

Διαθεματική προσέγγιση των Μαθηματικών και της Τέχνης

Λαλαζήση Χρυσούλα,

Αρχιτέκτων- Πολιτικός Μηχανικός Σχολική Σύμβουλος ΠΔΕ

Αττικής

chrlalazisi@gmail.com

Αργύρη Παναγιώτα

Μαθηματικός στο Πρότυπο Πειραματικό Γενικό Λύκειο

Ευαγγελικής Σμύρνης

argiry@gmail.com

Περίληψη Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται δύο θέματα: α) διερευνάται η επίδραση μιας διαθεματικής διδακτικής εφαρμογής (μαθηματικών και τέχνης) στη βελτίωση της στάσης των μαθητών προς τα μαθηματικά, β) παρουσιάζεται ο τρόπος που ένα Πρότυπο Πειραματικό Λύκειο υποστηρίζει και αναδεικνύει την εν λόγω διαθεματική εφαρμογή καθώς και ο τρόπος που αναστοχάζεται και αξιοποιεί τον θετικό απόηχο την επόμενη χρονιά με επανατροφοδότηση μαθητών και καθηγητών και κλιμάκωση των πρωτότυπων δράσεων.

Η διαθεματική εφαρμογή αφορά σε μια Ερευνητική Εργασία (Ε.Ε) στο ΠΠ Λύκειο της Ευαγγελικής Σχολής Ν. Σμύρνης κατά το σχολικό έτος 2012-13 με θέμα «Η αλληλεπίδραση των μαθηματικών & της τέχνης από την αρχαία Ελλάδα έως τον 21ο αιώνα». Τα αποτελέσματα της εμπειρικής έρευνας έδειξαν ότι, κατά τη συγκεκριμένη διδακτική εφαρμογή αναπτύχθηκαν θετικές πεποιθήσεις για τη χρησιμότητα των μαθηματικών, ενεργοποιήθηκε η δημιουργικότητα των μαθητών, αποκτήθηκαν δεξιότητες χρήσης μαθηματικών λογισμικών για σχεδίαση σύνθετων γεωμετρικών κατασκευών και παρατηρήθηκε θετική επίδραση στο κλίμα της τάξης της Γεωμετρίας. Διαφαίνεται λοιπόν ενίσχυση της θετικής στάσης προς το μάθημα της Γεωμετρίας η οποία και δηλώθηκε ρητά σε εστιασμένες ομαδικές συνεντεύξεις.

Τέλος έγινε φανερό ότι οι ομαδοσυνεργατικές διδακτικές πρακτικές και οι διαθεματικές εφαρμογές στα Πρότυπα Πειραματικά σχολεία μπορούν να στηρίξουν πολύ ικανοποιητικά, μέσω της αλληλεπίδρασης, πολύ διαφορετικά πεδία πνευματικής δημιουργίας, όπως είναι τα Μαθηματικά και η Τέχνη, καθώς παρουσιάζεται μία σειρά δράσεων και δραστηριοτήτων που υλοποιούνται τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά την ολοκλήρωση της μελετώμενης Ε.Ε.

Λέξεις κλειδιά : Ερευνητική εργασία, εμπειρική έρευνα , Πρότυπα Πειραματικά σχολεία.

1 Εισαγωγή

Διαθεματική Προσέγγιση των Μαθηματικών και της Τέχνης

Το μάθημα της Ερευνητικής Εργασίας αποτελεί θεματοκεντρική εφαρμογή, η οποία, μέσω ομαδοσυνεργατικής μάθησης με φθίνουσα καθοδήγηση, υλοποιεί τις προτάσεις του ΠΙ για ανάπτυξη δραστηριοτήτων που θα «ενιαιοποιήσουν» τη σχολική γνώση με τα ενδιαφέροντα των μαθητών και με τις καταστάσεις της ζωής πάνω σε θέματα που προτείνουν οι μαθητές και διαμορφώνονται με την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών» (ΠΙ 2004). Η καινοτομία των ερευνητικών εργασιών, που υλοποιήθηκαν τα έτη 2011-12 και 2012-13, στηρίζεται στην παιδαγωγική αρχή της διεπιστημονικής συνεργασίας δύο ή περισσότερων επιστημονικών κλάδων κατά τη διερεύνηση ενός θέματος (βλ.Ματσαγγούρας :22, 2004, ΥΠΑΜΘ 2011,σελ.22. , Klein 1991, Klein 2001, ΥΠΑΜΘ 2010: 25, ΥΠΑΜΘ 2011: 18, Καψάλης και Νημά 2008, Δαμανάκη κ.αλ. 2006). Μάλιστα σύμφωνα με ερευνητικά αποτελέσματα (βλ. Ματσαγγούρας: 22, 2004) η συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευτικών μετατρέπει το σχολείο σε κοινότητα μάθησης και επαγγελματικής ανάπτυξης, η οποία λειτουργεί ως μία μορφή διαρκούς ενδοσχολικής επιμόρφωσης, με σημαντικά οφέλη για τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς, τη σχολική μονάδα και, κυρίως, τους μαθητές (βλ. Morrissey 2000, Achinstein 2002, Annenberg Institute for School Reform 2004).

Σύμφωνα με τον Ματσαγγούρα «Οι ερευνητικές εργασίες (project) ενεργοποιούν τη σκέψη, τη δημιουργικότητα και την πρωτοβουλία των μαθητών Επίσης,αυξάνουν το ενδιαφέρον για τα επιμέρους μαθήματα, διότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται στην πράξη τη συμβολή των διδασκόμενων μαθημάτων στην κατανόηση βασικών ζητημάτων της καθημερινότητας» (βλ. Ματσαγγούρας Η. 2009 : 19). Μέσα σε αυτό πλαίσιο διερευνάται εμπειρικά στην παρούσα εργασία η επίδραση μιας Ε.Ε, με θέμα τα Μαθηματικά και την Τέχνη, στη βελτίωση της θετικής στάσης των συμμετέχοντων μαθητών στα μαθηματικά και ειδικότερα στη Γεωμετρία.

Σύμφωνα με τους Dossey, Mullis & Jones(1993,) στη δημιουργία θετικών ή αρνητικών στάσεων για τα μαθηματικά συμβάλλουν κυρίως *κοινωνικοί παράγοντες*, όπως το *οικογενειακό περιβάλλον* με την *καλλιέργεια της αυτοϊδέας και αυτοεκτίμησης του εφήβου*, αλλά και *η θετική ενίσχυση* (που παρέχουν οι δάσκαλοι κυρίως στις πρώτες τάξεις του δημοτικού) (Renga & Dalla,1993). Σε ανάλογο συμπέρασμα κατέληξαν οι Schoenfeld (1989) και Φιλίππου (1991), μετά από έρευνες τόσο στο διεθνή όσο και στον ελληνικό χώρο, δηλαδή ότι οι στάσεις των μαθητών επηρεάζονται από την **επίδοση και την εικόνα που έχουν για τον εαυτό** τους.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία *οι πέντε πιο σημαντικοί παράγοντες που φαίνεται να επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την επίδοση στα Μαθηματικά* και οι οποίοι σχετίζονται άμεσα με αυτή είναι **το κλίμα της τάξης** (Wang et al., 1990), **η μεθοδολογία και οι στάσεις του εκπαιδευτικού των Μαθηματικών** (Reyes & Stanic, 1988; Ruffel, Mason & Allen, 1998), το μορφωτικό επίπεδο των γονιών (Fuligni, 1997) οι στάσεις των γονιών απέναντι στα Μαθηματικά (Fuligni, 1997; Bos & Kuiper, 1999) και **οι στάσεις των μαθητών απέναντι στα Μαθηματικά** (Minato & Kamata, 1996).

Είναι φανερό ότι στάση και επίδοση στα μαθηματικά είναι παράγοντες ισχυρά συσχετισμένοι.

Η ανάπτυξη εσωτερικών κινήτρων για τη μελέτη των μαθηματικών έχει άμεση σχέση με τη δημιουργία θετικών ή αρνητικών στάσεων απέναντι στα μαθηματικά. Αν ο μαθητής έχει μόνο εξωτερικά κίνητρα, δηλαδή αποβλέπει στη βαθμολογική επιτυχία του ή στην αποφυγή πιθανής ποινής στην αποτυχία, τότε θα σταματήσει την προσπάθειά του όταν δεν υπάρχει πλέον το αντίστοιχο κίνητρο. Τα εσωτερικά κίνητρα είναι η χαρά και η ικανοποίηση για την δημιουργικότητα και την επιτυχία καθ'αυτές. Αν ο μαθητής έχει αναπτύξει εσωτερικά κίνητρα, τότε σταδιακά διαμορφώνει θετική στάση απέναντι στα μαθηματικά.

Ο Τριάντης (1997) «στη θεωρία της διαπροσωπικής συμπεριφοράς» εισάγει δύο συνιστώσες της στάσης α) μια καθαρά συναισθηματική μέτρηση της στάσης (προσδοκώμενα συναισθήματα και ψυχική διάθεση για τη συγκεκριμένη συμπεριφορά) β) μια καθαρά γνωστική (πεποιθήσεις προσδοκώμενου οφέλους) μέτρηση της στάσης.

Κατά τη διερεύνηση της επίδρασης της Ε.Ε. στη στάση προς τα μαθηματικά μελετήθηκαν *γνωστικοί παράγοντες*: α) οι πεποιθήσεις που αναπτύχθηκαν για τη χρησιμότητα των μαθηματικών β) η χρήση των μαθηματικών λογισμικών στην τέχνη και *συναισθηματικοί*: α) η εκδήλωση ενδιαφέροντος και ευχαρίστησης δηλαδή η ανάπτυξη εσωτερικών κινήτρων για την αξιοποίηση των μαθηματικών λογισμικών στη καλλιτεχνική δημιουργία των μαθητών και β) η επίδραση της Ε.Ε. στη μείωση της μαθηματικής φοβίας.

Παράλληλα καταγράφηκε η φθίνουσα καθοδήγηση και η ανάπτυξη της αυτονομίας και της συνεργατικότητας των μαθητών καθώς και η αξιολόγησή τους από τους μαθητές γιατί περιγράφουν τη διδακτική-μαθησιακή προσέγγιση μέσω της οποίας εκπληρώθηκαν οι γενικότεροι παιδαγωγικοί στόχοι.

Τέλος, έπρεπε να καταγραφεί το σχολικό περιβάλλον όπου υλοποιήθηκε η Ε.Ε. Πρέπει να τονιστεί ότι η σχολική μονάδα ενός Πρότυπου Πειραματικού σχολείου διαδραματίζει με την σειρά της ιδιαίτερο ρόλο και συμβάλει σημαντικά στην διευκόλυνση και την στήριξη υλοποίησης καινοτόμων και πρωτότυπων διδακτικών προσεγγίσεων μέσα από τις ερευνητικές εργασίες. Επιπλέον προωθεί και επιδιώκει την διάχυση και επέκταση των αποτελεσμάτων τους μέσα από τον σχεδιασμό δράσεων και δραστηριοτήτων που θα ενσωματώνουν και θα αξιοποιούν τα θετικά αποτελέσματα των διεπιστημονικών συνεργασιών σε τοπικό, Εθνικό αλλά και Ευρωπαϊκό επίπεδο.

2 Πορεία και Φάσεις Υλοποίησης της Ερευνητικής Εργασίας

Για την υλοποίηση της Ε.Ε ακολουθήθηκε ομαδοσυνεργατική προσέγγιση του θέματος σε τρεις φάσεις με φθίνουσα καθοδήγηση από την πλευρά του διδάσκοντος. Συγκεκριμένα: Στην α' φάση οι ομάδες των μαθητών συντονίζονται για βιβλιογραφική αναζήτηση, αποδελτίωση και παρουσίαση πληροφοριών. Πιο συγκεκριμένα: Η ομάδα Α ασχολήθηκε με την σχέση των μαθηματικών και της

Τέχνης στο Μεσαίωνα –Αναγέννηση. Η ομάδα Β ασχολήθηκε με το χρυσό λόγο, το φ και τον κόσμο των φράκταλς και η ομάδα Γ με τη Μοντέρνα τέχνη.

Στην β' φάση οι μαθητές διαπιστώνουν τη συμβολή των νέων τεχνολογιών στη δημιουργία σύγχρονης ψηφιακής τέχνης και διερευνούν πως χρησιμοποιούνται ιδιότητες των μαθηματικών λογισμικών για τη δημιουργία καλλιτεχνικών κατασκευών. Συγκεκριμένα υλοποιήθηκαν οι ακόλουθες δραστηριότητες: α) Εκμάθηση των μαθηματικών εκπαιδευτικών λογισμικών (Sketchpad, geogebra) με παρουσίαση στην τάξη, αποστολή βιβλιογραφίας, καθοδήγησης και διευκρινήσεων μέσω emails και προσωπική μελέτη αρκετών ωρών β) Δημιουργία από τους μαθητές ψηφιακών γεωμετρικών κατασκευών (βλ.Παράρτημα Α) υψηλής αισθητικής με συγκεκριμένες γεωμετρικές ιδιότητες: Λόγοι ομοιότητας στα σχήματα, μετασχηματισμοί & συμμετρίες, γεωμετρικά μοτίβα, ψηφιδωτά &πλακοστρώσεις.

Στην γ' φάση οι μαθητές ενημερώνονται από τη Σχολική Σύμβουλο Αρχιτεκτόνων για εικαστικές τεχνικές και κινητοποιούνται να δημιουργήσουν ελεύθερα έργο τέχνης με ένα δικό τους μήνυμα καθώς και συγκεκριμένες γεωμετρικές κατασκευές. Χρησιμοποιώντας τη φαντασία τους, τις γεωμετρικές τους γνώσεις, τις προηγούμενες ψηφιακές γεωμετρικές κατασκευές τους και εικαστικές τεχνικές (κολλάζ, χρώμα, σύνθεση) και βασιζόμενοι στον κανόνα της χρυσής τομής κατασκευάζουν πρωτότυπα εικαστικά έργα όπως πίνακες ζωγραφικής και τρισδιάστατες γεωμετρικές κατασκευές (βλ.Παράρτημα Β)

3 Μεθοδολογία

Η συγκεκριμένη παιδαγωγική έρευνα είναι εμπειρική έρευνα πεδίου και αποτελεί μελέτη περίπτωσης, τα συμπεράσματα της οποίας αναφέρονται στο συγκεκριμένο μαθησιακό περιβάλλον. Έγινε στο πλαίσιο αξιολόγησης της διδακτικής εφαρμογής από την άποψη της εκπλήρωσης των γενικών παιδαγωγικών στόχων που καλείται να υλοποιήσει και επικεντρώνει στην επίδραση της Ε.Ε. σε μάθημα σχετιζόμενο με το διαθεματικό περιεχόμενο της συγκεκριμένης Ε.Ε. Χρησιμοποιεί συγκεκριμένες μορφές μάθησης (διδασκτική) και τις μελετά μέσα στο ειδικό μαθησιακό πλαίσιο ενός Πρότυπου-Πειραματικού Λυκείου. Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιούνται μετρήσεις πριν, ενδιάμεσα και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ομάδα μελέτης (τη σχολική τάξη 13 μαθητών με ερευνητικά εργαλεία ερωτηματολόγια ανοικτών και κλειστών ερωτήσεων και εστιασμένες ομαδικές συνεντεύξεις (focus group). Παρουσιάζεται η συνοπτική περιγραφή των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών με διαγράμματα συχνότητας που προκύπτουν από κωδικοποίηση των κλειστών ερωτήσεων και με πίνακες συχνότητας των νοηματικών κατηγοριών που προκύπτουν από την ανάλυση περιεχομένου των ανοικτών ερωτήσεων. Η διερεύνηση της επίδρασης της Ε.Ε. προκύπτει από την ανάλυση περιεχομένου των ομαδικών εστιασμένων συνεντεύξεων και της συνέντευξης της διδάσκουσας.

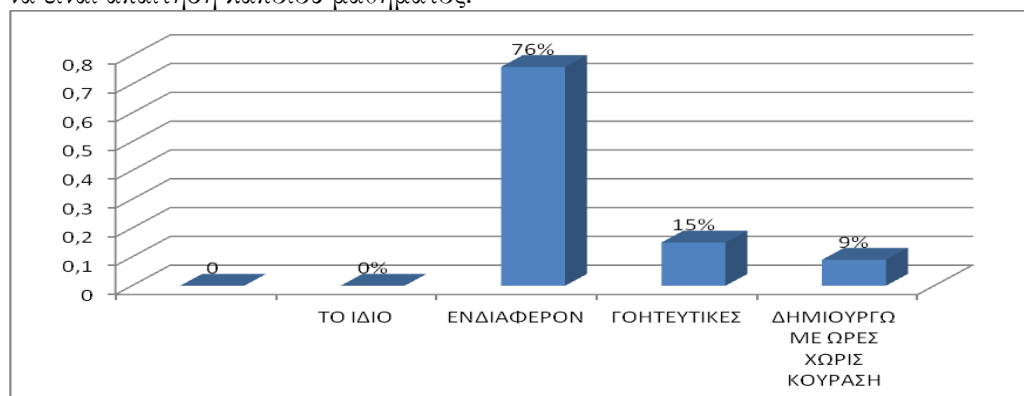
Είναι σημαντικό ότι η διδάσκουσα την ΕΕ δίδασκει παράλληλα και το μάθημα των μαθηματικών στους ίδιους μαθητές, οπότε μπορούσε να διαπιστώσει την πρόοδο στα μαθηματικά σε σχέση με μαθητές που δεν συμμετείχαν στην

συγκεκριμένη ΕΕ και να περιγράψει τις μεταβολές στο κλίμα της τάξης. Παράλληλα η συμμετοχή της στο μάθημα της ΕΕ, με εφαρμογή μαθητοκεντρικής ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας, είχε επίδραση στη δική της μεθοδολογία, στάση και υποστήριξη προς τους μαθητές στην τάξη των μαθηματικών.

4 Αποτελέσματα και συζήτηση

Υπήρξε θετική επίδραση της Ε.Ε στην εξοικείωση των μαθητών με τις γεωμετρικές κατασκευές καθώς και στην αύξηση του ενδιαφέροντος τους για αυτές (*Πως αξιολογείτε τις γεωμετρικές κατασκευές που κατασκευάσατε με τη βοήθεια των μαθηματικών εκπαιδευτικών λογισμικών;*). Οι περισσότεροι στο ενδιαμέσο στάδιο υλοποίησης της Ε.Ε βρίσκουν ενδιαφέρουσες τις γεωμετρικές κατασκευές που υλοποίησαν μέσω των μαθηματικών λογισμικών (**Σχήμα 1**).

Υπήρξε θετική επίδραση της Ε.Ε στην ανάπτυξη δεξιοτήτων χρήσης μαθηματικών λογισμικών για σχεδίαση που αποδεικνύεται από το γεγονός πως όλοι οι μαθητές κατέθεσαν πολλές πρωτότυπες και αξιόλογες ψηφιακές κατασκευές. Όσον αφορά στη συχνότητα χρήσης τους, τα δεδομένα βασίζονται στις δηλώσεις των μαθητών ΠΟΛΥ-ΛΙΓΟ-ΚΑΘΟΛΟΥ στην κλειστή ερώτηση: *Χρησιμοποιείτε τα μαθηματικά εκπαιδευτικά λογισμικά, που πλέον τα γνωρίζετε πολύ καλά, I. για διευκόλυνσή σας στα μαθηματικά ή άλλα μαθήματα εκτός της Ε.Ε; II. για να σχεδιάζετε και να δημιουργείτε στον ελεύθερο χρόνο σας για προσωπική ευχαρίστηση;* Από την ποσοτική ανάλυση φαίνεται πως στη πλειοψηφία τους (70%) οι μαθητές χρησιμοποιούν λίγο τα λογισμικά στις μαθητικές εργασίες και ακόμη λιγότερο (54%) για να σχεδιάσουν στον ελεύθερο χρόνο τους (**Σχήμα 2**). Είναι όμως θετικό ότι έστω και σε μικρό βαθμό αξιοποιούν ένα μαθηματικό εργαλείο χωρίς να είναι απαίτηση κάποιου μαθήματος.



Σχήμα 1: Αύξηση ενδιαφέροντος για τις γεωμετρικές κατασκευές

Διαθεματική Προσέγγιση των Μαθηματικών και της Τέχνης



Σχήμα 2: Αξιοποίηση μαθηματικών λογισμικών

(I) χρησιμοποιώ τα μαθηματικά εκπαιδευτικά λογισμικά για διευκόλυνση στα μαθηματικά ή σε άλλα μαθήματα και II) για να σχεδιάζω και να δημιουργώ στον ελεύθερο χρόνο μου για προσωπική ευχαρίστηση)

Διαπιστώνεται επίσης η **ανάπτυξη της αυτονομίας** και **ενεργοποίηση της δημιουργικότητας** των μαθητών καθώς και φθίνων **βαθμός καθοδήγησης** κατά την υλοποίηση της ερευνητικής εργασίας και από κλειστές ερωτήσεις όπως:

Η έμπνευση και η ιδέα για την τελική σας δημιουργία βασίστηκε

I. στις πληροφορίες από την βιβλιογραφική αναζήτηση του θέματος της Ε.Ε της δική σας ομάδας ΠΟΛΥ/ ΛΙΓΟ/ ΚΑΘΟΛΟΥ

(δημιουργική αξιοποίηση πηγών)(Σχήμα 3)

II. σε στοιχεία και ιδέες που σας έδωσαν οι καθηγητές σας ΠΟΛΥ/ ΛΙΓΟ/ ΚΑΘΟΛΟΥ

(ισχυρή καθοδήγηση)(Σχήμα 4)

III. σε προτάσεις και ιδέες των συμμαθητών σας ΠΟΛΥ/ ΛΙΓΟ/ ΚΑΘΟΛΟΥ

(ανάπτυξη αυτονομίας- φθίνουσα καθοδήγηση)(Σχήμα 5)



Σχήμα 3: Αξιοποίηση της βιβλιογραφικής αναζήτησης στη δημιουργικότητα

Διαθεματική Προσέγγιση των Μαθηματικών και της Τέχνης



Σχήμα 4: Η επίδραση των προτάσεων των καθηγητών για την τελική δημιουργία



Σχήμα 5: Η επίδραση των προτάσεων των μαθητών για την τελική δημιουργία

5 Στάση προς τα μαθηματικά και Επίδραση της ΕΕ

Από την ανάλυση περιεχομένου των τριών εστιασμένων ομαδικών συνεντεύξεων (αντιστοιχούσαν στις τρεις ομάδες εργασίας στην Ε.Ε.) βρέθηκαν τα ακόλουθα ευρήματα:

1^η ομάδα.

Στάση προς τα μαθηματικά: Στην ομάδα αυτή μια μαθήτρια είχε θετική στάση για τα μαθηματικά ενώ οι υπόλοιπες εξέφρασαν αισθήματα απαρέσκειας και φόβου τα οποία αμβλύθηκαν για τη Γεωμετρία τη φετινή χρονιά.

Επίδραση της ΕΕ: 1) Η εξοικείωση με τα μαθηματικά λογισμικά και τις γραφικές παραστάσεις και την παραγωγή σχημάτων βοήθησε στην κατανόηση θεωρημάτων της Γεωμετρίας 2) αυξήθηκαν οι θετικές πεποιθήσεις για τη χρησιμότητα των μαθηματικών

2^η ομάδα:

Διαθεματική Προσέγγιση των Μαθηματικών και της Τέχνης

Στάση προς τα μαθηματικά Η ομάδα των 4 αγοριών είχε θετική στάση προς τα μαθηματικά και δεν τους φόβιζαν. Στους τρεις σχετίζεται με υψηλή επίδοση και στον τέταρτο στην επιρροή του πατέρα του.

Επίδραση της ΕΕ: 1) έγινε καλύτερη η σχέση τους με τα μαθηματικά

2) Συνειδητοποίησαν την χρησιμότητα των μαθηματικών στην τέχνη.

3^η ομάδα

Στάση προς τα μαθηματικά: Οι 3 στις 4 μαθήτριες δεν συμπαθούν τα μαθηματικά, τα φοβούνται αλλά τα θεωρούν σημαντικά, έκαναν διάκριση στη Γεωμετρία που όλες την θεωρούν κατανοητή.

Επίδραση της ΕΕ: 1) έγινε καλύτερη η σχέση τους με τα μαθηματικά

2) απέκτησαν εξοικείωση με τα μαθηματικά λογισμικά.

Η επίδραση της ΕΕ στις πεποιθήσεις σχετικά με τη χρησιμότητα και τη σημαντικότητα των μαθηματικών μετρήθηκε τόσο μέσω της προαναφερθείσας ποιοτικής ανάλυσης των συνεντεύξεων, όσο και της ανάλυσης περιεχομένου ανοικτών ερωτήσεων όπως: *Από την βιβλιογραφική αναζήτηση του θέματος της Ε.Ε α) της δική σας ομάδας και β) των άλλων ομάδων ποια στοιχεία πληροφοριών βρήκατε αξιόλογα και με μεγαλύτερο ενδιαφέρον ;*

Ευρέθη ότι: όλοι οι μαθητές δήλωσαν εντυπωσιασμένοι από τη χρήση των μαθηματικών και στην τέχνη: *‘μου άρεσαν οι πίνακες του Escher και η ανάλυση τους’, ‘η χρυσή τομή’, ‘δημιουργίες του Escher’, ‘η εξέλιξη της τέχνης στο πέρασμα του χρόνου’, ‘η εργασία της Αναγέννησης, η ανάλυση πάνω στους πίνακες ήταν καταπληκτική’, ‘μου άρεσαν πάρα πολύ τα έργα του Escher και με παρακίνησαν να ψάξω και περισσότερο’, ‘όλες οι ομάδες παρουσίασαν αξιόλογες εργασίες με εξίσου ενδιαφέροντα θέματα όπως: η χρυσή τομή και τέχνη και μαθηματικά στο Μεσαίωνα’, ‘μου άρεσαν ιδιαίτερα η παρουσίαση που έγινε για το χρυσό αριθμό φ’.*

Από την ανάλυση περιεχομένου των ανοικτών ερωτήσεων: α) *τι τους έχει κερδίσει το ενδιαφέρον από την πορεία υλοποίησης της Ε.Ε.,* (η απάντηση δόθηκε σε ενδιάμεσο στάδιο εφαρμογής (Πίνακας Ι) και β) *ποια αναπάντεχα ευχάριστα στοιχεία και παράγοντες αναγνωρίζουν στην Ε.Ε.,* (η απάντηση δόθηκε μετά την υλοποίηση της Ε.Ε., βλέπε Πίνακα ΙΙ), βρέθηκαν τα ακόλουθα ευρήματα: Στο ενδιάμεσο στάδιο υλοποίησης της Ε.Ε., φάνηκε πως τα μαθηματικά εκπαιδευτικά λογισμικά ενδιαφέρουν τους μαθητές περισσότερο σαν εργαλείο καλλιτεχνικής δημιουργίας. Επίσης χαρακτηρίσαν ενδιαφέρουσα τη νέα γνώση για τη χρήση των μαθηματικών στην τέχνη.

Στην τελική εκτίμησή τους, μετά την ολοκλήρωση της ΕΕ σχεδόν όλοι οι μαθητές (οι 9 στους 13) θεωρούν ως αναπάντεχα ευχάριστο την καλλιέργεια διαφόρων δεξιοτήτων σε δημιουργικές δράσεις σχετικά με τα μαθηματικά και την τέχνη: όπως τη χρήση των μαθηματικών λογισμικών καλλιτεχνικά, τη συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός κοινού δημιουργικού στόχου, μέχρι την οργάνωση της σύνθεσης ενός πίνακα στη βάση αξόνων με χρυσή αναλογία (Πίνακας ΙΙ).

Διαθεματική Προσέγγιση των Μαθηματικών και της Τέχνης

Πίνακας I: Εντοπισμός στοιχείων που προκάλεσαν το ενδιαφέρον των μαθητών σε ενδιάμεσο στάδιο υλοποίησης της Ε.Ε

Ενδιαφέροντα στοιχεία της ΕΕ (νοηματικές κατηγορίες)	Συχνότητα (απόλυτη μαθητές)	αναφοράς στους 13	Σχετική συχνότητα αναφοράς
Συνεργασία σε ομάδα εργασίας	10		76,9%
Γνωριμία με Μαθηματικά λογισμικά	3		23,1%
Νέες Γνώσεις για τη χρησιμότητα των Μαθηματικών	3		23,1%
Νέες Γνώσεις για έργα τέχνης	5		38,5%
Χρήση των μαθηματικών λογισμικών για δημιουργία Γεωμετρικών Κατασκευών υψηλής αισθητικής	5		38,5%
Η προοπτική της Εκδρομής για παρουσίαση της δουλειάς των μαθητών σε Συνέδριο	5		38,5%

Πίνακας II: Εντοπισμός στοιχείων που προκάλεσαν ευχάριστα το ενδιαφέρον των μαθητών αμέσως μετά την ολοκλήρωση της Ε.Ε

Ευχάριστα στοιχεία της ΕΕ (νοηματικές κατηγορίες)	Συχνότητα (απόλυτη μαθητές)	αναφοράς στους 13	Σχετική συχνότητα αναφοράς
Συνεργασία	7		53,8%
Γνώσεις και εμπειρίες για Μαθηματικά και Τέχνη	4		30,8%
Η δημιουργία Γεωμετρικών κατασκευών τρισδιάστατων με διάφορα υλικά	4		30,8%
Εκπαιδευτική Εκδρομή με διανυκτέρευση	10		76,9%
Καλλιέργεια δεξιοτήτων χρήσης λογισμικών, κατασκευής εικαστικών έργων, ανταλλαγής απόψεων	9		69,2%
Η αναγνώριση και επιβράβευση της δουλειάς τους κατά την παρουσίαση της σε Συνέδριο στη Θεσσαλονίκη	3		23,1%

6 Βελτίωση του κλίματος στο μάθημα της γεωμετρίας λόγω θετικότερης στάσης μαθητών και διδάσκουσας

Σύμφωνα με συνέντευξη της διδάσκουσας «Οι 7 από τους 13 μαθητές που συμμετείχαν στην Ε.Ε ήταν και μαθητές μου στο μάθημα της γεωμετρίας. Έχω να παρατηρήσω τα ακόλουθα:

α) Οι μαθητές αυτοί εκδήλωσαν θετική στάση απέναντι στο μάθημα της γεωμετρίας καθώς υπήρχε ενεργή συμμετοχή, έντονο ενδιαφέρον, απόλυτη συνέπεια στην παράδοση ασκήσεων. Επίσης υπήρξε βελτίωση της επίδοσης τους στις γραπτές εξετάσεις

β) Κατά τη διάρκεια της χρονιάς η συνεργασία μου με αυτούς τους μαθητές στο μάθημα της Ε.Ε διαμόρφωσε σταδιακά και το διδακτικό συμβόλαιο μέσα στην μαθηματική σχολική τάξη στο μάθημα της γεωμετρίας. Αναγνωρίζω ότι η διδακτική μου συμπεριφορά απέναντι σε αυτή την ομάδα μαθητών διαφοροποιήθηκε σε μικρό βαθμό σε σχέση με τους άλλους. Ανέπτυξα και εγώ κίνητρα και προσπαθούσα με διδακτικές παρεμβάσεις (που προετοίμαζα ειδικά) να πετύχω βέλτιστη αποτελεσματική διδασκαλία. Κάποιες φορές ήμουν περισσότερο επιεικής, πολύ πρόθυμη στο να εξηγήσω απορίες και διευκρινήσεις.»

7 Ο Ρόλος των Πρότυπων Πειραματικών Σχολείων στην υλοποίηση Ε.Ε.

Για να γίνει λοιπόν το σημερινό σχολείο, το σχολείο της καινοτομίας, της σχετικής αυτονομίας, της συλλογικής ευθύνης, της εναλλακτικής μάθησης, της ουσιαστικής μόρφωσης, των δράσεων και των πρωτοβουλιών, εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό και από τον διευθυντή και τον σύλλογο διδασκόντων του (Μαυρογιώργος Γ., 1999). Οι σχολικές μονάδες των Πρότυπων Πειραματικών σχολείων υποστηρίζουν έντονα και προωθούν την υλοποίηση καινοτόμων διδακτικών πρακτικών διδασκαλίας, μακριά από τον αυστηρό δασκαλοκεντρικό φορμαλισμό.

Ο σύλλογος διδασκόντων αυτών των σχολικών μονάδων αποτελείται από άτομα με αυξημένα ακαδημαϊκά προσόντα και το μαθητικό δυναμικό εισάγεται μετά από γραπτές εισαγωγικές εξετάσεις και στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο. Επιπλέον αυτές τις σχολικές μονάδες έχουν επιδείξει μεγάλη παράδοση στην εκπόνηση περιβαλλοντικών, πολιτιστικών και ευρωπαϊκών προγραμμάτων συνεργασίας σχολείων. Αυτό υποδηλώνει και την διάθεση για άνοιγμα του σχολείου και σε άλλες δραστηριότητες εκτός του αυστηρού προγράμματος σπουδών. Να αναφερθεί χαρακτηριστικά η λειτουργία ομίλων αριστείας που υλοποιούνται εκτός του ωρολογίου προγράμματος.

Κάτω από τις παραπάνω προϋποθέσεις να αναφερθεί ότι ήταν εξαιρετικά υποστηρικτική ήταν η στάση της Δ/νσης του σχολείου προς τον φιλόδοξο και καινοτόμο σχεδιασμό της συγκεκριμένης Ε.Ε. **Η διάθεση υλικών πόρων** συνέβαλε στην δημιουργία των καλλιτεχνικών δημιουργημάτων των μαθητών. Παράλληλα υπήρχε και **η κατάλληλη υλικοτεχνική υποδομή**, ώστε οι μαθητές να έχουν την δυνατότητα χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών και ειδικού χώρου εργασίας για την παραγωγή των εργασιών τους.

Επιπλέον, ο σύλλογος διδασκόντων και ο σύλλογος γονέων υποστήριξε την **πραγματοποίηση των βιωματικών επισκέψεων** των μαθητών στο Μουσείο Ηρακλειδών και στην Εστία Επιστημών, οι οποίες όπως αποτυπώθηκε και στις

Διαθεματική Προσέγγιση των Μαθηματικών και της Τέχνης

συνεντεύξεις των μαθητών λειτούργησαν καταλυτικά για την συλλογή ιδεών , την απόκτηση επιπλέον κινήτρων ενασχόλησης με το θέμα της Ε.Ε, την καλλιέργεια πνεύματος έρευνας και αναζήτησης και τον εμπλουτισμό γνώσεων. Η συμμετοχή των μαθητών με την παρουσίαση της ερευνητικής εργασίας, την προβολή των καλλιτεχνικών τους δημιουργημάτων και των γεωμετρικών τους κατασκευών με την βοήθεια των νέων τεχνολογιών στο συνέδριο της 5^{ης} Διεθνούς Μαθηματικής Εβδομάδας στη Θεσσαλονίκη τον Μάρτιο 2013, υποστηρίχτηκε φανερά απο την κοινότητα του σχολείου. Οι μαθητές αποκόμισαν θετικές εμπειρίες απο την έκθεση των εργασιών τους, ενώ ταυτόχρονα αποτιμάται οτι διευκόλυνε και την προβολή του σχολείου , όπως και την ενίσχυση της αυτοεκτίμησης των μαθητών.

Ο ρόλος των Πρότυπων Πειραματικών σχολείων καθίσταται σημαντικός και για την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων μετά την ολοκλήρωση των Ε.Ε. Η οργάνωση δράσεων και δραστηριοτήτων σε θέματα που σχετίζονται με τα Μαθηματικά και την Τέχνη συνεχίστηκε και την επόμενη σχολική χρονιά (σχολ.έτος 2013-14). Η ομάδα των μαθητών που συμμετείχαν στην Ε.Ε με συντονίστρια την καθηγήτρια μαθηματικών και συνεργάτη την Σχολικό Σύμβουλο Αρχιτεκτόνων Μηχανικών συμμετέχουν ενεργά στην Κοινότητα των Σχολείων της Ευρώπης : ‘etwinning’ με την υλοποίηση των έργων με τίτλο : ‘Math and Arts’ και ‘Tillings in Europe’. Με την χρήση των δικτυακών εργαλείων επικοινωνίας οι μαθητές συνεργάζονται, ανταλλάσσουν ιδέες απόψεις ,γνωστοποιούν και δημοσιοποιούν τις εργασίες, αλλά κυριώς εμπνεύονται και αποκομίζουν ιδέες για περαιτέρω μελέτη. Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο και ο πρόεδρος της Ευρωπαϊκής Εταιρείας για την Τέχνη και τα Μαθηματικά κ. Claude Bruter (<http://www.math-art.eu/>) έχει εκφράσει ενδιαφέρον για την δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων της παρούσας ερευνητικής εργασίας στην ιστοσελίδα τους.

Επιπλέον το ενδιαφέρον και οι καλλιτεχνικές δημιουργίες των μαθητών, κατά την υλοποίηση της Ε.Ε, αποτέλεσαν το έναυσμα για την αξιοποίηση της συνεργασίας εικαστικών (αρχιτέκτονος Σχολικής Συμβούλου και ζωγράφου συνταξιούχου εκπ/κού), μαθηματικών (καθηγητών του σχολείου) και της διοίκησης του σχολείου με στόχο την αισθητική αναβάθμιση αίθουσας καθώς και του περιβάλλοντα χώρου που θα λειτουργεί ως εργαστήριο Μαθηματικών και συγχρόνως ως εκθεσιακός χώρος της καλλιτεχνικής δημιουργίας μαθητών (χωρίς να αποκλείονται και εκείνες των καθηγητών) ή των επιστημονικών ερευνών και των διδακτικών προτάσεων των καθηγητών μαθηματικών στο χώρο του σχολείου του Π.Π Λυκείου Ευαγγελικής Σχολής Σύμρνης (βλ.Παράρτημα Γ). Μετά την γνωστοποίηση της συγκεκριμένης δράσης, οι μαθητές προσφέρθηκαν να δημιουργήσουν επιπλέον καλλιτεχνικές κατασκευές, οι οποίες θα εκτίθενται στο χώρο. Στον εκθεσιακό αυτό χώρο για τα Μαθηματικά και την Τέχνη σχεδιάζεται μελλοντικά να οργανωθούν εργαστήρια για μαθητές και εκπαιδευτικούς άλλων σχολείων, όπου θα γνωστοποιηθούν και θα παρουσιαστούν οι καλλιτεχνικές-μαθηματικές κατασκευές με στόχο να προκύψουν νέες δημιουργίες και το ταξίδι στον κόσμο των Μαθηματικών και της Τέχνης θα συνεχίζεται μέσα απο την αμοιβαία ανατροφοδότηση τους.

8 Συμπεράσματα

Η γνώση για την σχέση των μαθηματικών με την τέχνη αύξησε τις θετικές πεποιθήσεις των μαθητών για τη χρησιμότητα των μαθηματικών. Η εκμάθηση των μαθηματικών λογισμικών και η χρήση τους για δημιουργία έργων τέχνης εξοικείωσε τους μαθητές με τις γεωμετρικές κατασκευές. Η συνεργατικότητα, η ανάπτυξη της αυτονομίας και η ενεργοποίηση της δημιουργικότητας των μαθητών μέσα από τον φθίνοντα βαθμό καθοδήγησης και τη δυνατότητα προβολής δουλειάς τους σε ευρύτερο κοινό οδήγησε στην ανάπτυξη ισχυρών εσωτερικών κινήτρων. Είναι χαρακτηριστική ή δήλωση τους ότι σταματούσανε μόνο λόγω κούρασης μετά από ομαδική εργασία 12ωρη εργασία.

Επίσης δήλωσαν θετικότερη στάση στη Γεωμετρία μετά την όχι μόνο θεωρητική αλλά και βιωματική γνώση της συνεισφοράς των μαθηματικών στην τέχνη. Αυξήθηκε το θετικό κλίμα στο μάθημα της Γεωμετρίας, κατά δήλωση τόσο της διδάσκουσας όσο και των μαθητών, εξ αιτίας της συνεργασίας τους στο μάθημα της Ε.Ε.

Η αξιοποίηση διαθεματικών σχεδίων μαθηματικών και τέχνης μέσα από την υλοποίηση των ερευνητικών εργασιών του Λυκείου φαίνεται ότι μπορούν να συμβάλουν στην βελτίωση της στάσης των μαθητών προς τα μαθηματικά. Μπορούν επίσης να διερευνούν τους γνωστικούς ορίζοντες των μαθητών μέσα από τη σύνδεση των πεδίων επιστήμης, τέχνης και τεχνολογίας. *Τέλος ο θετικός απόηχος των Ε.Ε. στην κοινή γνώμη της κοινότητας μαθητών και διδασκόντων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της σχολικής μονάδας.*

9 Βιβλιογραφία

Ελληνική

- [1] Δαμανάκη, Μ. και άλλοι , *Ανοικτό στην Κοινωνία* Σχολείο. Αθήνα, 2006.
- [2] Καψάλης, Α. και Νημά , *Σύγχρονη Διδακτική*. Θεσσαλονίκη: εκδ. Κυριακίδη, 2008.
- [3] Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, *Προτάσεις για το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών και τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης*, 2004. Ανάκτηση στο διαδικτυακό τόπο: <http://www.pi-schools.gr/programs/derps> (πρόσβαση Μάϊος 2006).
- [4]Ματσαγγούρας Η., *Η καινοτομία των ερευνητικών εργασιών*. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών βιβλίων, Αθήνα,2009.
- [5] Ματσαγγούρας Η., *Η Διαθεματικότητα στη Σχολική Γνώση: Ενωσιοκεντρική Αναπλαισίωση και Σχέδια Εργασίας*. Αθήνα: εκδ. Γρηγόρη, 2004.
- [6] Μαυρογιώργος Γ., «Η εκπαιδευτική μονάδα ως φορέας διαμόρφωσης και άσκησης εκπαιδευτικής πολιτικής», 1999.

[7] ΥΠΙΑΜΘ (Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευτικών) *Το Νέο Σχολείο-Πρώτα ο Μαθητής*, 2010
Ανάκτηση http://www.yperpth.gr/docs/neo_sxoleio_brochure_100305.pdf

[8] ΥΠΙΑΜΘ (Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευτικών) *Πρόταση για το Νέο Λύκειο*, 2011.
Ανάκτηση http://paspif.gr/wp-content/uploads/2011/07/neo_lykeio.pdf

Ξενόγλωσση

[1] Achinstein, B., *Community, Diversity and Conflict among Schoolteachers: The Ties that Bind*, New York: Teachers College Press, 2002.

[2] Annenberg Institute for School Reform, *Professional Learning Communities: Professional Development Strategies that Improve Instruction*. Providence, RI: Brown University, 2004.

[3] Bos, K., & Kuiper, W., *Modelling TIMSS Data in a European Comparative Perspective: Exploring Influencing Factors on Achievement in Mathematics in Grade 8*, Educational Research and Evaluation, 5, (1999), 157-179.

[4] Dossey, J.A., Mullis, I.V.S., & Jones, C.O. (1993). *Can students do mathematical problem*, Washington DC: National Center for education Studies, 1993

[5] Fuligni, A. J., *The academic achievement of adolescents from immigrant families: the roles of family background, attitudes and behavior*, Child development, 68 (2), (1997), 351-364.

[6] Klein, J. Th., *Interdisciplinarity: History, Theory and Practice*, Detroit: Wayne State University Press, 2001.

[7] Klein, J. Th., *Crossing Boundaries*. Charlottesville, VA: University Press of Virginia, 1990.

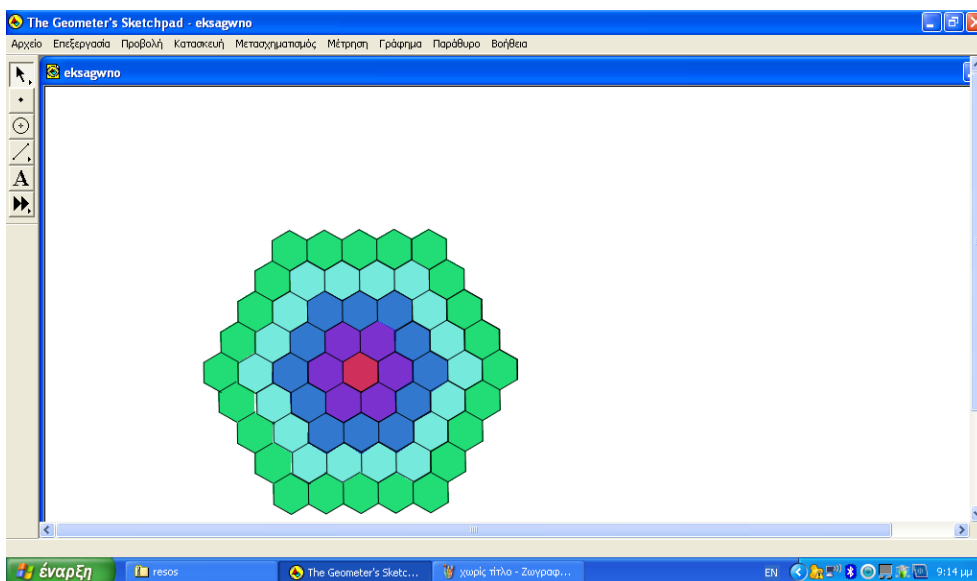
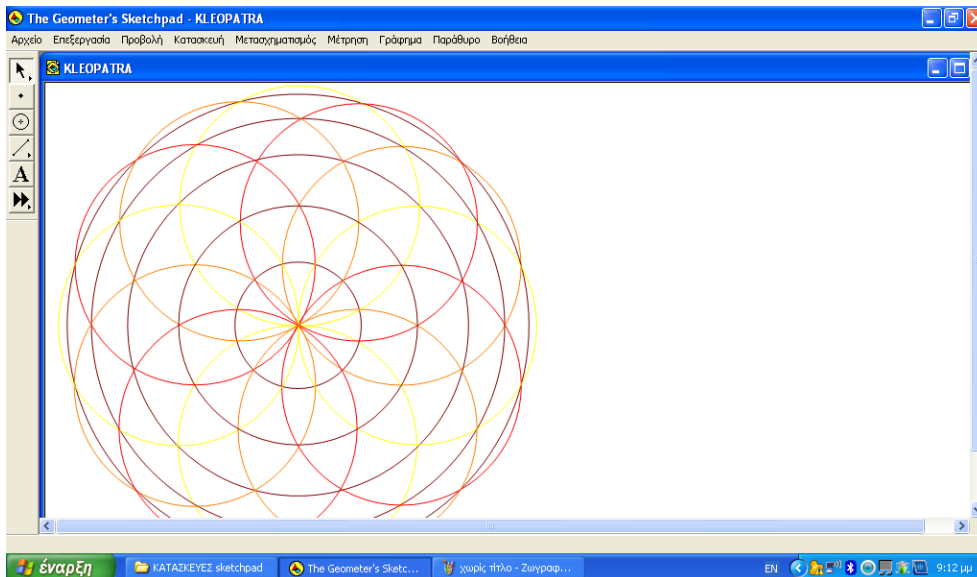
[8] Koehler, M. S., & Grouws, D. A., Mathematics Teaching Practices and Their Effects. In D. A. Grouws [ed.] *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, New York: Macmillan Publishing Company, (1992), pp. 115-126.

[9] Minato, S. & Kamata, T., *Results of research studies on causal predominance between achievement and attitude in junior high school mathematics of Japan*. Journal of research in Mathematics education, 27 (1), (1996) , 96-99.

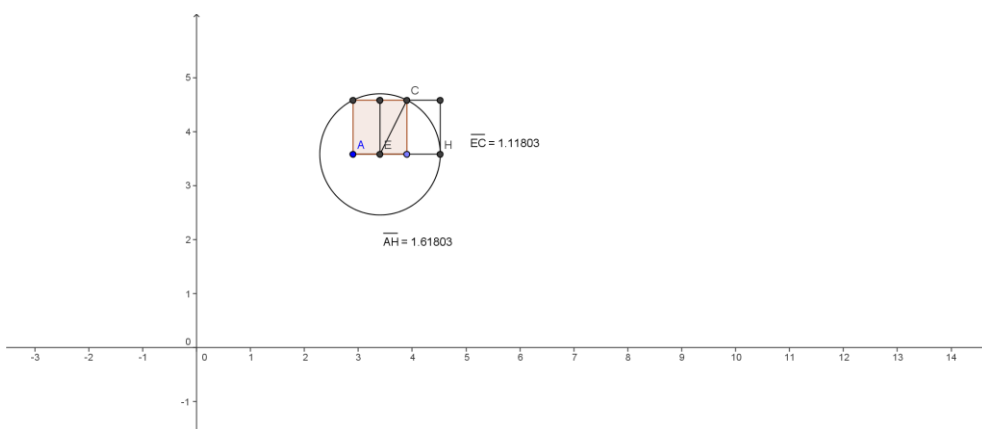
[10] Morrissey, M. S., *Professional Learning Communities: An Ongoing Exploration*. Austin, TX: Southwest Educational Development Laboratory, 2000, Ανάκτηση: from <http://www.sedl.org/pubs/change45/plc-ongoing.pdf>, 12-05- 2011

- [11] Papanastasiou, C., *Effects of attitudes and beliefs on mathematics achievement*, Studies in educational Evaluation, 26, (2000), 27-42.
- [12] Philippou G.& Christou C., «*A study of the mathematics teaching efficacy beliefs of primary teachers*» Mathematical Education Library ,Vol.31, 1991.
- [13] Renga, S & Dalla, L. , *Affect: a critical component of mathematical learning in early childhood. In Robert J. Jensen (Ed.), Research ideas for the classroom – early childhood mathematics* Hillsdale, N.J.: MacMillan. , (1993), (pp.22-37).
- [14] Reyes, L. H., & Stanic, M. A. Race, Sex, *Socioeconomic Status and Mathematics*. Journal for research in mathematics education, 19 (1), (1988), 26-43.
- [15] Ruffel, M., Mason, J., & Allen, B. *Studying Attitude to Mathematics*, Educational Studies in Mathematics, 35 (1), (1998), 1-18.
- [16] Schoenfeld, A. H. , *Explorations of students' mathematical beliefs and behaviour*, Journal for research in Mathematics Education, 20, (1989), 338-355.
- [17] Triantis,K. and P. Otis, *Dominance-Based Measurement of Productive and Environmental Performance for Manufacturing*,(2004) EJOR 154(2): 447-464.
- [18] Wang, M. C., Haertel, G. D. & Walberly, H. J. *What influences learning? A Content Analysis of Review*. Journal of Educational Research, 84, (1990), 3-43.

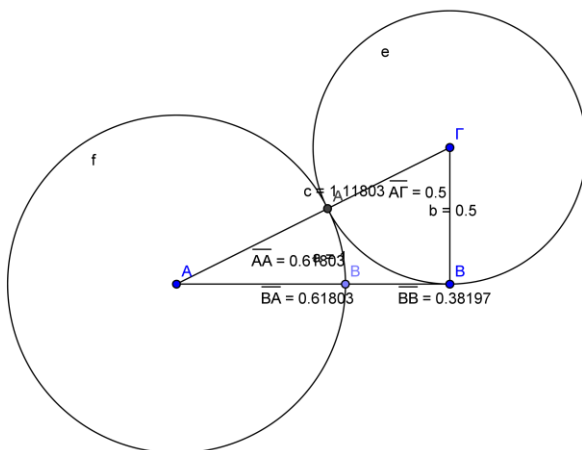
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α



Διαθεματική Προσέγγιση των Μαθηματικών και της Τέχνης

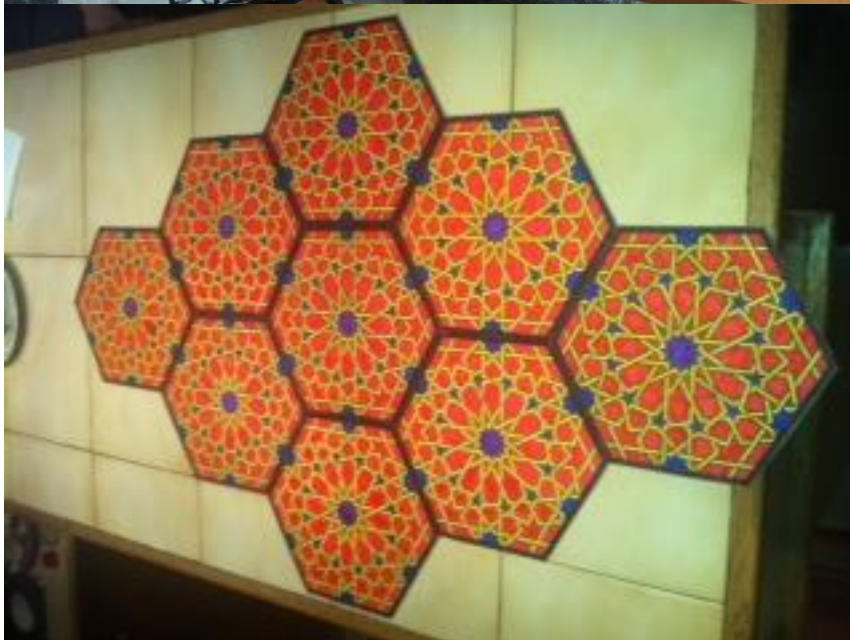


(0.0067, 2.31059)

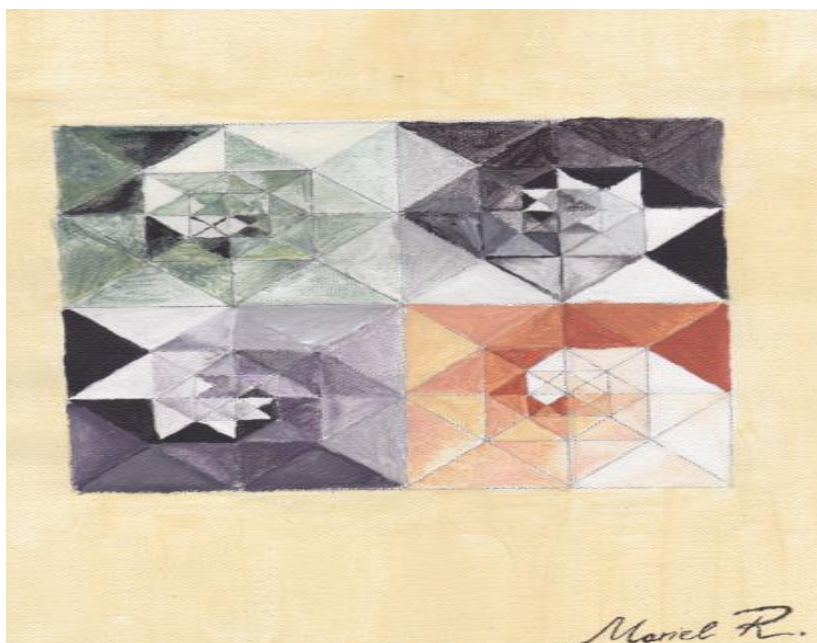


(3.60363, 0.27549)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β



Διαθεματική Προσέγγιση των Μαθηματικών και της Τέχνης



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

