

Η τεχνολογική, παιδαγωγική γνώση περιεχομένου των προπτυχιακών φοιτητών/τριών δημοτικής εκπαίδευσης στη γεωμετρία. Η μελέτη της τεχνολογικής γνώσης περιεχομένου.

Σ. Δουκάκης¹, Δ. Ζυμπίδης², Μ. Χιονίδου-Μοσκοφόγλου³

¹ ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, sdoukakis@rhodes.aegean.gr

² Σχολικός Σύμβουλος Πρωτοβάθμιας, dzibidis@rhodes.aegean.gr

³ ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, mchionidou@rhodes.aegean.gr

Περίληψη

Η γνώση των μελλοντικών εκπαιδευτικών στη Γεωμετρία και την Τεχνολογία και τον συνδυασμό τους βρίσκεται στο επίκεντρο της παρούσας μελέτης. Είκοσι πέντε προπτυχιακοί φοιτητές/τριες δημοτικής εκπαίδευσης παρακολούθησαν ένα εξαμηνιαίο μάθημα και συμμετείχαν στην έρευνα που στόχευε στην διερεύνηση της τεχνολογικής, παιδαγωγικής γνώσης περιεχομένου των φοιτητών/τριών και τη μάθηση της τεχνολογίας μέσω του σχεδιασμού με τη χρήση των εκπαιδευτικών σεναρίων και των εκπαιδευτικών λογισμικών για τα Μαθηματικά του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα παρατηρείται, ότι ορισμένοι φοιτητές/τριες έχουν αδυναμίες στην εννοιολογική κατανόηση του πολυγώνου και επιπλέον ορισμένοι φοιτητές υποστηρίζουν ότι η τεχνολογία τους βοήθησε να ξεπεράσουν τα προβλήματα που είχαν, ενώ άλλοι βλέπουν ότι ο συνδυασμός εργαλείων-μεθόδων όπως χαρτί μολύβι από τη μία και λογισμικό από την άλλη, συνεισφέρει στη βελτίωση των γνώσεών τους για τα πολύγωνα.

Λέξεις κλειδιά: *Μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, τεχνολογική παιδαγωγική γνώση περιεχομένου, εκπαιδευτικά σενάρια, Γεωμετρία, εκπαιδευτικά λογισμικά.*

1. Εισαγωγή

Η ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει οδηγήσει στον επαναπροσδιορισμό των γνώσεων των εκπαιδευτικών. Έτσι, ενώ στο παρελθόν οι ερευνητές αναδείκνυαν ότι οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να έχουν γνώση του γνωστικού αντικείμενου (περιεχομένου) που καλούνται να διδάξουν καθώς και παιδαγωγικές γνώσεις ώστε να προσεγγίζουν την διδασκαλία με κατάλληλο τρόπο (Shulman, 1986), τα τελευταία χρόνια φαίνεται ότι είναι απαραίτητη και η γνώση της τεχνολογίας (Angeli & Valanides, 2005; Mishra & Koheler, 2006). Τα τρία αυτά είδη γνώσης (περιεχομένου, παιδαγωγικής και τεχνολογίας) δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, αλλά συνυπάρχουν και συνδιαμορφώνουν την διδασκαλία ενός γνωστικού αντικείμενου με την χρήση της τεχνολογίας, δημιουργώντας την Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου που είναι απαραίτητη για τον εκπαιδευτικό.

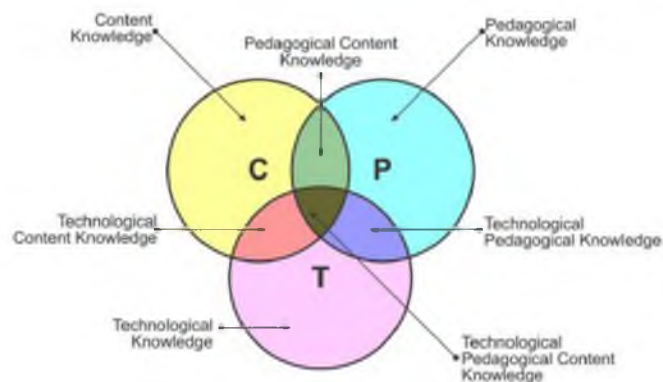
Με σκοπό την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία, έχουν δρομολογηθεί και υλοποιούνται επιμορφωτικά προγράμματα, όπως το πρόγραμμα

επιμόρφωσης Β' επιπέδου (<http://b-eripedo.cti.gr>) και δράσεις ερευνητών (Ζυμπίδης, 2010) σε εν ενεργεία εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Μία άλλη σημαντική ομάδα ανθρώπων που χρειάζονται εκπαίδευση στους τρόπους ένταξης των ΤΠΕ είναι οι φοιτητές/τριες παιδαγωγικών και καθηγητικών σχολών, αφού η εκπαίδευσή τους, αποτελεί ένα κομβικό σημείο για την επίτευξη της ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Για το λόγο αυτό, πραγματοποιήσαμε έρευνα με σκοπό να διερευνήσουμε την ανάπτυξη της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου μελλοντικών δασκάλων, κάνοντας χρήση εκπαιδευτικών-διδασκικών σεναρίων (ΕΔΣ) και των Εκπαιδευτικών Λογισμικών του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για τα Μαθηματικά (ΕΛΠΙΜ).

Στόχος της παρούσας εργασίας, η οποία επικεντρώνεται σε συγκεκριμένα ζητήματα της έρευνας, είναι να διερευνήσει: 1) ποια ήταν η γνώση των φοιτητών/τριών στα πολύγωνα (Γνώση Περιεχομένου), 2) ποια ήταν η γνώση των φοιτητών/τριών στην τεχνολογία και πιο συγκεκριμένα στον μικρόκοσμο του «Γεωπίνακα» (Τεχνολογική Γνώση) και 3) πώς θεωρούν οι φοιτητές/τριες ότι η τεχνολογία επηρέασε την γνώση του περιεχομένου στο οποίο εργάστηκαν (Τεχνολογική Γνώση Περιεχομένου);

2. Τεχνολογική, Παιδαγωγική Γνώση του Περιεχομένου

Οι Mishra και Koehler, (2006) υποστηρίζουν ότι «η καρδιά της καλής διδασκαλίας με τη χρήση της τεχνολογίας περιλαμβάνει τρεις συνιστώσες: το περιεχόμενο (ύλη διδασκαλίας), την παιδαγωγική και την τεχνολογία». Οι τρεις αυτές συνιστώσες συγκροτούν το πλαίσιο «Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου» (ΤΠΓΠ, Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK), το οποίο αποτελεί προέκταση του πλαισίου της Παιδαγωγικής γνώσης του Περιεχομένου (Pedagogical Content Knowledge) που ανέπτυξε ο Shulman (1986). Οι Mishra και Koehler (2006) παρουσιάζουν το πλαίσιο TPACK με τη χρήση ενός διαγράμματος Venn (Εικόνα 1), όπου κάθε κύκλος αναπαριστά μία συνιστώσα γνώσης δηλαδή του Περιεχομένου, της Παιδαγωγικής και της Τεχνολογίας.



Εικόνα 1. Το διάγραμμα του TPACK

Εκτός όμως από τις τρεις συνιστώσες, οι τομές που δημιουργούνται από κάθε δύο

κύκλους αναπαριστούν τρία ακόμα είδη γνώσης: α) την Παιδαγωγική Γνώση του Περιεχομένου (Pedagogical Content Knowledge) δηλαδή τη γνώση που χρειάζεται να διαθέτει ο εκπαιδευτικός ώστε να μετασχηματίζει τη γνώση του αντικειμένου που διδάσκει για να διευκολύνει τη μάθηση των μαθητών/τριών, β) την Τεχνολογική Γνώση Περιεχομένου (Technological Content Knowledge), δηλαδή την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η τεχνολογία επηρεάζει το περιεχόμενο που πρόκειται να διδάξει ο εκπαιδευτικός, γ) την Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση (Technological Pedagogical Knowledge) δηλαδή την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η διδασκαλία και η μάθηση μεταβάλλονται όταν αξιοποιείται κάποιο τεχνολογικό εργαλείο από τον εκπαιδευτικό, ενώ δ) η τομή και των τριών κύκλων αναπαριστά την TRACK «...που απαιτεί την κατανόηση των αναπαραστάσεων και των εννοιών όταν χρησιμοποιείται η τεχνολογία, παιδαγωγικές τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν με εποικοδομητικό τρόπο για να συνεισφέρουν στη διδασκαλία..., γνώση για το τι κάνει κάποιες έννοιες δύσκολες ή εύκολες, πώς η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει να αντιμετωπιστούν κάποια προβλήματα..., γνώση της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών, επιστημολογικές θεωρίες ...γνώση για το πώς η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οικοδομήσει στην υπάρχουσα γνώση και... ή να ενδυναμώσει τις υπάρχουσες», (Mishra και Koehler, σ. 1029, 2006).

Το παραπάνω πλαίσιο, αξιοποιήθηκε κατά την παρακολούθηση των φοιτητών/τριών όταν «εργάζονταν» ως εκπαιδευόμενοι σε ένα εκπαιδευτικό-διδασκτικό σενάριο που είχαμε δημιουργήσει. Στην έρευνα που διενεργήσαμε τα εκπαιδευτικά-διδασκτικά σενάρια (ΕΔΣ) αποτέλεσαν εργαλείο για τους ερευνητές και για τους φοιτητές/τριες, αφού οι τελευταίοι κλήθηκαν να εργαστούν και να δημιουργήσουν ΕΔΣ για το σχεδιασμό της διδασκαλίας τους.

3. Εκπαιδευτικά - Διδακτικά Σενάρια (ΕΔΣ)

Η έννοια εκπαιδευτικό-διδασκτικό σενάριο (ΕΔΣ) (Educational Scenario) έχει απασχολήσει πολλούς επιστήμονες, ερευνητές και επιστημονικούς φορείς. Ο Shabajee (1999), αναφέρει πως το ΕΔΣ αποτελεί ένα ημιδομημένο μεν ευέλικτο δε σχέδιο διαδοχής εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, το οποίο παράλληλα αναφέρεται στους τρόπους χρήσης μαθησιακών εργαλείων, στην οργάνωση των κοινωνικών δομών και τις χωροχρονικές ρυθμίσεις του μαθησιακού περιβάλλοντος. Οι Kynigos & Argyris (2004), ορίζουν πως, ένα ΕΔΣ περιγράφει ρητά μία μαθησιακή δραστηριότητα, ενώ παράλληλα αναφέρεται στους τρόπους χρήσης ψηφιακών εργαλείων, στην οργάνωση των κοινωνικών δομών, και στις χωροχρονικές ρυθμίσεις του μαθησιακού περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τον ερευνητή Κυνηγό (2006), το ΕΔΣ διαφέρει τόσο από το παραδοσιακό σχέδιο μαθήματος, το οποίο συνιστά ένα τεχνικό κείμενο με προκαθορισμένη γραμμική δομή, όσο και από το επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα, που αποτελεί ένα κεντρικά σχεδιασμένο, ανεπτυγμένο σώμα γνώσεων. Επιπλέον, οι ερευνητές Σοφός και Kron (2010) αναφέρουν ότι το ΕΔΣ μπορεί να οδηγήσει σε διδακτικό μετασχηματισμό του αναλυτικού προγράμματος. Το ΕΔΣ περιλαμβάνει σαφείς αναφορές σε δραστηριότητες και τρόπους χρήσης των

ψηφιακών εργαλείων κατά τη διδασκαλία. Η έμφαση δίνεται στις χρήσεις της τεχνολογίας μέσα σε συγκεκριμένες διδακτικές συνθήκες και όχι μόνο στις λειτουργικότητες της τεχνολογίας. Η δομή των ΕΔΣ δεν είναι κλειστή με συνέπεια να έχουν προταθεί πολλές φόρμες. Στη συγκεκριμένη έρευνα οι φοιτητές και οι φοιτήτριες αξιοποίησαν τη δομή που δημοσίευσαν οι Κυνηγός κ.α. (2001).

4. Η γνώση περιεχομένου στη Γεωμετρία

Η γνώση περιεχομένου των εκπαιδευτικών στη Γεωμετρία έχει μεταξύ άλλων μελετηθεί στο παρελθόν (Ma, 1999) και αναδεικνύεται ότι συχνά τόσο οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί, όσο και οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί δεν έχουν κατανοήσει σε βάθος ορισμένα θέματα έτσι ώστε να είναι σε θέση να διευκολύνουν τη μάθηση μαθητών και μαθητριών τους. Σύμφωνα με τους Jones, Mooney, & Harries (2002), στη Μεγάλη Βρετανία οι έρευνες αναδεικνύουν ότι η Γεωμετρία είναι η περιοχή των Μαθηματικών που οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί έχουν χαμηλές επιδόσεις και ελάχιστη αυτεπάρκεια. Ένα από τα ζητήματα έρευνας είναι και η μελέτη της γνώσης των μελλοντικών εκπαιδευτικών στα πολύγωνα. Ο ερευνητής Ward, (2004, σ. 40) σε έρευνα που πραγματοποίησε σε 7 φοιτητές/τριες δημοτικής εκπαίδευσης υποστήριξε ότι «...υπάρχει σύγκρουση μεταξύ των νοητικών αναπαραστάσεων των φοιτητών/τριών, δηλαδή, της εννοιολογικής εικόνας που έχουν για το πολύγωνο». Επιπρόσθετα, οι Cunningham & Roberts, (2010) στην έρευνα που πραγματοποίησαν σε 23 φοιτήτριες, αναδεικνύουν ότι ορισμένες εξ αυτών έχουν αδυναμίες στην εννοιολογική κατανόηση της έννοιας του πολυγώνου.

5. Τα στάδια της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 25 (16 φοιτήτριες και 9 φοιτητές) προπτυχιακούς φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου (ΠΤΔΕ). Χρησιμοποιήθηκε η προσέγγιση της «μάθησης της τεχνολογίας μέσω σχεδιασμού (*learning technology by design*)», που προτείνουν οι Mishra & Koehler (2006) βασισμένη στον πειραματικό σχεδιασμό (Cobb κ.α., 2003). Επιλέχθηκαν τα ΕΛΠΙΜ ως το λογισμικό της έρευνας, αφού αποτελεί επίσημο και συνοδευτικό λογισμικό του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για τα Μαθηματικά του δημοτικού. Στην έρευνα, βάσει του πλαισίου TPACK, δόθηκε έμφαση στην παρακολούθηση των συνδέσεων, των συσχετίσεων, των διευκολύνσεων αλλά και των εμποδίων που εμφανίζονται κατά τη μάθηση της τεχνολογίας μέσω σχεδιασμού. Οι ερευνητές αξιοποίησαν την μέθοδο της τριγωνοποίησης (συγκέντρωση και ανάλυση ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων), με σκοπό την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εγκυρότητα και αξιοπιστία. Η συλλογή των δεδομένων έγινε μέσω των παρακάτω μεθόδων: ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις, γραπτό υλικό που συγκεντρώθηκε από τους φοιτητές/τριες και ημερολόγιο παρατηρήσεων με στόχο να διερευνηθούν οι ερευνητικοί στόχοι της παρούσας εργασίας. Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση (μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις, t-test, ANOVA) με τη χρήση του λογισμικού SPSS, ενώ για την ποιοτική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό NVivo.

Οι ερευνητές διεξήγαγαν μία τριώρη συνάντηση με τους προπτυχιακούς φοιτητές στο εργαστήριο Μαθηματικών, δύο φορές την εβδομάδα κατά τη διάρκεια ενός εξαμήνου. Σε όλη την διάρκεια της έρευνας έγινε χρήση διαφόρων τεχνολογικών εργαλείων: δικτυακός τόπος του ΠΤΔΕ, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο του μαθήματος, πλατφόρμα Moodle ως πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης του μαθήματος, χώρος συζήτησης (forum), ιστολόγιο (blog), επικοινωνία μέσω σύντομων γραπτών μηνυμάτων (sms) με τη χρήση κινητών τηλεφώνων κ.α. Με τον τρόπο αυτό, οι φοιτητές/τριες εργάζονταν σε ένα πλούσιο τεχνολογικά περιβάλλον, με στόχο την ανάπτυξη θετικής στάσης απέναντι σε συγκεκριμένα τεχνολογικά εργαλεία και την επαφή τους με καλές πρακτικές αξιοποίησης των ΤΠΕ. Η έρευνα χωρίστηκε στις ακόλουθες επτά φάσεις: α) συλλογή ποσοτικών δεδομένων για το στυλ μάθησης των φοιτητών/τριών, την στάση και την αυτεπάρκειά τους σε σχέση με τα τεχνολογικά εργαλεία και τα Μαθηματικά, β) έρευνα βασισμένη στον πειραματικό σχεδιασμό, όπου οι εκπαιδευόμενοι εργάζονταν σε διάφορα ζητήματα Γεωμετρίας (πολύγωνο, τρίγωνο, τετράγωνο, παραλληλόγραμμο, κύβος, παραλληλεπίπεδο, περίμετρο, εμβαδό και όγκο αντίστοιχα) στο χαρτί και στα ΕΛΠΙΜ, κατά την οποία έμαθαν να χρησιμοποιούν εκτός των άλλων τον μικρόκοσμο «Γεωπίνακας», γ) ολοκλήρωση από τους φοιτητές μιας εργασίας σε σχέση με τα γεωμετρικά σχήματα και τα στερεά από τα σχολικά βιβλία δημοτικού και γυμνασίου και δημιουργία ενός σχεδίου μαθήματος για τη διδασκαλία του κεφαλαίου *Εμβαδόν παραλληλογράμμου ή Όγκος ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου* από τα Μαθηματικά της έκτης δημοτικού δ) οι εκπαιδευόμενοι εργάστηκαν σε ένα ΕΔΣ και στη συνέχεια δημιούργησαν δικά τους ΕΔΣ για τη διδασκαλία του ίδιου κεφαλαίου που είχαν αναπτύξει σχέδιο μαθήματος, το οποίο παρουσίασαν στους συμμαθητές τους, έλαβαν ανατροφοδότηση, επανήλθαν και παρουσίασαν εκ νέου το ΕΔΣ τους και το επέκτειναν για το γυμνάσιο (μάθηση τεχνολογίας μέσω σχεδιασμού), ε) διενέργεια ημιδομημένων συνεντεύξεων, στ) έρευνα ικανοποίησης και ζ) αξιολόγηση των φοιτητών/τριών. Στην παρούσα εργασία αναλύονται δεδομένα που συλλέχθηκαν στις φάσεις α, β, δ.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στη φάση δ, οι ερευνητές δημιούργησαν ένα ΕΔΣ στο οποίο οι φοιτητές/τριες εργάστηκαν σε μία συνάντηση. Το ΕΔΣ είχε τίτλο: Δημιουργώντας δίκτυα κινητής επικοινωνίας. Το ΕΔΣ, οι στόχοι και τα φύλλα εργασίας που το συνοδεύουν παρουσιάζονται στο παράρτημα.

6. Αποτελέσματα

Στην τέταρτη φάση της έρευνας, 17 από τους/τις 25 φοιτητές/τριες εργάστηκαν σε ένα ΕΔΣ. Από το μάθημα συγκεντρώθηκαν τα φύλλα εργασίας και ψηφιακά αρχεία, ενώ κατά την υλοποίηση του ΕΔΣ οι ερευνητές κατέγραψαν παρατηρήσεις. Στη συνέχεια τα φύλλα εργασίας μαζί με τις παρατηρήσεις αναλύθηκαν ποιοτικά με τη βοήθεια του λογισμικού NVivo και στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν την γνώση του περιεχομένου, την τεχνολογική γνώση και την τεχνολογική γνώση περιεχομένου των φοιτητών/τριών.

6.1 Γνώση του περιεχομένου

Στο πρώτο ερώτημα του πρώτου φύλλου εργασίας, ζητήθηκε από τους φοιτητές να σχεδιάσουν ένα πολύγωνο. Το έναυσμα δόθηκε από το βιβλίο Μαθηματικών της Δ΄ Δημοτικού όπου το 5ο κεφάλαιο έχει ως διδακτικό στόχο την εξοικείωση των μαθητών με την έννοια του πολυγώνου. Όλοι οι συμμετέχοντες/ουσες σχεδίασαν σωστά ένα πολύγωνο. Ενδιαφέρον όμως έχει το είδος του πολυγώνου που επέλεξαν να σχεδιάσουν ή πιθανώς να μπορούσαν να σχεδιάσουν βάσει των γνώσεών τους. Σε όλες τις περιπτώσεις οι φοιτητές σχεδίασαν ένα n -γωνο με $n > 4$. Επιπλέον, εκτός μίας φοιτήτριας και ενός φοιτητή, (π.χ. εικόνα 2) όλοι οι εκπαιδευόμενοι σχεδίασαν ένα κυρτό πολύγωνο.

1. Σχεδιάστε ένα πολύγωνο.



Εικόνα 2. Ο σχεδιασμός του μη κυρτού πολυγώνου από την Αντωνία

Παρότι μόνο δύο φοιτητές σχεδίασαν ένα μη κυρτό πολύγωνο στο 1ο ερώτημα, η συζήτηση που ξεκίνησε η φοιτήτρια στο εργαστήριο ανέδειξε την αμφιβολία της για το σχήμα που σχεδίασε. Πιο συγκεκριμένα αναφέρει:

Αντωνία: «Είναι σωστό αυτό που έχω σχεδιάσει;»

Ερευνητής: «Γιατί ρωτάς;»

Αντωνία: «Όλοι οι υπόλοιποι έχουν κάνει κλειστά σχήματα που μοιάζουν περισσότερο με πολύγωνο...» (δεν είχε δει το υλικό του συμφοιτητή της).

Ερευνητής: «Τι πιστεύεις εσύ;»

Αντωνία: «Νομίζω ότι είναι πολύγωνο αυτό που έχω φτιάξει, δεν χρειάζεται να κλείνει σαν κύκλος...».

Εκεί η συζήτηση επεκτάθηκε και στους υπόλοιπους συμμετέχοντες, σχετικά με το αν αποτελεί πολύγωνο το σχήμα που σχεδίασε η Αντωνία. Από τη συζήτηση προέκυψαν τρεις ομάδες φοιτητών. Τα μέλη της μίας ομάδας δεν είχαν καθόλου γνώση των μη κυρτών πολυγώνων. Χαρακτηριστική είναι η φράση του Σωκράτη, ο οποίος ανήκει στην πρώτη ομάδα και αναφέρει: «...μα ένα πολύγωνο πρέπει να είναι σαν κύκλος με γωνίες...». Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει τους φοιτητές που ανακάλεσαν στην μνήμη τους τη γνώση τους για τα μη κυρτά πολύγωνα και υποστήριξαν ότι το σχήμα της εικόνας 2 αποτελεί πολύγωνο. Τέλος, η μία φοιτήτρια και ο ένας φοιτητής αποτελούν την τρίτη ομάδα, όπου γνώριζαν και αξιοποίησαν στο σχεδιασμό την γνώση τους, παρότι αναδεικνύεται και κάποια σχετική αμφιβολία για τον σχεδιασμό που έκανε η φοιτήτρια Αντωνία.

Ένα επόμενο ζήτημα ήταν η διερεύνηση της γνώσης των φοιτητών για την έννοια του κανονικού πολυγώνου και κανονικού εξαγώνου. Τέσσερις από τους συμμετέχοντες δεν έδωσαν απάντηση ή έγραψαν ότι δεν θυμούνται ποια σχήματα καλούνται κανονικά πολύγωνα. Οι περισσότεροι φοιτητές δήλωσαν ότι κανονικά πολύγωνα καλούνται τα σχήματα που έχουν όλες τις πλευρές τους ίσες και όλες τις γωνίες τους ίσες. Ωστόσο δεν έλειψαν και οι λανθασμένες απαντήσεις που υποστήριζαν ότι τα

πολύγωνα λέγονται κανονικά όταν έχουν όλες τις γωνίες τους ίσες ή όταν έχουν όλες τις πλευρές τους ίσες.

Από την παραπάνω σύντομη ανάλυση, φαίνεται ότι ορισμένοι φοιτητές έχουν πολύ χαμηλή γνώση περιεχομένου (π.χ. ο Σωκράτης, όπου εμφανίζεται να μην έχει γνώση των σχετικών θεμάτων ή η Γλυκερία που λέει: «...από μικρή φοβόμουν ότι είχε σχέση με τη Γεωμετρία με αποτέλεσμα να έχω κενά»). Μία άλλη ομάδα φοιτητών εμφανίζεται να γνωρίζει τα θέματα Γεωμετρίας με τα οποία ασχολήθηκε το ΕΔΣ, αλλά είτε να μην έχει αναπτύξει κατάλληλες αναπαραστάσεις για τα πολύγωνα, είτε οι αναπαραστάσεις που έχει αποκτήσει να οδηγούν σε λανθασμένες επιλογές και τέλος, υπάρχει μία ομάδα η οποία έχει γνώση των θεμάτων Γεωμετρίας του ΕΔΣ.

6.2 Τεχνολογική γνώση

Οι φοιτητές/τριες της έρευνας διέθεταν υψηλή αυτεπάρκεια στη χρήση των ΤΠΕ και θετική στάση απέναντι στις ΤΠΕ σύμφωνα με την ποσοτική μελέτη αυτών των χαρακτηριστικών (Doukakis et al., 2010) που διενεργήθηκε στην πρώτη φάση της έρευνας. Εργαζόμενοι οι φοιτητές/τριες στο δεύτερο φύλλο εργασίας, διερεύνησαν τον μικρόκοσμο «Γεωπίνακας» των ΕΛΠΙΜ ώστε να απαντήσουν στα ερωτήματα (βλ. παράρτημα). Με τον μικρόκοσμο είχαν εξοικειωθεί σε προηγούμενες φάσεις της έρευνας (φάση β και γ). Πραγματοποίησαν γεωμετρικές κατασκευές, έκαναν μέτρηση γωνιών, συγκρίνανε σχήματα με ίδια περίμετρο ως προς το εμβαδόν τους και υπολόγισαν το εμβαδόν του κανονικού εξαγώνου μέσω ισοσκελών τραπεζίων, ισόπλευρων τριγώνων και μοναδιαίων τετραγώνων.

Σύμφωνα με τις αναφορές των φοιτητών/τριών ο μικρόκοσμος: α) είτε είναι αρκετά εύχρηστος λέγοντας «τον χρησιμοποίησα με μεγάλη ευκολία μιας και είναι απλός», β) είτε δεν τους δυσκόλεψε χωρίς όμως να επικαλεστούν ότι ήταν και ιδιαίτερα εύχρηστος λέγοντας «δυσκολία ... με την ακρίβεια των σχηματισμού των εκάστοτε σχημάτων...», γ) είτε βρήκαν δυσκολίες από τη χρήση του λέγοντας ότι «...δεν είμαι αρκετά εξοικειωμένη με τα ΕΛΠΙΜ», «δυσκολία όσον αφορά ... την δημιουργία αυτών που είχαμε ...στο χαρτί να τα μεταφέρουμε στον υπολογιστή» και δ) είτε συνάντησαν δυσκολίες που ξεπέρασαν σύντομα και εύκολα «τις ξεπέρασα στην πορεία...».

Από τα παραπάνω διακρίνονται τέσσερις ομάδες φοιτητών, όπου η πρώτη χειρίζεται με άνεση και ευκολία ένα λογισμικό, το θεωρεί χρήσιμο και το αξιοποιεί κατάλληλα με σκοπό την επίτευξη μιας εργασίας, η δεύτερη ομάδα που παρότι δεν εκθειάζει το λογισμικό το χρησιμοποιεί, η τρίτη ομάδα που εντοπίζει δυσκολίες στη χρήση και προσδιορίζει συγκεκριμένους περιορισμούς και η τέταρτη ομάδα που παρότι βρίσκει δυσκολίες τις ξεπερνά και το χρησιμοποιεί με κατάλληλο τρόπο.

6.3 Τεχνολογική γνώση περιεχομένου

Η γνώση του εκπαιδευτικού για να αναγνωρίζει τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία επηρεάζει το περιεχόμενο που πρόκειται να διδάξει είναι μία σημαντική παράμετρος που αποτέλεσε ένα υπό διερεύνηση θέμα της έρευνας. Προς την κατεύθυνση αυτή ήταν σημαντικό να εντοπίσουν οι φοιτητές τα όρια των ΕΛΠΙΜ –στον συγκεκριμένο

μικρόκοσμο– και ταυτόχρονα πώς η τεχνολογία ρυμουλκεί ή αλλάζει το περιεχόμενο. Από την ανάλυση των δεδομένων αναδεικνύεται μία ομάδα φοιτητών/τριών που όπως αναφέρει η Στέλλα: «...τα χρησιμοποιούμε ως 'εναλλακτική προσέγγιση' για ένα συγκεκριμένο θέμα», ενώ μία άλλη ομάδα αναφέρει «...κατασκευάσαμε με τη χρήση του (λογισμικού) τετράγωνο, ισόπλευρο τρίγωνο και κανονικό εξάγωνο και μετρήσαμε την περίμετρό τους, το εμβαδόν τους και τις γωνίες τους». Από την άλλη ο Γιώργος βλέπει ότι «η στρατηγική διδασκαλίας εξυπηρετήθηκε μέσω των λογισμικών» με το οποίο συνηγορεί και ο Χαράλαμπος λέγοντας «...(η μη χρήση του λογισμικού) δεν θα μας έκανε να αναστοχαστούμε για πολύγωνα όπως είναι η κυψέλη». Τέλος, η Μάρθα αναφέρει ότι «αν δε γινόταν χρήση του λογισμικού δεν θα μπορούσε να γίνει εύκολα κατανοητό με τι ισούται το εμβαδόν εξαγώνου...».

Από την άλλη είναι χρήσιμο να αναδειχτεί ότι η χρήση του μικρόκοσμου επηρέασε τη μάθηση των φοιτητών/τριών. Από τα αποτελέσματα που παρουσίασαν στο δεύτερο φύλλο εργασίας και στα αποθηκευμένα αρχεία διακρίνονται οι φοιτητές οι οποίοι παρότι εργάστηκαν σε ένα διερευνητικό περιβάλλον α) δεν διέκριναν ότι σχήματα με ίδια περίμετρο μπορεί να έχουν διαφορετικό εμβαδόν, β) δεν διέκριναν ότι από τα τρία σχήματα που εφάπτονται χωρίς να έχουν κενά (ισόπλευρο τρίγωνο, τετράγωνο και κανονικό εξάγωνο) και τα οποία έχουν την ίδια περίμετρο το κανονικό εξάγωνο έχει το μεγαλύτερο εμβαδόν και γ) υπολόγισαν λανθασμένα είτε την περίμετρο, είτε το εμβαδόν με την χρήση των εργαλείων του μικρόκοσμου και ταυτόχρονα δεν έλεγξαν τα αποτελέσματα σύμφωνα με την γνώση του περιεχομένου.

Ταυτόχρονα, ενώ ορισμένες φοιτήτριες αναδεικνύουν την αξία του μικρόκοσμου και τις δυνατότητες που προσφέρει, λέγοντας «αν δε γινόταν χρήση του λογισμικού δεν θα μπορούσε να γίνει εύκολα κατανοητό με τι ισούται το εμβαδόν εξαγώνου...» και «...τελικά αποδεικνύεται πως τα ΕΛΠΙΜ, έχουν αρκετές δυνατότητες...» άλλοι αναφέρουν τα αρνητικά και τους περιορισμούς που προκύπτουν από τη χρήση του μικρόκοσμου όπως «σε κάποια σημεία παρουσίαζε δυσκολία ιδιαίτερα στο σχεδιασμό εξαγώνου όπου έπρεπε να κόψουμε με το ψαλίδι του γεωπίνακα...». Από τα παραπάνω αναδεικνύεται η κριτική στάση των φοιτητών απέναντι στην τεχνολογία, η οποία θέτει τις βάσεις για την απόκτηση τεχνολογικής γνώσης περιεχομένου.

7. Συζήτηση αντί Επιλόγου

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζεται ένα εκπαιδευτικό-διδασκτικό σενάριο το οποίο πραγματοποιήθηκε σε μελλοντικούς δασκάλους με στόχο να συγκεντρωθούν ερευνητικά δεδομένα και να αποκομίσουν οι εκπαιδευόμενοι μαθησιακά οφέλη για την έννοια του ΕΔΣ, διάφορες γεωμετρικές έννοιες και συνολικά να αποκτήσουν γνώσεις περιεχομένου, τεχνολογίας και παιδαγωγικής καθώς και γνώσεις στις συνδέσεις των παραπάνω ειδών γνώσης.

Οι απαντήσεις των φοιτητών μετά την ολοκλήρωση της συνάντησης στο φύλλο ανατροφοδότησης του μαθήματος, αναδεικνύουν ότι σημαντική παράμετρος στην κατανόηση των γεωμετρικών σχημάτων ήταν η συσχέτισή τους με τις χρήσεις τους στην καθημερινή ζωή, στη διάδοσή τους στη φύση, αλλά και σε επιστημονικά

ζητήματα. Για παράδειγμα αναφέρουν: «Κατάλαβα που χρησιμοποιείται το κανονικό εξάγωνο στην καθημερινή ζωή. Αυτό ... είναι σημαντικό για εμένα. Μπορεί, ακόμη, να νιώθω ανασφάλεια με την χρήση του λογισμικού όπως και με τα Μαθηματικά...». Ταυτόχρονα κάποιοι άλλοι φοιτητές προσπαθούν να αναδείξουν τη γνώση περιεχομένου που απέκτησαν λέγοντας «...Θυμήθηκα έννοιες που κάναμε στη Γεωμετρία...» ενώ μία φοιτήτρια προσπαθεί να αναδείξει ότι αποκόμισε θετικές εμπειρίες, αλλά παρόλα αυτά αναφέρει εκ νέου λάθος το τι είναι κανονικό πολύγωνο λέγοντας: «Έμαθα πως κανονικό πολύγωνο λέγεται το σχήμα που όλες οι πλευρές του είναι ίσες...». Από την άλλη κάποιοι φοιτητές μιλούν για τα χαρακτηριστικά των σχημάτων αναφέροντας ότι: «...έμαθα... αυτό που δεν είχα ποτέ σκεφτεί...ότι τα σχήματα που εφάπτονται ακριβώς και δεν δημιουργούν κενά είναι τα τρίγωνα, τα τετράγωνα και τα εξάγωνα». Τέλος, ορισμένοι ισορροπούν μεταξύ της προσέγγισης από τη μία χαρτί, μολύβι και από την άλλη λογισμικού, και αναφέρουν: «Πιστεύω πως αν δεν χρησιμοποιούσαμε ούτε το μιλιμετρέ χαρτί για την κατασκευή, αλλά ούτε και ... ΕΛΠΙΜ το μάθημα θα ήταν παθητικό», «Υπήρξε ισορροπία ... στη χρήση υπολογιστών και σχεδιασμού σχημάτων, ο συνδυασμός ... ήταν ο ιδανικότερος».

Παράλληλα, οι φοιτητές δήλωσαν ότι το ΕΔΣ τους αφορούσε σε μεγάλο βαθμό (όπου σε ερώτηση σχετικά με το βαθμό ενδιαφέροντος όλοι ανέδειξαν την σημαντικότητα και την χρησιμότητα του σεναρίου). Έτσι, φαίνεται ότι όταν ερευνητές ή/και εκπαιδευτές εκπαιδευτικών παρέχουν ευκαιρίες στους μελλοντικούς δασκάλους για μετατόπιση «από την παθητική και παραδοσιακή μάθηση ορισμών και κανόνων των γεωμετρικών εννοιών σε συμμετοχική μάθηση για την ανάπτυξη ισχυρών εννοιολογικών εικόνων» που υποστηρίζουν οι Cunningham και Roberts (2010) ως ιδανικό μοντέλο εκπαίδευσης, τα κατάλληλα σχεδιασμένα ΕΔΣ μπορούν να αποτελέσουν ένα εργαλείο το οποίο έχει τις δυνατότητες να συνεισφέρει στην ανάπτυξη της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου ορισμένων μελλοντικών εκπαιδευτικών.

Βιβλιογραφία

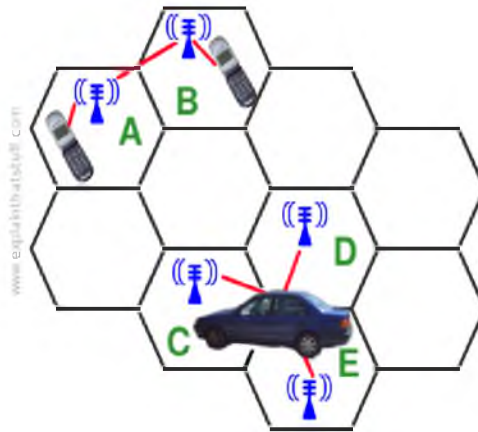
- Angeli, C. & Valanides, N. (2005). Preservice elementary teachers as information and communication technology designers: an instructional systems design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge, *Journal of Computer Assisted learning*, 21(4), 292-302.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher* 32(1), 9-13.
- Cunningham, R.F. & Roberts, A. (2010). Reducing the mismatch of geometry concept definitions and concept images held by pre-service teachers, *Issues in the undergraduate Mathematics preparation of school teachers*, Vol. 1.
- Doukakis, S., Chionidou-Moskofoglou, M., Mangina-Phelan, E. & Roussos, P. (2010). Researching technological and mathematical knowledge (TCK) of undergraduate primary teachers, *Journal Technology Enhanced Learning*, 2(4), 372-382.

- Jimoyiannis, A. & Komis, V. (2007). Examining teachers' beliefs about ICT in education: implications of a teacher preparation programme, *Teacher Development*, 11(2), 149-173.
- Jones, K., Mooney, C. & Harries, T. (2002). Trainee Primary Teachers' Knowledge of Geometry for Teaching, *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 22(2), 95-100.
- Kynigos, C., & Argyris, M. (2004). Teacher Beliefs and Practices Formed During an Innovation with Computer-based Exploratory Mathematics in the Classroom, *Teachers and Teaching: theory and practice*, 10(3), 247-273.
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Mishra, P., & Koehler, M.J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Shabajee, P. (1999). Making values and beliefs explicit as a tool for the effective development of educational multimedia software- a prototype, *British Journal of Educational Technology*, 30(2), 101-103.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Ward, RA. (2004). An Investigation of K-8 Preservice Teachers' Concept Images and Mathematical Definitions of Polygons, *Issues in Teacher Education*, 13(2), 39-56.
- Ζυμπίδης, Δ. (2010). *Διαδικασίες ένταξης εκπαιδευτικών λογισμικών από εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη διδασκαλία των Μαθηματικών*, Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Αιγαίου.
- Κυνηγός, Χ. (2006). *Το Μάθημα της Διερεύνησης*. Αθήνα, Ελληνικά Γράμματα.
- Κυνηγός, Χ., Ξένου, Ν., Γιαννούτσου, Ν., Κοτσάνης, Γ., Βασιλειάδης, Ν., Μαχαίρας, Α., Κορρές, Β., Πυργαρούσης, Θ. & Ζήσης, Γ. (2001) *Authoring εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων*, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, Αυτοτελές Τμήμα Διαχείρισης Διαρθρωτικών Προγραμμάτων, Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Έρευνας & Τεχνολογίας, ΕΠΕΤ II, Έργο 78, ΙΤΥ.
- Σοφός, Α., & Kron, F., (2010). *Αποδοτική Διδασκαλία με τη χρήση Μέσων. Από τα πρωτογενή και προσωπικά στα τεταρτογενή και ψηφιακά Μέσα*, Αθήνα, Γρηγόρης.

Παράρτημα

Δημιουργώντας δίκτυα κινητής επικοινωνίας

Τα δίκτυα κινητής επικοινωνίας χωρίζονται σε γεωγραφικές περιοχές που ονομάζονται κυψέλες, η καθεμιά από τις οποίες εξυπηρετείται από ένα σταθμό βάσης. Τα κινητά τηλέφωνα αποτελούν το σύνδεσμο του χρήστη με το δίκτυο. Το σύστημα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να εξασφαλίζει τη διατήρηση της σύνδεσης των κινητών τηλεφώνων με το δίκτυο, καθώς οι χρήστες μετακινούνται από τη μία κυψέλη στην άλλη.



Για την κάλυψη μιας περιοχής με κεραιές επιλέγονται τα κανονικά εξάγωνα και όχι κάποιο άλλο γεωμετρικό σχήμα.

Με το λογισμικό «Γεωπίνακας» μπορείτε να γίνετε μηχανικοί και να διερευνήσετε τους λόγους που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα κινητής επικοινωνίας τα κανονικά εξάγωνα.

Οι στόχοι του εκπαιδευτικού σεναρίου ήταν:

α) Ως προς το γνωστικό αντικείμενο

- Να ορίζουν τι είναι κανονικό πολύγωνο.
- Να υπολογίζουν την περίμετρο, το εμβαδόν ενός κανονικού πολυγώνου, το μέγεθος της γωνίας του και το άθροισμα των γωνιών του.
- Να ανακαλύψουν τις ιδιότητες των κανονικών πολυγώνων.
- Να μελετήσουν την ειδική περίπτωση κανονικού πολυγώνου - του εξαγώνου.
- Να πειραματιστούν με τις έννοιες του μήκους των διαγώνιων του κανονικού εξαγώνου και τη σχέση τους με τις πλευρές του.
- Να μελετήσουν τον τρόπο με τον οποίο θα καλύψουν ένα επίπεδο με πολύγωνα, έτσι ώστε να μην υπάρχει σύμπτωση εκτός από τις άκρες, δηλαδή, κάθε ακμή του πολυγώνου να συμπίπτει με μία ακμή ενός άλλου πολυγώνου.
- Να ανακαλύψουν ανάμεσα σε κανονικά πολύγωνα με την ίδια περίμετρο, ποιο έχει το μεγαλύτερο εμβαδόν.

β) Ως προς τη χρήση των τεχνολογικών εργαλείων

- Να χειριστούν τα γεωμετρικά σχήματα του «Γεωπίνακα», προκειμένου να κατασκευάσουν κανονικά πολύγωνα.
- Να χειριστούν δυναμικά τις αριθμητικές τιμές, προκειμένου να καταλήξουν σε

συμπεράσματα.

- Να εξομοιώσουν ένα πραγματικό απλουστευμένο πρόβλημα (κατασκευή δικτύου κινητών επικοινωνιών) στον υπολογιστή με τη βοήθεια πραγματικών δεδομένων.

γ) Ως προς τη μαθησιακή διαδικασία

- Να εμπλακούν οι μαθητές σε όλα τα στάδια της πειραματικής διαδικασίας (παρατήρηση, εικασία, κατασκευή υποθέσεων, έλεγχος υποθέσεων, εξαγωγή συμπερασμάτων, σταδιακή γενίκευση και διατύπωση κανόνων για τα κανονικά πολύγωνα).
- Να συνεργαστούν, να δουλέψουν ομαδικά και να εξασκηθούν στο διάλογο και την επιχειρηματολογία με στόχο την αξιοποίηση των συμπερασμάτων και των κανόνων, που θα προκύψουν από τον πειραματισμό, στην κατασκευή του δικού τους δικτύου επικοινωνιών.
- Να χειριστούν δυναμικά τις αριθμητικές τιμές, προκειμένου να καταλήξουν σε συμπεράσματα.
- Να εξομοιώσουν ένα πραγματικό απλουστευμένο πρόβλημα (κατασκευή δικτύου κινητών επικοινωνιών) στον υπολογιστή με τη βοήθεια πραγματικών δεδομένων.
- Να επεκτείνουν το σενάριο σε θέματα που σχετίζονται με τη χρήση των κινητών τηλεφώνων.

Φύλλα εργασίας

- Φύλλο Εργασίας 1: Κατασκευή πολυγώνων, όπου οι φοιτητές/τριες σχεδίασαν αρχικά πολύγωνα, τετράγωνα, τρίγωνα, εξάγωνα και στη συνέχεια κατασκεύασαν τα ίδια σχήματα με τη χρήση κανόνα και διαβήτη σε μιλιμετρέ χαρτί. Συζητήθηκαν οι έννοιες του ισόπλευρου τριγώνου, του κανονικού εξάγωνα και πολύγωνα.
- Φύλλο Εργασίας 2: Κατασκευή κανονικών πολυγώνων με τη χρήση των ΕΛΠΙΜ, όπου με τη χρήση του μικρόκοσμου «Γεωπίνακας» οι φοιτητές/τριες σχεδίασαν ισόπλευρα τρίγωνα, τετράγωνα, κανονικά εξάγωνα και κατασκεύασαν με γεωμετρικό τρόπο τετράγωνα, ισόπλευρα τρίγωνα και κανονικά εξάγωνα, μέτρησαν τις γωνίες, την περίμετρο και το εμβαδό των σχημάτων. Η μέτρηση του εμβαδού του κανονικού εξαγώνου έγινε και με τη βοήθεια του σχήματος του ισοσκελούς τραπεζίου, του ισοπλεύρου τριγώνου και του μοναδιαίου τετραγώνου του λογισμικού.
- Φύλλο Εργασίας 3: Το δίκτυο κινητής επικοινωνίας της Μεσαιωνικής πόλης της Ρόδου, όπου οι φοιτητές/τριες εργάστηκαν ώστε να εξομοιώσουν ένα πραγματικό δίκτυο κινητών επικοινωνιών στον υπολογιστή.
- Φύλλο Εργασίας 4: Συγγραφή έκθεσης-παρουσίασης, όπου οι φοιτητές/τριες αναστοχάστηκαν στα θέματα που πραγματεύτηκαν με το ΕΔΣ.