

# Διερεύνηση του Μετασχηματισμού της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Φοιτητών/τριών στα Μαθηματικά, στο πλαίσιο της Προπτυχιακής τους Εκπαίδευσης και μετέπειτα Σχολικής τους Δράσης, στον άξονα του Προγράμματος Σπουδών

Δουκάκης Σπύρος<sup>1</sup>, Μοσκοφόγλου-Χιονίδου Μαρία<sup>2</sup>, Ζυμπίδης Δημήτρης<sup>3</sup>  
sdoukakis, mchionidou, dzibidis@{rhodes.aegean.gr}

<sup>1</sup> Αμερικανικό Κολλέγιο Ελλάδος-PIERCE

<sup>2</sup> Πανεπιστήμιο Αιγαίου

<sup>3</sup> Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ

## Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται ερευνητικά αποτελέσματα τα οποία αφορούν τον μετασχηματισμό της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου στα Μαθηματικά (ΤΠΠ) τελειόφοιτων φοιτητών/τριών δημοτικής εκπαίδευσης α) στο πλαίσιο της πανεπιστημιακής εκπαίδευσής τους για την ένταξη ψηφιακών τεχνολογιών (ΨΤ) στη διδασκαλία και β) στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής πράξης τους όπου εργάζονται ως νεοδιόριστοι εκπαιδευτικοί το επόμενο διδακτικό έτος. Στο πρόγραμμα εκπαίδευσης συμμετείχαν εικοσιπέντε φοιτητές/τριες. Στην έρευνα παρατηρήθηκε ο μετασχηματισμός της ΤΠΠ των φοιτητών στους άξονες: πρόγραμμα σπουδών (ΠΣ), αξιολόγηση μαθητών, μάθηση, διδασκαλία και πρόσβαση στις ΨΤ. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η διερεύνηση στον άξονα του ΠΣ. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι ο μετασχηματισμός της ΤΠΠ των φοιτητών/τριών στο ΠΣ α) είναι ανάλογος με το βαθμό εμπλοκής τους στο εξαμηνιαίο πανεπιστημιακό πρόγραμμα εκπαίδευσης και β) σχετίζεται θετικά με τις προϋπάρχουσες επικοινωνιακές αντιλήψεις των φοιτητών για την διδασκαλία και την διαλεκτική φύση των Μαθηματικών. Τέλος, η δράση των φοιτητών στο πλαίσιο της μετέπειτα εκπαιδευτικής πράξης, φαίνεται να συνδέεται θετικά με το πρόσφορο ή όχι σχολικό περιβάλλον που βρέθηκαν.

**Λέξεις κλειδιά:** Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, Μαθηματικά, Πρόγραμμα Σπουδών

## Εισαγωγή

Η αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών (ΨΤ) στο πλαίσιο της διδασκαλίας έχει διαμορφώσει ένα νέο εργασιακό περιβάλλον, όπου εργαλεία όπως τα συστήματα δυναμικής γεωμετρίας, τα συστήματα υπολογιστικής άλγεβρας, η γλώσσα Logo, τα υπολογιστικά φύλλα κ.α. έχουν επηρεάσει τον τρόπο διδασκαλίας και τον τρόπο που κατανοούν οι μαθητές τα Μαθηματικά. Το περιβάλλον αυτό φαίνεται να οδηγεί τους εκπαιδευτικούς στον επαναπροσδιορισμό του τρόπου διδασκαλίας που υιοθετούν καθώς και στον μετασχηματισμό της οπτικής τους και των εμπειριών τους σε σχέση με τις ΨΤ.

Στην παρούσα έρευνα οι θεωρήσεις που επιχειρούν να αναδείξουν τη διαλεκτική και ερμηνευτική φύση των Μαθηματικών (π.χ. Lakatos, 1976) και αξιοποιούν τη θεωρία του εποικοδομισμού (Piaget, 1972) και των αναδυόμενων επικοινωνιακών ρευμάτων υιοθετήθηκαν, με στόχο την εμπλοκή των εκπαιδευόμενων φοιτητών σε διδακτικές εμπειρίες, μέσα σε ένα πλαίσιο δραστηριοτήτων με νόημα, όπου οι εκπαιδευόμενοι καλούνταν να υιοθετήσουν την κατάλληλη παιδαγωγική προσέγγιση, να αξιοποιήσουν τις ΨΤ κατά τρόπο δημιουργικό και παιδαγωγικό στη διδασκαλία των Μαθηματικών, δημιουργώντας πρόσθετη διδακτική αξία σε σχέση με τα συμβατικά μέσα και εργαλεία (Κυνηγός, 2006).

Στόχος των παραπάνω ήταν οι εκπαιδευόμενοι να καλλιεργήσουν νέες στάσεις και να αναπτύξουν την μαθηματική, την παιδαγωγική και την τεχνολογική γνώση τους ως ένα ενιαίο πλαίσιο γνώσεων που συνδιαμορφώνουν τη διδασκαλία και τη μάθηση των μαθητών.

### **Θεωρητική θεμελίωση της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα**

Η εκπαίδευση και προετοιμασία των εν δυνάμει εκπαιδευτικών με σκοπό να μάθουν να διδάσκουν Μαθηματικά με τη χρήση των ΨΤ και απώτερο στόχο να «μετασχηματίσουν» την οπτική τους, ώστε να αναδιοργανώσουν τις εμπειρίες τους και να μπορούν να δρουν περισσότερο αποτελεσματικά, συνοδεύεται από την ανάπτυξη της προσωπικής τους ταυτότητας, με την παροχή ευκαιριών για διερεύνηση των εσωτερικών τους δυνατοτήτων σε ζητήματα παιδαγωγικής σε σχέση με την τεχνολογία στα Μαθηματικά και σε θέματα Μαθηματικών που καλούνται να διδάξουν (Peressini et al., 2004; Niess et al., 2009).

Η έννοια του μετασχηματισμού συνδέεται τόσο με την έννοια της εμπειρίας όσο και με την έννοια της προοπτικής. Από τη μία πλευρά, ο μετασχηματισμός της εμπειρίας αναφέρεται στη δημιουργία νέας γνώσης, με στόχο την ενδυνάμωση των φοιτητών για την ανάληψη δράσης, που θα επιφέρει την ανάπτυξη και την αλλαγή τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο. Από την άλλη, ο μετασχηματισμός της προοπτικής αφορά το μετασχηματισμό της οπτικής, του τρόπου με τον οποίο αντιλαμβάνονται τον κόσμο που τους περιβάλλει και προσεγγίζουν τις εμπειρίες τους (Ζαρίφης, 2008). Η παρούσα έρευνα επιχείρησε την επαγγελματική ανάπτυξη των εν δυνάμει εκπαιδευτικών, ώστε να λάβουν χώρα διαδικασίες ανάπτυξης της μαθηματικής, της παιδαγωγικής και της τεχνολογικής γνώσης τους και ταυτόχρονα να επιχειρηθεί το «πέρασμα» των φοιτητών από την εγκαθιδρυμένη οπτική τους σε ένα άλλο κοινωνικό παράδειγμα.

Με σκοπό να αναπτυχθούν τα παραπάνω τρία είδη γνώσης και να δημιουργήσουν οι εν δυνάμει εκπαιδευτικοί νέες αναπαραστάσεις, η έρευνα σχεδιάστηκε με αφετηρία την προσέγγιση της εγκαθιδρυμένης μάθησης (situated learning, Lave & Wenger, 1991) και του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (constructionism, Papert, 1980). Οι αρχές της εγκαθιδρυμένης μάθησης ελήφθησαν υπόψη, ώστε το πλαίσιο μέσα στο οποίο προετοιμάστηκαν οι φοιτητές και οι δράσεις που πραγματοποιήθηκαν να προέρχονται από το δικό τους περιβάλλον και η μάθησή τους να επιχειρείται σε συνθήκες κοινωνικής αλληλεπίδρασης και συνεργασίας. Επιπλέον, ο κατασκευαστικός εποικοδομισμός αξιοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, ώστε οι φοιτητές να εμπλακούν στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων και εκπαιδευτικών-διδακτικών σεναρίων (ΕΔΣ), μέσω των οποίων είναι πιθανό να προσεγγιστεί αποτελεσματικά η ανάπτυξη της μαθηματικής, της παιδαγωγικής και της τεχνολογικής γνώσης τους. Σύμφωνα με τον Κυνηγό (2006), το σενάριο αποτελεί ένα σύνθετο εργαλείο που περιγράφει την διδασκαλία για μια συγκεκριμένη περιοχή ενός γνωστικού αντικείμενου με τη χρήση ΨΤ και περιλαμβάνει την εφαρμογή εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων στην τάξη, αλλά και πέρα από αυτήν, που συνήθως εξειδικεύονται σε φύλλα εργασίας για τους μαθητές. Στο πλαίσιο της έρευνας, οι προπτυχιακοί φοιτητές ανέπτυξαν τα δικά τους ΕΔΣ με σκοπό να εμπλέξουν τους μαθητές (Στ' δημοτικού και Β' γυμνασίου) σε δραστηριότητες στη θεματική ενότητα «Χώρος και Γεωμετρία-Μέτρηση».

Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη ότι συνήθως οι εν ενεργεία και εν δυνάμει εκπαιδευτικοί έρχονται με τις δικές τους πηγές και την προσωπική διδακτική τους εμπειρία, ο προσδιορισμός του ρόλου του εκπαιδευτικού σε ένα τεχνολογικά πλούσιο περιβάλλον μάθησης είναι σημαντικός (Drijvers et al., 2010). Ο ρόλος του εκπαιδευτικού, συνήθως προσδιορίζεται με την βοήθεια κατάλληλων εννοιολογικών πλαισίων με σκοπό την υποστήριξη της ενσωμάτωσης των ΨΤ στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία, τα οποία όμως φαίνεται να εμφανίζονται τα τελευταία μόλις χρόνια (Angeli & Valanides, 2005). Ένα τέτοιο

πλαίσιο, είναι το μοντέλο της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (ΤΠΠΠ). Το μοντέλο βασίζεται στην ιδέα του Shulman (1986) που σχετίζεται με την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (ΠΠΠ). Στο μοντέλο της ΤΠΠΠ η ιδέα της ΠΠΠ επεκτάθηκε με την εισαγωγή της τεχνολογικής γνώσης ως ένα ακόμα συστατικό των γνώσεων του εκπαιδευτικού. Τα τρία συστατικά (περιεχόμενο, παιδαγωγική και τεχνολογία) καθώς και οι τομές τους (Πίνακας 1) συνυπάρχουν μέσα σε διάφορα και πιθανώς διαφορετικά πλαίσια που επηρεάζουν τον τρόπο ανάπτυξης της ΤΠΠΠ.

**Πίνακας 1. Συστατικά της ΤΠΠΠ (Polly, 2011, σ. 2)**

Συστατικό γνώσης	Περιγραφή
ΤΓ, ΤΚ	Γνώση σχετικά με τις ΨΤ και τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί συγκεκριμένο υλικό και λογισμικό.
ΠΓ, ΡΚ	Γνώση σχετικά με την παιδαγωγική και τις διδακτικές στρατηγικές.
ΠΠ, ΣΚ	Γνώση σχετικά με το περιεχόμενο του προγράμματος σπουδών.
ΤΠΓ, ΤΡΚ	Γνώση σχετικά με τον τρόπο διδασκαλίας κατά τη χρήση συγκεκριμένων ΨΤ.
ΤΠΠ, ΤΣΚ	Γνώση σχετικά με τον τρόπο που σχετίζονται οι ΨΤ με διάφορες έννοιες.
ΠΠΠ, ΡΣΚ	Γνώση σχετικά με τον τρόπο διδασκαλίας συγκεκριμένων εννοιών.
ΤΠΠΠ, ΤΡΑΣΚ	Γνώση σχετικά με τον τρόπο χρήσης των ΨΤ και των διδακτικών στρατηγικών για την διδασκαλία συγκεκριμένων εννοιών.

Ταυτόχρονα, στο χώρο της διδακτικής των Μαθηματικών με τη χρήση ΨΤ, οι ερευνητές Gueudet & Trouche (2010) προσδιόρισαν ένα πλαίσιο με σκοπό να συνδέσουν τη χρήση διαθέσιμων πηγών και εργαλείων με τον τρόπο που οι εκπαιδευτικοί εργάζονται σε ένα πλούσιο τεχνολογικά περιβάλλον. Οι ερευνητές υποστήριξαν ότι η ανάπτυξη της εργαλειακής προσέγγισης και η συμμετοχή των εκπαιδευτικών σε μια διαδικασία εργαλειακής γένεσης φαίνεται να παρέχει ευκαιρίες να συνθέσουν οι εκπαιδευτικοί το δικό τους υλικό ή/και να μετατρέψουν κατασκευάσματα σε εργαλεία.

Εκτός από την ανάπτυξη του θεωρητικού πλαισίου της ΤΠΠΠ, οι ερευνητικές πρωτοβουλίες έχουν εστιάσει σε δύο κατευθύνσεις: α) στη διερεύνηση και μέτρηση (ποσοτικά και ποιοτικά) της ΤΠΠΠ (Koehler et al. 2012) και β) στην ανάπτυξη της ΤΠΠΠ τόσο σε εν ενεργεία όσο και σε εν δυνάμει εκπαιδευτικούς. Στη δεύτερη κατεύθυνση ιδιαίτερα σημαντική είναι η έρευνα των Niess et al. (2009), οι οποίοι αξιοποίησαν ένα μοντέλο πέντε σταδίων ανάπτυξης με το οποίο παρέχεται η δυνατότητα να διερευνηθεί και να αναπτυχθεί η ΤΠΠΠ εκπαιδευτικών σε πέντε άξονες: α) πρόγραμμα σπουδών β) αξιολόγηση μαθητών, γ) μάθηση, δ) διδασκαλία και ε) πρόσβαση στις ΨΤ. Σύμφωνα με το μοντέλο, κάθε εκπαιδευτικός μπορεί να βρίσκεται σε κάποιο από τα ακόλουθα στάδια ανάπτυξης:

- Αναγνωρίζει (recognizing) ότι μπορεί να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία και αντιλαμβάνεται ότι η χρήση της μπορεί να συνυπάρχει με συγκεκριμένο μαθηματικό περιεχόμενο, χωρίς να είναι πρόθυμος να την ενσωματώσει στη διδασκαλία του.
- Αποδέχεται (accepting) ότι μπορεί να επιχειρήσει να εμπλέξει τους μαθητές του στη μάθηση Μαθηματικών με τις ΨΤ, ως μέρος μιας διαδικασίας που θα καθορίσει για τον ίδιο αν θα αποκτήσει θετική ή αρνητική διάθεση απέναντι στην ενσωμάτωση αυτή.
- Προσαρμόζει (adapting) τη διδασκαλία του αναπτύσσοντας δραστηριότητες όπου οι μαθητές διδάσκονται και μαθαίνουν Μαθηματικά με την κατάλληλη τεχνολογία.
- Διερευνά (exploring) και εφαρμόζει ΨΤ, οι οποίες ενσωματώνονται ουσιαστικά στη διδασκαλία και τη μάθηση των Μαθηματικών και ικανοποιεί περαιτέρω ανάγκες.

- Εξελίσσεται (advancing) και αξιολογεί τα αποτελέσματα της απόφασης για την ένταξη των ΨΤ στη διδασκαλία και τη μάθηση των Μαθηματικών και επιχειρεί αλλαγές.

Ως επιστέγασμα του παραπάνω θεωρητικού πλαισίου προκύπτει ότι οι φοιτητές που προετοιμάζονται, για να γίνουν εκπαιδευτικοί, είναι σημαντικό να αποκτούν εμπειρίες και να αναπτύσσουν τις γνώσεις τους σε τρεις περιοχές: στο γνωστικό αντικείμενο, στην παιδαγωγική και στην τεχνολογία, με σκοπό να εντάξουν τις ΨΤ στη διδασκαλία των Μαθηματικών. Η έλλειψη κάποιου εκ των τριών περιοχών, φαίνεται πως επηρεάζει αρνητικά την επιτυχή ένταξη των ΨΤ στη διδασκαλία του εκάστοτε γνωστικού αντικειμένου. Σύμφωνα, λοιπόν, με τα παραπάνω, η ανάπτυξη γνώσεων στις τρεις αυτές περιοχές είναι σημαντικό να γίνεται με μια προσέγγιση που θα έχει στόχο την ανάπτυξη της ΤΠΠΠ στους παραπάνω άξονες βάσει των πέντε προαναφερθέντων σταδίων ανάπτυξης. Με βάση τα προηγούμενα προκύπτει το ερευνητικό ερώτημα: Πώς μετασχηματίζεται η ΤΠΠΠ στα Μαθηματικά των φοιτητών/τριών, στο πλαίσιο της προπτυχιακής τους εκπαίδευσης και στη συνέχεια στο πλαίσιο της σχολικής τους δράσης όταν είναι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί;

### Μεθοδολογική θεμελίωση και σχεδιασμός της έρευνας

Για την μελέτη του μετασχηματισμού της εμπειρίας των φοιτητών και την απόκτηση νέας γνώσης, αξιοποιήθηκε, το νατουραλιστικό-ερμηνευτικό και το ορθολογιστικό ερευνητικό Παράδειγμα, ώστε από τη μία να επιχειρηθεί η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο το άτομο δημιουργεί, τροποποιεί και ερμηνεύει τον κόσμο μέσα στον οποίο βρίσκεται, και από την άλλη να πραγματοποιηθεί ανάλυση των σχέσεων και κανονικοτήτων ανάμεσα σε επιλεγμένους παράγοντες. Επιπλέον, επιχειρήθηκε η διερεύνηση των ερωτημάτων της έρευνας μέσω της μεθοδολογικής τριγωνοποίησης τόσο σε σχέση με τη συγκέντρωση δεδομένων όσο και σε σχέση με τις μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Με στόχο να λειτουργήσει η έρευνα ως ένα σύνολο δράσεων, αλληλεπιδράσεων και ερμηνειών επιλέχθηκε η έρευνα δράσης. Στην έρευνα αξιοποιήθηκαν ατομικές μελέτες περίπτωσης, ποιοτικές-ημιδομημένες συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια, ως τρόποι συλλογής δεδομένων (Cohen & Manion, 1994).

Επειδή η αξιοποίηση των ΨΤ με σκοπό τη μάθηση και τη διδασκαλία είναι άμεσα συνυφασμένη με την πράξη και τη σχολική τάξη, η έρευνα πραγματοποιήθηκε κυρίως στο εργαστήριο των Μαθηματικών το οποίο διέθετε υπολογιστές, όπου οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούσαν τις ΨΤ και αλληλεπιδρούσαν τόσο μεταξύ τους, όσο και με τα εργαλεία. Στην έρευνα αξιοποιήθηκαν επίσης εργαλεία του διαδικτύου (web 2.0), ενώ οι φοιτητές μελετήθηκαν σε δύο διαφορετικά χρονικά πλαίσια: α) κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών τους σπουδών και β) ένα χρόνο μετά την πρόσληψή τους ως εκπαιδευτικών.

Η διδακτική προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε για την εκπαίδευση των φοιτητών και τα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα στηρίχτηκαν στο πλαίσιο της ΤΠΠΠ (Koebler et al. 2007). Οι φοιτητές και μέτεπαιτα εκπαιδευτικοί, στην παρούσα έρευνα είχαν το ρόλο του μαθητευόμενου. Στο πλαίσιο της έρευνας επιχειρήθηκε η ενεργή συμμετοχή τους μέσα από τη δράση και τον αναστοχασμό. Με σκοπό να επιτευχθούν τα παραπάνω, επιλέγη ως μεθοδολογικό πλαίσιο η κατασκευή ΕΔΣ (Κυνηγός, 2006). Προκειμένου οι μαθητευόμενοι να τα σχεδιάσουν, εμπλέκονταν σε ενεργητική διαδικασία, η οποία εξελισσόταν μέσα από διαδοχικά σενάρια και δράσεις. Το εξελικτικό πλαίσιο της έρευνας περιείχε το στοιχείο της αλληλεπίδρασης μεταξύ συμφοιτητών, εκπαιδευτών και εργαλείων.

Η ερευνητική διαδικασία διήρκεσε συνολικά ένα ακαδημαϊκό εξάμηνο και ένα σχολικό έτος, δηλαδή ενάμιση περίπου χρόνο. Συμμετείχαν εικοσιπέντε φοιτητές, ενώ από αυτούς μετά την ολοκλήρωση των σπουδών τους διορίστηκαν οι έντεκα, εκ των οποίων οι εφτά

μελετώνται στην παρούσα έρευνα. Η περιγραφή των στόχων της έρευνας, των ερευνητικών ερωτημάτων, του δείγματος, του τρόπου προετοιμασίας και εκπαίδευσης των φοιτητών στην ΤΠΠΠ για τα μαθηματικά και η δομή της έρευνας έχουν περιγραφεί σε προηγούμενο άρθρο (Δουκάκης κ.α., 2011). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται η έρευνα και τα αποτελέσματα που αφορούν την ανάπτυξη της ΤΠΠΠ των φοιτητών στον άξονα του ΠΣ.

## Η διερεύνηση της ΤΠΠΠ στον άξονα του Προγράμματος Σπουδών

Οι φοιτητές στο πλαίσιο της πρώτης εργασίας τους κλήθηκαν να μελετήσουν το πρόγραμμα σπουδών (ΠΣ) των Μαθηματικών για τις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού (Ε' και Στ') και τις τρεις τάξεις του γυμνασίου. Από την μελέτη των εργασιών τους αναδειχτηκε ότι αρχικά δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν ότι:

- η προετοιμασία των μαθητών για την αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας αποτελεί έναν από τους οκτώ άξονες του ΠΣ,
- το ΠΣ έχει αναφορές στην αξιοποίηση των ΨΤ,
- το ΠΣ προτείνει και παροτρύνει τη χρήση ΨΤ.

Βάσει των παραπάνω θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι αρχικά και οι εφτά φοιτητές δεν αναγνώρισαν ότι οι μαθηματικές ιδέες που παρουσιάζονται με την τεχνολογία στο ΠΣ μπορούν να αξιοποιηθούν, με σκοπό να υποστηριχθεί η μάθηση των Μαθηματικών, ενώ ταυτόχρονα δεν μπόρεσαν να συνδέσουν το ΠΣ με τις ΨΤ που είναι διαθέσιμες για το δημοτικό και το γυμνάσιο. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων της πρώτης εργασίας επαληθεύτηκαν και μετά την ανάλυση των αρχικών συνεντεύξεων των συμμετεχόντων. Φάνηκε ότι η μελέτη του ΠΣ αποτέλεσε ένα σύνθετο ζητούμενο για τους φοιτητές. Είναι πιθανό ορισμένοι να μην μελέτησαν σε ικανοποιητικό βαθμό το ΠΣ, ώστε α) να αναφερθούν με σαφήνεια σε στόχους του ΠΣ στη θεματική ενότητα της Γεωμετρίας και β) να είναι σε θέση να συνδέσουν την τεχνολογία με το ΠΣ. Πιο συγκεκριμένα, μία ομάδα φοιτητών (Χρυσίππη, Αγαλλίας, Μενίππη και Γεμίνος) δήλωσαν στη συνέντευξη ότι «δεν είμαι προετοιμασμένη/ος να απαντήσω» σε σχέση με στόχους του ΠΣ στη θεματική ενότητα της Γεωμετρίας, ενώ οι υπόλοιποι ανέφεραν στόχους του ΠΣ αλλά δεν μπόρεσαν να τους συνδέσουν με την τεχνολογία (Ευρυβία, Χλόη και Λαοθόη).

Ωστόσο, στην πορεία της έρευνας και μετά τη συγγραφή των ΕΔΣ αναπτύχθηκε η γνώση αρκετών φοιτητών, ώστε να είναι σε θέση να κατανοούν μερικά από τα οφέλη της αξιοποίησης των ΨΤ στο πλαίσιο του ΠΣ. Από την ανάλυση του συνόλου των δεδομένων της έρευνας αναδείχτηκαν τρεις κατηγορίες φοιτητών ως προς την ΤΠΠΠ στα Μαθηματικά στον άξονα του ΠΣ. Ο Αγαλλίας παρέμεινε στο επίπεδο της αναγνώρισης, αφού δεν προσπάθησε να προσδιορίσει θέματα μέσα στο ΠΣ, για να αξιοποιήσει τις ΨΤ ως εργαλείο μάθησης. Στην τελική συνέντευξή που παραχώρησε ανέφερε: «θεώρησα ότι [οι ΨΤ] δεν ήταν απαραίτητες». Η δεύτερη κατηγορία δημιουργήθηκε από δύο φοιτήτριες (Ευρυβία και Μενίππη), οι οποίες, αν και εξέφρασαν την επιθυμία να παρουσιάσουν μέσα στο πλαίσιο του ΠΣ μαθηματικές έννοιες με τη χρήση των ΨΤ, εμφανίστηκαν να έχουν δυσκολίες να εντοπίσουν σε ποιες περιπτώσεις μπορούν να τις εντάξουν στο ΠΣ. Χαρακτηριστικά, η Μενίππη ανέφερε: «...δεν βρήκα πού εντάσσονται... αν και θέλω να τις εντάξω...». Οι φοιτητές της τρίτης κατηγορίας (Γεμίνος, Λαοθόη, Χλόη και Χρυσίππη) έφτασαν στο επίπεδο της προσαρμογής, όπου είδαν τόσο την αντιστοιχία του ΠΣ με τις ΨΤ και ταυτόχρονα προσδιόρισαν ορισμένα οφέλη από την ένταξη των ΨΤ στη διδασκαλία και τη μάθηση των Μαθηματικών που περιγράφονται στο ΠΣ. Όπως ανέφερε η Λαοθόη: «Για κάποιες ενότητες είναι πολύ εύστοχα εργαλεία, για κάποιες άλλες μία άλλη μέθοδος θα ήταν προτιμότερη».

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, εκτός του Αγαλλία, οι φοιτητές τροποποίησαν την ΤΠΠΠ στα Μαθηματικά στον άξονα του ΠΣ. Τα διαμεσολαβητικά εργαλεία και μέσα που συνέβαλαν σε αυτήν την τροποποίηση φαίνεται να είναι το συνολικό πρόγραμμα εκπαίδευσης, το οποίο παρείχε ευκαιρίες, για να διερευνήσουν οι φοιτητές συνδέσεις, οι ΨΤ που χρησιμοποιήθηκαν οι οποίες παρείχαν τη δυνατότητα στους φοιτητές να αντιστοιχίσουν το ΠΣ με τους μικρόκοσμους των λογισμικών του Υπουργείου Παιδείας και τα ΕΔΣ. Κατά την ανάπτυξη των σεναρίων μάλιστα, οι φοιτητές καλούνταν να συνδέσουν την ιδέα του σεναρίου με το πρόγραμμα σπουδών. Την επόμενη χρονιά, όπου οι φοιτητές είχαν εργαστεί για ένα χρόνο ως εκπαιδευτικοί, φάνηκαν έντονα εξαρτημένοι από τα σχολικά εγχειρίδια, όπου δήλωσαν ότι προετοιμάζουν την διδασκαλία τους κυρίως με τη χρήση του σχολικού βιβλίου και του βιβλίου εκπαιδευτικού, ενώ τρεις εξ αυτών δήλωσαν ότι μελέτησαν και το ΠΣ και αξιοποίησαν τις ΨΤ στη διδασκαλία και μάθηση των μαθητών.

### Συμπεράσματα

Όσον αφορά τις δεξιότητες των φοιτητών που αφορούν στην κριτική επεξεργασία του περιεχομένου του επίσημου Προγράμματος Σπουδών (ΠΣ) και στη σύνδεσή του με συγκεκριμένες ενότητες του βιβλίου τους, αλλά και στο μετασχηματισμό των εννοιών σε μαθησιακές δραστηριότητες στο πλαίσιο ενός δικού τους ΕΔΣ που θα αξιοποιούσε και την ψηφιακή εκπαιδευτική τεχνολογία, αναδείχθηκαν τα εξής:

Στο αρχικό στάδιο της παρέμβασής μας, κανένας σχεδόν φοιτητής δεν κατάφερε να συνδέσει γενικότερους και ειδικότερους μαθησιακούς στόχους με την επεξεργασία του περιεχομένου της αντίστοιχης διδακτικής ενότητας του σχολικού εγχειριδίου, αλλά ούτε και να αναζητήσει, εντοπίσει, επεξεργαστεί και αξιοποιήσει σημεία του ΠΣ, που αναφέρονται σε ιδέες και προτάσεις για την αναβάθμιση της μαθησιακής διαδικασίας με την αξιοποίηση των ευεργετικών για τη μάθηση διεκδολύνσεων της ψηφιακής εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

Το αρνητικό αυτό αποτέλεσμα μπορεί να γίνει κατανοητό, αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι, στη χώρα μας, η ισχυρή εξάρτηση των εκπαιδευτικών (αλλά και των φοιτητών) από τα σχολικά βιβλία –πόσο μάλλον από το ένα και μοναδικό σύγγραμμα– σε συνδυασμό με το φαινόμενο της καθήλωσής τους από το εκπαιδευτικό σύστημα σε ένα ρόλο περισσότερο εκτελεστικό και λιγότερο κριτικό, ενεργό και δημιουργικό, έχει ως αποτέλεσμα το να περιορίζονται οι οριζόντες των αναζητήσεων και των παρεμβάσεών τους και να είναι επιφυλακτικοί στην ανάληψη καινοτομιών, στο διδακτικό μετασχηματισμό του υπάρχοντος υλικού και στην ένταξη των ΨΤ στη διδασκαλία τους, όταν αυτά δεν αναφέρονται ρητώς στο ΠΣ και στα σχολικά βιβλία. Τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται ότι συμφωνούν με τις έρευνες των Kajander & Lovric, (2009) που υποστηρίζουν ότι οι εκπαιδευτικοί τις περισσότερες φορές παραμερίζουν το ΠΣ και χρησιμοποιούν ως κυριότερο εργαλείο το σχολικό βιβλίο, αφού «οργανώνει το πρόγραμμα σπουδών στα Μαθηματικά... και ταυτόχρονα οργανώνει την δουλειά στην τάξη».

Εν τούτοις, όλοι οι φοιτητές (πλην ενός) τροποποίησαν την αρχική τους ΤΠΠΠ όσον αφορά τις προαναφερθείσες δεξιότητες αξιοποίησης του επίσημου ΠΣ. Πιο συγκεκριμένα, τέσσερις φοιτητές έφτασαν στο στάδιο της προσαρμογής, δύο στο στάδιο της αποδοχής, ενώ ένας μόνο παρέμεινε στο στάδιο της αναγνώρισης. Η ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων έδειξε πως σε αυτή τη θετική αλλαγή συνέβαλαν οι εμπειρίες που αποκτήθηκαν στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής μας παρέμβασης, συγχρόνως όμως φάνηκε και η δυσκολία του εγχειρήματος όταν πρόκειται για επιδίωξη μετασχηματισμού εγκατεστημένων γνωστικών μοντέλων και νοοτροπιών των εκπαιδευτικών φορέων, οι οποίες έχουν θεμελιωθεί πάνω στις παραδοσιακές εμπειρίες τους.

Λόγω της προαναφερθείσας δυσκολίας, σε συνδυασμό και με την ανυπαρξία ενός ευέλικτου, ανοιχτού και εμπειρικού συστήματος συνεχιζόμενης κατάρτισης, αλλά και ενδοσχολικής υποστήριξης των εκπαιδευτικών στο σύνθετο έργο τους, τελικά κανένας φοιτητής δεν ξεπέρασε το στάδιο της προσαρμογής, παρ' όλον ότι στη βιβλιογραφία υπάρχουν δεδομένα που δείχνουν ότι οι φοιτητές μπορούν να φτάσουν στο στάδιο της διερεύνησης με τη χρήση της τεχνολογίας στο ΠΣ επεξεργαζόμενοι παιδαγωγικά το υπάρχον διδακτικό υλικό ή ακόμα και τους όρους του ΠΣ (Niess et al., 2009).

Στην παρούσα έρευνα, ο Αγαλλίας κατά τη διάρκεια του προγράμματος προετοιμασίας των φοιτητών δεν κατάφερε να βρεθεί σε στάδιο υψηλότερο της αναγνώρισης της τεχνολογίας στο ΠΣ, αφού η συνολική εμπλοκή του ήταν μη συστηματική (Bangert-Drowns, & Pyke, 2002) λόγω άλλων υποχρεώσεων που είχε (πραγματοποιούσε την στρατιωτική του θητεία). Η Χλόη υπήρξε η μόνη φοιτήτρια που αναγνώρισε περιορισμούς στα σχολικά βιβλία, ωστόσο δεν κατάφερε και δεν επιδίωξε να μεταβάλει το ήδη υπάρχον υλικό, ώστε αυτό να μετουσιωθεί σε διδακτικές μαθησιακές δραστηριότητες με την αξιοποίηση των ΨΤ, δεδομένου ότι η ίδια απέφυγε την άμεση εμπλοκή της σε αυτό το εγχείρημα κυρίως λόγω της έλλειψης ικανής εμπειρίας σε επίπεδο διδασκαλίας στον τομέα αυτό.

Η ανησυχία των εκπαιδευμένων, σε σχέση με τη χρήση των ΨΤ στο πλαίσιο του ΠΣ, εξετάστηκε επίσης, δεδομένου ότι αποτελεί σημαντική παράμετρο, που λειτουργεί σε βάρος της ενσωμάτωσης των ΨΤ στη μαθησιακή διαδικασία. Οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν ότι η ένταξη αυτή προϋποθέτει γνώση και εμπειρία σε πολλούς τομείς του σύνθετου διδακτικού τους έργου, όπως είναι αυτό της επιμόρφωσης και υλοποίησης ΕΔΣ στη μαθηματική τάξη, μία διδακτική εμπειρία, που αισθάνονται ότι δεν διαθέτουν ούτε προσδοκούν ότι μπορούν να την αποκτήσουν μόνοι τους στηριζόμενοι στο διδακτικό εγχειρίδιο και σε ένα ΠΣ που, ως επί το πλείστον, σχεδιάζεται μέσα από την οπτική της χρήσης των συμβατικών μέσων διδασκαλίας. Παρ' όλα αυτά, η δομή των ΕΔΣ παρείχε τη δυνατότητα στους φοιτητές να οργανώσουν και να εφαρμόσουν με διαφορετικό τρόπο το διαπραγματευόμενο διδακτικό ζήτημα, το περιεχόμενο και τις συνοδευτικές δραστηριότητες κατά τρόπο ώστε να αξιοποιηθούν οι νέες ευκαιρίες μάθησης που παρέχουν ορισμένες ΨΤ, υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι αυτές εντάσσονται στο πλαίσιο ενός δημιουργικού και παιδαγωγικού σχεδιασμού. Στο ίδιο πλαίσιο, οι Mariotti & Maracci (2009) καταγράφουν εμπόδια που προέρχονται από τα ΠΣ άλλων ευρωπαϊκών χωρών καθώς και της χώρας μας στο ζήτημα της αξιοποίησης των δυνατοτήτων των ΨΤ και την ανάπτυξη ΕΔΣ, όπου αναφέρονται στους περιορισμούς που προκύπτουν από την φιλοσοφία των ΠΣ. Μετά τη διαμεσολάβηση διδακτικών επεισοδίων και μεταγνώστικων διαδικασιών, οι φοιτητές μέσα από τις επιλογές τους επιδίωξαν ως ένα βαθμό να αξιοποιήσουν τις ΨΤ επιχειρώντας προσαρμογή του υπάρχοντος υλικού, με σκοπό να υποστηρίξουν τη διδασκαλία και την μάθηση.

Μια πιθανή διορθωτική παρέμβαση στην κατεύθυνση αυτή είναι ο εμπλουτισμός του ΠΣ με προτεινόμενες ενδεικτικές δραστηριότητες, οι οποίες προϋποθέτουν τη χρήση ΨΤ (Harris et al., 2009) και μπορούν να αποτελέσουν οδηγό για τον εκπαιδευτικό. Σε ένα σύγχρονο πρόγραμμα σπουδών, το οποίο δεν συνοδεύεται από βιβλίο μαθητή, ο οδηγός του εκπαιδευτικού και το ΠΣ είναι απαραίτητο να έχουν συνδέσεις με δραστηριότητες και ψηφιακά δομήματα που να υποστηρίζουν το έργο των εκπαιδευτικών. Σύμφωνα με τα παραπάνω, αναδεικνύεται ότι, αφενός μεν, το ΠΣ χρειάζεται να είναι σχεδιασμένο κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εντάσσει παράλληλα και τις ΨΤ στη διδασκαλία και τη μάθηση, αφετέρου δε ότι χρειάζεται εκπαίδευση των εκπαιδευτικών ώστε να μάθουν να κατασκευάζουν δικά τους ευέλικτα ΠΣ και πέραν του επίσημου ΠΣ τα οποία θα υποστηρίζουν τους μαθητές κατά τη διάρκεια οικοδόμησης των νοητικών τους δομών με εργαλεία από την περιβάλλουσα κουλτούρα.

## Αναφορές

- Angeli, C., & Valanides, N. (2005). Preservice teachers as ICT designers: An instructional design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 21(4), 292-302.
- Bangert-Drowns, R. L., & Pyke, C. (2002). Teacher Ratings of Student Engagement with Educational Software: An Exploratory Study. *Educational Technology Research and Development*, 50(2), 23-38.
- Drijvers, P., Kieran, C., Mariotti, M. A., Ainley, J., Andresen, M., Chan, Y. C., Dana-Picard, T., et al. (2010). Integrating Technology into Mathematics Education: Theoretical Perspectives. In C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain* (Vol. 13, pp. 89-132). Boston, MA: Springer US.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). Teaching Resources and teachers professional development: toward a documentary approach of didactics. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, & F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of the Sixth European Conference on Research on Mathematics Education (CERME 6)* (pp. 1359-1368). Lyon, France.
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M.J. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393-416.
- Kajander, A. & Lovric, M. (2009). Mathematics textbooks and their potential role in supporting misconceptions. *Int. J. of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(2), 173-181.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *The Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators* (pp. 3-29). New York: Rutledge.
- Koehler, M.J., Shin, T.S., & Mishra, P. (2012). How do we measure TPACK? Let me count the ways. In R.N. Ronau, C.R. Rakes, & M.L. Niess (Eds.), *Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact: A research handbook on frameworks and approaches* (pp. 16-31). Hershey, PA: IGI Global.
- Koehler, M.J., Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762.
- Lakatos, I. (1976). *Proofs and Refutations*. Cambridge University Press.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991) *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*, Cambridge: University of Cambridge Press.
- Mariotti, M. A., & Maracci, M. (2009). Representing Mathematics with Digital Media, *Design-based research: Process and results*. Project Number: IST4-26751.
- Niess, M.L., Ronau, R.N., Shafer, K.G., Driskell, S.O., Harper, S.R., Johnston, C., & Browning, C. (2009). Mathematics Teacher TPACK Standards and Development Model. *Mathematics Teacher*, 9(1), 4-24.
- Papert, S. (1980). *MindStorms, Children, Computers and Powerful Ideas*. New York, Basic Books.
- Peressini, D., Borko, H., Romagnano, L., Knuth, E., & Willis, C. (2004). A conceptual framework for learning to teach secondary mathematics: A situative perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 56(1), 67-96.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human Development*, 15(1), 1-12.
- Polly, D. (2011). Teachers' learning while constructing technology-based instructional resources. *British Journal of Educational Technology*, 42(6), 950-961.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Δουκκάκης, Σ., Ζωμπιδης, Δ., & Χιονίδου-Μοσκοφόγλου, Μ. (2011). Η τεχνολογική, παιδαγωγική γνώση περιεχομένου των προπτυχιακών φοιτητών/τριών δημοτικής εκπαίδευσης στη γεωμετρία. Η μελέτη της τεχνολογικής γνώσης περιεχομένου. Στο Χ. Παναγιωτακόπουλος (Επιμ.), *2ο Εκπαιδευτικό Συνέδριο Ένταξης και χρήσης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία*, (σ. 257-268), Πάτρα.
- Ζαρίφης, Γ. (2008). *Ο Ρόλος του Κριτικού Στοχασμού στη Μάθηση και Εκπαίδευση Ενηλίκων*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Κυνηγός, Χ. (2006). *Το μάθημα της Διερεύνησης: Παιδαγωγική αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών για τη διδακτική των μαθηματικών*. Αθήνα: Τόπος.