Σιόρεντα 2005). Η πρώτη έρευνα έγινε κατά το σχολικό έτος 2002-2003, αμέσως μετά την ολοκλήρωση του Προγράμματος *''Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών στην Αξιοποίηση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση''*. Σε αυτή συμμετείχαν 75 καθηγητές ΦΕ (49 άνδρες και 26 γυναίκες). Η δεύτερη έγινε κατά το σχολικό έτος 2004-2005 και συμμετείχαν 53 καθηγητές φυσικής (41 άνδρες και 12 γυναίκες).

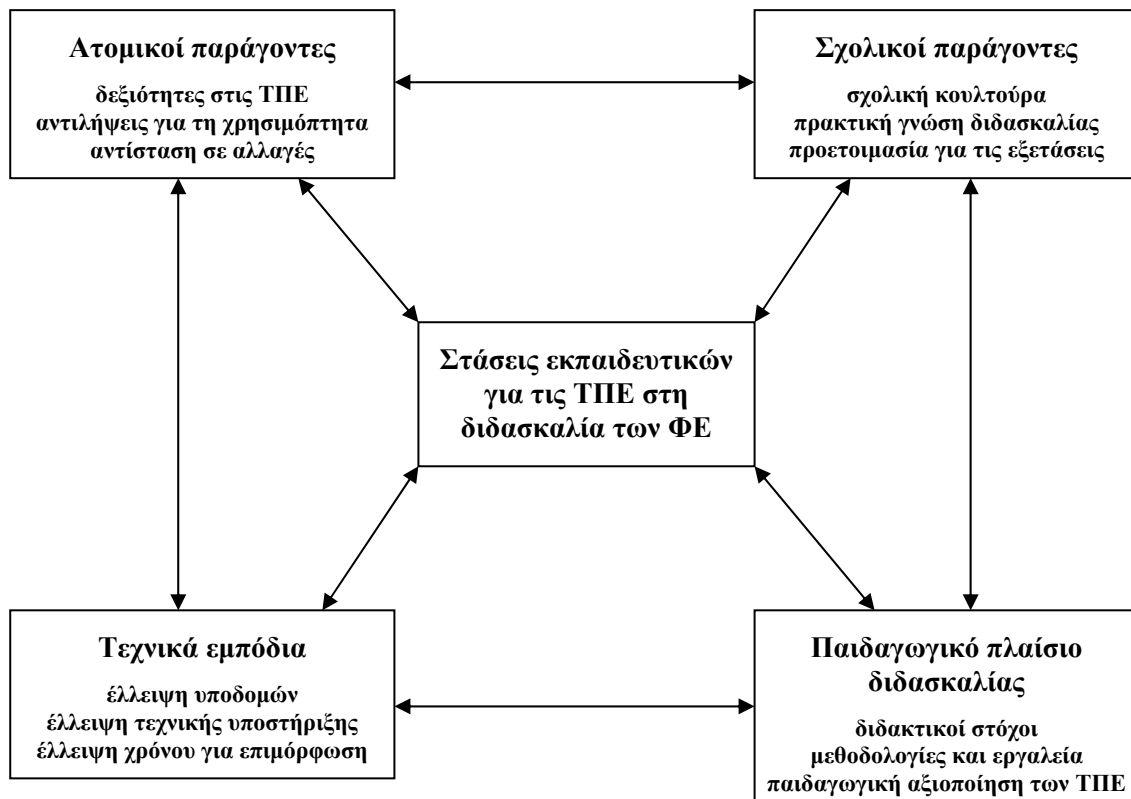
Παράγοντες που καθορίζουν τις στάσεις των εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ στη διδασκαλία των ΦΕ

Έχοντας μελετήσει συστηματικά τα τελευταία χρόνια τις στάσεις και τις αντιλήψεις που έχουν οι εκπαιδευτικοί για τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση (Εμβλωτής & Τζιμογιάννης 1999, Τζιμογιάννης & Κόμης 2004, 2006), διαπιστώνουμε ότι η ουσιαστική ένταξη των ΤΠΕ στο ελληνικό σχολείο απαιτεί χρόνο, πολλές προσπάθειες και δεν αποτελεί την αυτονόητη συνέπεια αποφάσεων της διοίκησης ή των σχετικών χρηματοδοτήσεων από την πολιτεία. Παρά τα σημαντικά κεφάλαια που έχουν επενδυθεί την τελευταία δεκαετία στη χώρα μας, φαίνεται ότι η έλλειψη ενός ρεαλιστικού πλαισίου *παιδαγωγικής αναφοράς* των ΤΠΕ στο Πρόγραμμα Σπουδών και υποστήριξης-καθοδήγησης των εκπαιδευτικών της πράξης συνιστά μια πραγματικότητα, η οποία δεν ευνοεί την ουσιαστική ένταξη των ΤΠΕ στα σχολεία.

Η αποδοχή και ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πρακτική συνιστά ένα πολύπλοκο εγχείρημα, το οποίο επηρεάζεται από το κοινωνικο-εκπαιδευτικό πλαίσιο στο οποίο κινούνται και δρουν οι εκπαιδευτικοί. Η πρόσκτηση τεχνικών δεξιοτήτων από τους εκπαιδευτικούς δεν εξασφαλίζει την αποδοχή και την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στη σχολική κουλτούρα (Τζιμογιάννης & Κόμης 2006). Η διαμόρφωση των στάσεων των εκπαιδευτικών για το ρόλο των ΤΠΕ στη διδασκαλία τους καθορίζεται από πολλούς αλληλοεξαρτώμενους παράγοντες. Η εργασία αυτή προτείνει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο αποδοχής των ΤΠΕ από τους εκπαιδευτικούς και των συσχετίσεων μεταξύ των διαφόρων παραγόντων, το οποίο διαρθρώνεται σε τέσσερις άξονες (Σχήμα 1 και Παράρτημα 1): *ατομικοί παράγοντες, τεχνικά εμπόδια, σχολικοί παράγοντες και παιδαγωγικοί παράγοντες*.

Ατομικοί παράγοντες

Οι παράγοντες αυτοί καθορίζονται από ατομικά χαρακτηριστικά και επιλογές που διαμορφώνουν το προφίλ των εκπαιδευτικών, όπως είναι το επίπεδο δεξιοτήτων χρήσης των ΤΠΕ, η κατοχή προσωπικού υπολογιστή και η ύπαρξη (ή μη) κατάλληλης επιμόρφωσης. Εν γένει, οι καθηγητές που διαθέτουν προσωπικό Η/Υ, έχουν επιμορφωθεί και χρησιμοποιούν συχνά υπολογιστές είναι περισσότερο θετικοί για το ρόλο των ΤΠΕ στην εκπαίδευση.



Σχήμα 1: Παράγοντες αποδοχής των ΤΠΕ από τους εκπαιδευτικούς

Διαπιστώνεται μία αυξανόμενη τάση ενασχόλησης των εκπαιδευτικών ΦΕ με τις ΤΠΕ. Περίπου 8 στους 10 καθηγητές ΦΕ διαθέτουν προσωπικό υπολογιστή (Σιόρεντα & Κοέν 2006, Τζιμογιάννης & Κόμης 2006) ενώ 6 στους 10 χρησιμοποιούν συχνά εργαλεία των ΤΠΕ για την προετοιμασία και την υποστήριξη της συμβατικής διδασκαλίας τους (φυλλάδια, διαγωνίσματα, άντληση πληροφοριών από το Διαδίκτυο), επιβεβαιώνοντας τα ευρήματα ερευνών σε άλλες χώρες (π.χ. Russel et al. 2003, Waite 2004).

Η διδακτική εμπειρία αποτελεί έναν, επίσης, σημαντικό παράγοντα. Εν γένει, οι εκπαιδευτικοί που βρίσκονται στο μέσο της καριέρας τους είναι περισσότερο θετικοί για την εφαρμογή των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αντίθετα, οι καθηγητές που έχουν μικρότερη διδακτική εμπειρία είναι λιγότερο θετικοί, ενώ οι εκπαιδευτικοί που βρίσκονται προς τη δύση της καριέρας τους είναι ουδέτεροι ή αρνητικοί. Οι περισσότεροι από τους εκπαιδευτικούς ΦΕ που μελετήθηκαν δεν εμφανίζονται πρόθυμοι να κάνουν ουσιαστικές αλλαγές στις καθημερινές διδακτικές επιλογές και δραστηριότητες στην τάξη (από καθ' έδρας διδασκαλία, επίλυση ασκήσεων, τήρηση του ΠΣ και του σχολικού βιβλίου κ.λπ.), επιβεβαιώνοντας ευρήματα αντίστοιχων ερευνών σε άλλες χώρες (Munby et al. 2000, van Driel et al. 2001).

Περίπου 1 στους 3 καθηγητές ΦΕ εμφανίζει ανασφάλεια ή επιφυλακτικότητα για την ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, δεν έχουν πεισθεί για τη χρησιμότητα και την αποτελεσματικότητα των ΤΠΕ στη διδασκαλία και στη μάθηση, θεωρούν ότι οι ΤΠΕ είναι απλά εντυπωσιακές και δεν μπορούν να προσφέρουν ουσιαστικά στην εκπαίδευση των ΦΕ, ενώ πιστεύουν ότι είναι χρήσιμες μόνο για διοικητικές εργασίες και για την προετοιμασία του εκπαιδευτικού (Τζιμογιάννης & Κόμης 2006). Οι παράγοντες αυτοί παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση απόψεων και στάσεων για τον ευρύτερο ρόλο των ΤΠΕ στην

εκπαίδευση, παρότι φαίνεται να είναι ευνοϊκότεροι για τους εκπαιδευτικούς των ΦΕ σε σχέση με άλλους εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Τεχνικά εμπόδια

Στην κατηγορία αυτή εντάσσουμε τους εξωτερικούς παράγοντες που σχετίζονται με το σχολικό και κοινωνικό περιβάλλον. Ως πιο σημαντική αξιολογείται η έλλειψη υποδομών και μέσων στο σχολείο (εργαστήριο υπολογιστών, κατάλληλα λογισμικά). Παρότι όλα τα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης διαθέτουν ένα εργαστήριο υπολογιστών και σύνδεση με το Διαδίκτυο μέσω του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου, αυτό χρησιμοποιείται κυρίως για το μάθημα της Πληροφορικής και δεν είναι, συνήθως, διαθέσιμο για τα υπόλοιπα μαθήματα. Δεν υπάρχουν κατάλληλα εκπαιδευτικά λογισμικά ΦΕ ενώ τα διαθέσιμα στα σχολεία λογισμικά δεν είναι πάντα σε συμφωνία με το ΠΣ και τη φιλοσοφία του. Από την άλλη μεριά, οι διαθέσιμες τεχνολογίες και υποδομές συχνά υποχρησιμοποιούνται, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα τα συστήματα αισθητήρων για την καταγραφή και επεξεργασία πειραματικών δεδομένων, τα οποία υπάρχουν στα εργαστήρια των ΦΕ των σχολείων (Σιόρεντα 20005).

Η έλλειψη χρόνου συνιστά για τους εκπαιδευτικούς έναν πρόσθετο παράγοντα εμποδίων και δυσκολιών, τόσο για την απαιτούμενη προετοιμασία των δραστηριοτήτων των μαθητών με χρήση ΤΠΕ όσο και για την επιμόρφωσή τους. Η προετοιμασία των σχετικών δραστηριοτήτων στο εργαστήριο υπολογιστών απαιτεί, επιπρόσθετα, ειδικές τεχνικές γνώσεις και η επίλυση των συχνών τεχνικών προβλημάτων είναι επίπονη. Κατά συνέπεια, είναι λογικό η έλλειψη τεχνικής υποστήριξης να αποτελεί αποτρεπτικό παράγοντα για τους καθηγητές ΦΕ ώστε να χρησιμοποιήσουν εργαλεία των ΤΠΕ στη διδασκαλία τους.

Σχολικοί παράγοντες

Το ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο της *σχολικής κουλτούρας* και το πλαίσιο διδασκαλίας των ΦΕ δεν ευνοούν πρωτοβουλίες ένταξης των ΤΠΕ στη διδασκαλία των ΦΕ. Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ΦΕ για τη διδασκαλία τους επηρεάζονται από πτυχές της σχολικής πρακτικής και κουλτούρας, οι οποίες αποτελούν ισχυρή αιτιολογία για τη συντήρηση των παραδοσιακών πρακτικών (Munby et al. 2000, van Driel et al. 2001). Επιβεβαιώνοντας ευρήματα παλαιότερων μελετών διαπιστώνουμε ότι καθοριστικό ρόλο παίζουν (Σιόρεντα 2005):

- Η παραδοσιακή αντίληψη για τη διδασκαλία ως μετάδοση γνώσεων στους μαθητές
- Η έμφαση στη μελέτη του ενός και μοναδικού βιβλίου και στην εξάσκηση επίλυσης συμβατικών προβλημάτων (με χαρτί και μολύβι)
- Η αναγκαιότητα κάλυψης της ύλης του ΠΣ
- Η προετοιμασία των μαθητών ώστε να είναι αποτελεσματικοί στις εξετάσεις
- Η διατήρηση της λειτουργικότητας και της αποτελεσματικότητας της τάξης.

Οι εκπαιδευτικοί μαθαίνουν πώς να διδάσκουν βασιζόμενοι στην *πρακτική γνώση* (*practical knowledge*) του αντικειμένου τους, η οποία αναπτύσσεται σταδιακά μέσα από την καθημερινή διδακτική τους εμπειρία και φαίνεται να λειτουργεί αποτελεσματικά στην πράξη. Η πρακτική γνώση περιλαμβάνει το *περιεχόμενο* του αντικειμένου διδασκαλίας και τη συνακόλουθη *γνώση των παραγόντων της τάξης* (μαθησιακά χαρακτηριστικά των μαθητών και μεθοδολογίες που είναι αποτελεσματικές στην πράξη). Οι εκπαιδευτικοί αισθάνονται ασφαλείς βασιζόμενοι στην πρακτική γνώση που έχουν αναπτύξει και δεν είναι έτοιμοι ούτε πρόθυμοι να αλλάξουν ρόλους, συνήθειες ή πρακτικές.

Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών που μελετήθηκαν δηλώνουν ικανοποιημένοι από το ΠΣ και από τον τρόπο που προσεγγίζονται διδακτικά οι ΦΕ στο σχολείο. Βασίζονται στην παραδοσιακή διδασκαλία και είναι αρνητικοί στη χρήση νέων διδακτικών προσεγγίσεων, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης του εργαστηρίου ΦΕ και των διατάξεων αισθητήρων (MBL). Όσοι χρησιμοποιούν ΤΠΕ στο έργο τους έχουν την τάση να προσαρμόσουν τα νέα

εργαλεία στο παραδοσιακό σχήμα διδασκαλίας με το οποίο αισθάνονται ασφαλείς και οικείοι. Για παράδειγμα, κάνουν επίδειξη προσομοιώσεων υποστηρίζοντας την παράδοση του μαθήματος και δεν εμπλέκουν τους μαθητές σε κατάλληλα οργανωμένες δραστηριότητες στο εργαστήριο υπολογιστών. Ανάλογα ευρήματα αναφέρουν και οι Demetriadis et al. (2003), οι οποίοι βρήκαν ότι οι εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που επιμορφώθηκαν στις ΤΠΕ έδειξαν ενδιαφέρον να χρησιμοποιήσουν εργαλεία των ΤΠΕ στο έργο τους, αλλά είχαν την τάση να τα προσαρμόσουν στο παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό μοντέλο διδασκαλίας.

Παιδαγωγικό πλαίσιο ένταξης των ΤΠΕ

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι εκπαιδευτικοί προσανατολισμοί και οι διδακτικές πρακτικές των καθηγητών των ΦΕ καθορίζονται επιπρόσθετα από τις *επιστημολογικές αντιλήψεις* για τη φύση της επιστήμης, τις *αντιλήψεις για τη διδασκαλία* των ΦΕ και το ρόλο του εκπαιδευτικού και τις *αντιλήψεις για το πώς μαθαίνουν* οι μαθητές τις ΦΕ (Koulaidis & Ogborn 1995, Lederman 1999, Tsai 2002). Φαίνεται ότι, τελικά, οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών επηρεάζονται από τις τρεις βασικές προσεγγίσεις που ιστορικά έχουν διαμορφωθεί στην εκπαίδευση των ΦΕ: την *παραδοσιακή*, τη *διαδικαστική (ανακαλυπτική)* και την *εποικοδομιστική* προσέγγιση.

Σε ότι αφορά τα ελληνικά σχολεία (γυμνάσια και λύκεια) φαίνεται ότι το παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό μοντέλο διδασκαλίας είναι κυρίαρχο. Οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η καλύτερη διδασκαλία βασίζεται στη *‘μεταφορά γνώσης’* από το διδάσκοντα στο μαθητή, ενώ αγνοούνται τα μαθησιακά χαρακτηριστικά και οι διαφορές κάθε μαθητή. Η παρουσίαση του περιεχομένου με ακρίβεια και αυστηρότητα, η μελέτη, η απομνημόνευση, η επανάληψη και η εξάσκηση αποτελούν τα μέσα-κλειδιά για την επίτευξη της νέας γνώσης. Σε γενικές γραμμές, οι ΦΕ δεν παρουσιάζονται ως διαδικασία κατανόησης και γνώσης του φυσικού κόσμου αλλά ως ένα αυστηρό σύστημα από έννοιες, νόμους, θεωρίες και αρχές που απομνημονεύονται από τους μαθητές ή χρησιμοποιούνται για εξάσκηση σε τυποποιημένα προβλήματα.

Φαίνεται ότι οι στάσεις των εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση εξαρτώνται σημαντικά από τις αντιλήψεις τους για την παραδοσιακή διδακτική προσέγγιση που ακολουθείται στο σχολείο. Οι εκπαιδευτικοί που δηλώνουν ότι δεν είναι ικανοποιημένοι από την παραδοσιακή διδασκαλία είναι περισσότερο θετικοί στο να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές των ΤΠΕ στη διδασκαλία τους (Τζιμογιάννης & Κόμης 2004). Φαίνεται να επιβεβαιώνεται το εύρημα ότι οι εκπαιδευτικοί που έχουν εκπαιδευτικές αντιλήψεις βασισμένες στις αρχές του εποικοδομισμού θεωρούν πολύ σημαντικό το ρόλο των ΤΠΕ στη διδασκαλία τους (Becker 2001).

Η εμπλοκή των μαθητών σε μαθησιακές δραστηριότητες που βασίζονται σε εργαλεία των ΤΠΕ απαιτεί μια ριζικά διαφορετική φιλοσοφία σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία. Η μάθηση με χρήση ΤΠΕ βασίζεται στην ενεργητική συμμετοχή, στη διερευνητική και συνεργατική εργασία, στην κριτική σκέψη και στον αναστοχασμό. Η οργάνωση και η διαχείριση κατάλληλων μαθησιακών δραστηριοτήτων απαιτεί γνώση και χρόνο και συνιστά εμπόδιο για την πλειονότητα των εκπαιδευτικών (Σιόρεντα & Κοέν 2006), γεγονός που επηρεάζει τη στάση τους για τις ΤΠΕ.

Διαμόρφωση ενός νέου πλαισίου για τις ΦΕ στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Από την ανάλυση που προηγήθηκε, φαίνεται ότι το δύσκολο εγχείρημα της προετοιμασίας των εκπαιδευτικών για τη ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση δεν είναι η απόκτηση τεχνικών δεξιοτήτων αλλά η αλλαγή παιδαγωγικών αντιλήψεων, ώστε να μπορέσουν να αξιοποιήσουν τα πλεονεκτήματα των ΤΠΕ στη διδασκαλία και στη μάθηση. Η ανάγκη διαμόρφωσης ενός

αποτελεσματικού παιδαγωγικού πλαισίου εφαρμογής των ΤΠΕ στη διδασκαλία των ΦΕ στη χώρα μας είναι προφανής.

Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να ενθαρρυνθούν να αποκτήσουν και να μοιραστούν εμπειρίες αποτελεσματικής εφαρμογής των ΤΠΕ στη διδακτική πράξη. Θα πρέπει να κατανοήσουν πώς οι ΤΠΕ μπορούν να ενσωματωθούν στις καθημερινές διδακτικές και μαθησιακές πρακτικές και πώς θα πρέπει να επανοργανώσουν τη διδασκαλία τους εμπλέκοντας τους μαθητές σε κατάλληλες δραστηριότητες που βασίζονται στις ΤΠΕ. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να αναπτύξουν μια νέα εκπαιδευτική κουλτούρα, όπου η ανάπτυξη δεξιοτήτων χρήσης και ενσωμάτωσης των ΤΠΕ αντιμετωπίζεται ως τμήμα της δικής τους, ατομικής επιστημονικής και επαγγελματικής αναβάθμισης.

Οι ΤΠΕ δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ένα ξεχωριστό γεγονός ή ένα πρόσθετο εργαλείο που υποστηρίζει την παραδοσιακή διδασκαλία των ΦΕ αλλά να ενταχθούν σε ένα ευρύτερο πλαίσιο αλλαγών που αφορούν στο *Πρόγραμμα Σπουδών*, στα *εκπαιδευτικά μέσα* και στις *χρησιμοποιούμενες παιδαγωγικές πρακτικές*. Τα προγράμματα επιμόρφωσης θα πρέπει να εστιάζουν στην αλλαγή της παιδαγωγικής κουλτούρας και φιλοσοφίας των εκπαιδευτικών της πράξης μέσα από την παιδαγωγική χρήση των ΤΠΕ.

Ένα σύγχρονο ΠΣ για τις ΦΕ

Είναι φανερό ότι ο τρόπος που αναπτύσσεται η σχολική γνώση στις ΦΕ καθορίζεται από παλιές (ξεπερασμένες) αντιλήψεις για την επιστημονική γνώση και τη μάθηση. Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη πώς η εκπαιδευτική σκέψη εξελίσσεται και μετακινείται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, το οποίο καθορίζεται από την τεχνολογία και τις επαγόμενες αλλαγές στην κοινωνία. Το εκπαιδευτικό μας σύστημα δεν μπορεί να προετοιμάσει κατάλληλα τους μαθητές για την κοινωνία του μέλλοντος αν η εκπαίδευσή τους στις ΦΕ βασίζεται στους στόχους, στις μεθοδολογίες και στα μέσα του παρελθόντος.

Υπάρχουν δύο βασικοί παράγοντες που αλλάζουν το πλαίσιο της σχολικής εκδοχής των ΦΕ:

α) Το σχολείο έχει αποτύχει να παρουσιάσει τις ΦΕ ως ένα εντυπωσιακό, ενδιαφέρον και απαραίτητο αντικείμενο, το οποίο προετοιμάζει αποτελεσματικά τους μαθητές για την πορεία τους μετά το σχολείο. Το χάσμα που υπάρχει ανάμεσα στο πώς χρησιμοποιείται η επιστημονική γνώση από την επιστημονική κοινότητα (εκτός του σχολείου), την οικονομία τα μέσα ενημέρωσης κ.λπ., από τη μια, και στο ποιες είναι οι απαιτήσεις της σχολικής επιστημονικής γνώσης, από την άλλη, είναι στις περισσότερες περιπτώσεις τεράστιο. Το μοντέλο σχεδιασμού της εκπαίδευσης στις ΦΕ, το οποίο βασίστηκε στη φιλοσοφία ότι τα μαθήματα απευθύνονται στη μειονότητα των μαθητών που πρόκειται να ακολουθήσουν πανεπιστημιακές σπουδές στα διάφορα πεδία των επιστημών ή της τεχνολογίας, δεν φαίνεται πλέον να είναι αποτελεσματικό, παρότι η αντίληψη αυτή είναι κυρίαρχη ακόμη και σήμερα μεταξύ των εκπαιδευτικών.

β) Αναμφίβολα οι ΤΠΕ έχουν αλλάξει τη φύση της γνώσης και τον τρόπο που ο άνθρωπος έχει πρόσβαση σ' αυτή. Κατά συνέπεια, επηρεάζουν το πλαίσιο διδασκαλίας των ΦΕ, καθώς αλλάζουν ριζικά τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι έχουν πρόσβαση, αναλύουν, παρουσιάζουν, μεταφέρουν και αξιοποιούν τις πληροφορίες και την επιστημονική γνώση. Αλλάζουν, επίσης, τις μεθοδολογίες επίλυσης προβλημάτων και διαμορφώνουν *νέου τύπου δεξιότητες* που πρέπει να καλλιεργήσουν οι μαθητές στα πλαίσια των σπουδών γενικής παιδείας (αναζήτηση, εύρεση και αξιολόγηση πληροφοριών, αναλυτική-συνθετική σκέψη, μοντελοποίηση λύσεων, συνεργατική επίλυση προβλημάτων).

Στη σημερινή εποχή ένα βασικό μάθημα σχετικά με τις ΦΕ στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση θα πρέπει να έχει αξία για όλους τους μαθητές, ανεξάρτητα από τις επιλογές τους

μετά το γυμνάσιο ή το λύκειο. Αυτό απαιτεί να δοθεί μια συνολική εικόνα για την επιστήμη που θα επικεντρώνεται όχι στις λεπτομέρειες αλλά σε ευρύτερες ερμηνείες και εφαρμογές της επιστημονικής γνώσης. Η έμφαση πρέπει να δοθεί στη διαδικασία της *επιστημονικής σκέψης* και στην ανάδειξη των σύνθετων και περίπλοκων συσχετίσεων μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας. Επιπρόσθετα, χρειάζεται ένα δεύτερος άξονας αντικειμένων, ο οποίος θα διαπραγματεύεται πώς λειτουργεί η επιστήμη και πώς γίνεται η *επιστημονική θεμελίωση* των ΦΕ (κυρίως στα πεδία της φυσικής, της χημείας και της βιολογίας).

Νέες διδακτικές φιλοσοφίες και προσεγγίσεις

Απαιτείται μια νέα φιλοσοφία που θα διαπερνά τη σχολική κουλτούρα και την καθημερινή πρακτική, η οποία θα μπορούσε να περιγραφεί με τον όρο *μετάβαση από τη διδασκαλία στη μάθηση*. Οι νέες προσεγγίσεις για τη μάθηση καθορίζουν τους τρόπους αλληλεπίδρασης μαθητών-διδασκόντων, το πώς οργανώνεται η σχολική γνώση και τους τρόπους ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στη διδακτική πράξη. Μια μαθητοκεντρική φιλοσοφία, σε αντίθεση με τα παραδοσιακά δασκαλοκεντρικά σχήματα, περιγράφει ένα σχολείο όπου το περιεχόμενο των ΦΕ προσεγγίζεται από πολλές διαφορετικές πηγές και όχι με έναν αυστηρό και απόλυτο τρόπο. Οι μαθητές μαθαίνουν συμμετέχοντας ενεργά και συνεργαζόμενοι μεταξύ τους για την επίλυση προβλημάτων και την εκπόνηση εργασιών, ενώ ο εκπαιδευτικός συντονίζει και καθοδηγεί τις δραστηριότητές τους. Οι διδακτικές καταστάσεις και δραστηριότητες σχεδιάζονται έτσι ώστε να παρέχουν στους μαθητές ευκαιρίες και δυνατότητες που ευνοούν την *ενεργητική μάθηση*, τη *συνεργατική μάθηση* και την *εποικοδομιστική μάθηση*, ενώ λαμβάνουν υπόψη τους διαφορετικούς μαθησιακούς τύπους, τα ενδιαφέροντα, τις ικανότητες και τις εμπειρίες των μαθητών.

Επίλογος

Η ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση των ΦΕ είναι μια ιδιαίτερα δύσκολη και περίπλοκη διαδικασία. Οι εκπαιδευτικοί της πράξης αποτελούν τον καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχή ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. Τα προγράμματα προετοιμασίας και επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών δεν θα πρέπει να περιορίζονται σε συμβατικά σεμινάρια τεχνολογικού αλφαριθμητισμού και χρήσης υπολογιστών, αλλά να ενταχθούν σε ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο που ορίζεται από την τεχνολογική και την παιδαγωγική διάσταση των ΤΠΕ (Ράπτη & Ράπτης 2003, Τζιμογιάννης 2002).

Είναι επιτακτική ανάγκη για το Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα να προσδιορίσει και να υιοθετήσει ένα ολοκληρωμένο μοντέλο υποστήριξης (τεχνολογικής και παιδαγωγικής) των εκπαιδευτικών, το οποίο θα στοχεύει στην ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. Η επιτυχία του μοντέλου αυτού δεν καθορίζεται από την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών της πράξης, όσο καλά σχεδιασμένη και να είναι αυτή, αλλά από μια σειρά παραγόντων:

- αναμόρφωση των ΠΣ, ώστε να καλύπτουν τις σύγχρονες απαιτήσεις της εκπαίδευσης στις ΦΕ και να ευνοούν τη χρήση των ΤΠΕ ως γνωστικά εργαλεία
- επαρκής αιτιολόγηση της ένταξης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία με όρους παιδαγωγικής και διδακτικής
- διάχυση στα σχολεία σύγχρονων εκπαιδευτικών λογισμικών για τις ΦΕ
- συνεχής παιδαγωγική υποστήριξη των εκπαιδευτικών με στόχο την απόκτηση δεξιοτήτων ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στη διδακτική πρακτική
- ανάπτυξη αποτελεσματικών τεχνολογικών και υποστηρικτικών υποδομών
- καλλιέργεια μιας ευρύτερης κουλτούρας σχετικά με την εφαρμογή των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Παράρτημα 1:

Παράγοντες που επηρεάζουν τις στάσεις των καθηγητών ΦΕ για τις ΤΠΕ

Ατομικοί παράγοντες

Δεξιότητες χρήσης εργαλείων των ΤΠΕ

Κατοχή Η/Υ

Διδακτική εμπειρία

Έλλειψη επαρκούς επιμόρφωσης

Ανασφάλεια-επιφυλακτικότητα για τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση

Αντίσταση στις αλλαγές

Δεν έχουν πεισθεί για τη χρησιμότητα των ΤΠΕ στη διδασκαλία και στη μάθηση

Δεν έχουν πεισθεί την αποτελεσματικότητα των ΤΠΕ στη διδασκαλία και στη μάθηση

Σχολικοί παράγοντες

Το ευρύτερο πλαίσιο της σχολικής κουλτούρας

Παραδοσιακή διδασκαλία - πρακτική γνώση

Αδυναμίες αποδέσμευσης από τις εξετάσεις

Αναγκαιότητα κάλυψης της ύλης

Ο ρόλος του σχολικού βιβλίου

Επίλυση ασκήσεων

Τεχνικά εμπόδια

Έλλειψη υποδομών (δεν υπάρχει διαθέσιμο εργαστήριο Η/Υ στο σχολείο)

Έλλειψη μέσων (κατάλληλο εκπαιδευτικό λογισμικό)

Έλλειψη χρόνου για την προετοιμασία δραστηριοτήτων

Έλλειψη χρόνου για επιμόρφωση

Έλλειψη τεχνικής υποστήριξης

Παιδαγωγικό πλαίσιο ένταξης των ΤΠΕ

Έλλειψη επαρκούς παιδαγωγικού πλαισίου εφαρμογής των ΤΠΕ στη διδασκαλία των ΦΕ

Προσαρμογή των ΤΠΕ στα παραδοσιακά σχήματα διδασκαλίας

Αναγκαιότητα διαμόρφωσης σύγχρονου ΠΣ για τις ΦΕ

Δυσκολίες στην οργάνωση και διαχείριση της εργασίας των μαθητών

Επιμόρφωση για την παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ

Αντιλήψεις για τη διδασκαλία των ΦΕ

Αντιλήψεις για τη Διδακτική των ΦΕ

Παραπομπές

- Εμβαλωτής Α. & Τζιμογιάννης Α. (1999), Στάσεις των καθηγητών της περιοχής των Ιωαννίνων σχετικά με την Πληροφορική και τις Νέες Τεχνολογίες στο Ενιαίο Λύκειο, στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου "Πληροφορική και Εκπαίδευση", 203-212, Ιωάννινα
- Ράπτη, Α. & Ράπτης, Α. (2003), Η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και δράσης στο σχολείο και η συμβολή των νέων τεχνολογιών: νέα ώθηση σε παλιά αιτήματα, Θέματα στην Εκπαίδευση, 4(2-3), 115-142
- Σιόρεντα Α. (2005), Ανταπόκριση των καθηγητών Φυσικής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών σε σχέση με τη διδασκαλία της Φυσικής και το ρόλο των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Φυσικής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα
- Σιόρεντα Α. & Κοέν Σ. (2006), Μελέτη των στάσεων και των αντιλήψεων καθηγητών Φυσικής για τη διδασκαλία του αντικειμένου τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ΘΕΜΑΤΑ στην Εκπαίδευση, 7(2), 151-177
- Τζιμογιάννης, Α. (2002), Προετοιμασία του σχολείου της Κοινωνίας της Πληροφορίας. Προς ένα ολοκληρωμένο μοντέλο ένταξης των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, Σύγχρονη Εκπαίδευση, 122, 55-65
- Τζιμογιάννης, Α. & Κόμης, Β. (2004), Στάσεις και αντιλήψεις εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδασκαλία τους, στο Μ. Γρηγοριάδου (επιμ.), Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", Τόμος Α', 165-176, Αθήνα
- Τζιμογιάννης Α. και Κόμης Β. (2006), Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση: Διερευνώντας τις απόψεις εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, στο Β. Δαγδιλέλης & Δ. Ψύλλος (επιμ.), Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", 829-836, Θεσσαλονίκη.
- Becker, H. J. (2001), How are teachers using computers in instruction?, 2001 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle, http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/conferences-pdf/how_are_teachers_using.pdf
- Cuban, L. (1990), Reforming again, again, and again, Educational Researcher, 19(1), 3-13
- Demetriadis, S., Barbas, A., Molohides, A., Palaigeorgiou, G., Psillos, D., Vlahavas, I., Tsoukalas, I. & Pombortsis, A. (2003), "Cultures in negotiation": teachers' acceptance/resistance attitudes considering the infusion of technology into schools, Computers & Education, 41(1), 19-37
- European Commission (2002), eEurope 2002: An Information Society for all, Brussels: Commission of the European Communities
- Haney, I. J., Czerniak, C. M. & Lumpe, A. T. (1996), Teacher beliefs and intentions regarding the implementation of science education reform strands, Journal of Research in Science Teaching, 33(9), 971-993
- Hennessy S., Ruthven, K., & Brindley S. (2005) Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: commitment, constrains, caution, and change, Journal of Curriculum Studies, 37(2), pp. 155-192
- Jimoyiannis A. & Komis V. (2006), Factors affecting teachers' views and perceptions of ICT in education, in P. Isaias, M. McPherson & F. Banister (eds.), Proceedings of the IADIS International Conference e-Society 2006, Vol. I, 136-143, Dublin, Ireland
- Koulaidis V. & Ogborn J. (1995), Science teachers; philosophical assumptions: how well do we understand them?, International Journal of Science Education, 17(3), 273-283
- Lederman 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

- Liu, Y. & Huang, C. (2005), Concerns of teachers about technology integration in the USA, *European Journal of Teacher Education*, 28(1), 35-47
- Pajares, M. F. (1992), Teacher beliefs and educational research: cleaning up a messy construct, *Review of Educational Research*, 62, 307-332
- Russel, M., Bebell, D., O' Dwyer, L. & O' Connor, K. (2003), Examining teacher technology use: implications for preservice and inservice teacher preparation, *Journal of Teacher Education*, 54(4), 297-310
- Ruthven, K., Hennessy, S. & Brindley, S. (2004), Teacher representations of the successful use of computer-based tools and resources in secondary-school English, mathematics and science, *Teaching and Teacher Education*, 20, 259-275
- Sugar, W., Crawley F. & Fine, B. (2004), Examining teachers' decisions to adopt new technology, *Educational Technology and Society*, 7(4), 201-213
- Tsai C. C. (2002), Nested epistemologies: science teachers' beliefs of teaching, learning and science, *International Journal of Science Education*, 24(8), 771-783
- Van Driel J. H., Beijaard D, & Verloop N. (2001), Professional development and reform in science education: the role of teachers' practical knowledge, *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158
- Waite S. (2004), Tools for the job: a report of two surveys of information and communications technology training and use for literacy in primary schools in the West of England, *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 11-20.