

Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία και στη μάθηση των Μαθηματικών ως αφετηρία για επαναπροσδιορισμό κυρίαρχων αντιλήψεων και πρακτικών

Δρ Μαρία Κορδάκη
Σχολική σύμβουλος Μαθηματικών
Διδάσκουσα (επ. καθ. ΠΔ 407/80) Τμήμα Μηχ/κών ΗΛ/κών Υπολογιστών και
Πληροφορικής Παν/μίου Πατρών, e-mail : kordaki@cti.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι αντιλήψεις καθηγητών των Μαθηματικών για τη χρήση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στη διδασκαλία των Μαθηματικών. Οι αντιλήψεις αυτές εκφράστηκαν στα πλαίσια επιμόρφωσής τους στη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού Cabri-Geometry και αφορούν σε ζητήματα-διλήμματα τα οποία σχετίζονται με παραδοσιακές ή σύγχρονες θεωρήσεις για τα Μαθηματικά τη διδασκαλία και τη μάθησή τους. Τα ζητήματα-διλήμματα που τέθηκαν αφορούσαν στη σημασία της συνεργατικής μάθησης, στη διεύθυνση μιας τάξης οργανωμένης σε ομάδες και στη χρήση μέσων όπως τα ανοικτά περιβάλλοντα μάθησης. Επιπλέον, τέθηκαν ζητήματα σχετικά με την αποδοχή του εκπαιδευτικού ως εξυπηρετητή της κατασκευής της γνώσης του μαθητή όπως και για την αποδοχή και η αξιολόγηση των μαθητών με βάση τις ιδιαιτερότητές τους στη μάθηση. Στο σημείο αυτό τέθηκε ξεκάθαρα το δίλημμα της δυνατότητας να γίνονται Μαθηματικά για όλους και όχι μόνον για εκείνους που έχουν ιδιαίτερες ικανότητες. Το είδος των Μαθηματικών που κατασκευάζονται συζητήθηκε σε σχέση με το είδος των διαθέσιμων εργαλείων όπως επίσης σε σχέση με τη σημασία της ανάπτυξης της επαγωγικής λογικής.

Εισαγωγή

Από ένα σημαντικό αριθμό ερευνών στο χώρο της εκπαίδευσης φαίνεται ότι οι σύγχρονες εποικοδομιστικές θεωρήσεις για τη γνώση και τη μάθηση των Μαθηματικών ολοένα παραμερίζουν τις παραδοσιακές συμπεριφοριστικές προσεγγίσεις (von Glasersfeld, 1987; Cobb & Steffe, 1983; Confrey, 1990). Εντούτοις αυτό δεν συμβαίνει στις καθημερινές διδακτικές πρακτικές των εκπαιδευτικών οι οποίες φαίνεται συνδέονται με τις αντιλήψεις τους για τη φύση των Μαθηματικών, τη διδασκαλία και τη μάθησή τους και αποτελούν ένα σύστημα από αλληλεξαρτώμενα στοιχεία (Thompson, 1992; Steiner, 1987; Κορδάκη & Πόταρη, 1999). Ως εκ τούτου οι οποιεσδήποτε αλλαγές στο χώρο της εκπαίδευσης φαίνεται να περνούν μέσα από την αλλαγή των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών (Ernest, 1991). Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, όπως και η ενεργητική συμμετοχή τους σε διαδικασίες εισαγωγής καινοτομίας σε συνδυασμό με την ενθάρρυνση διαδικασιών αναστοχασμού στη διδακτική τους πράξη φαίνεται να αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την αλλαγή των αντιλήψεών τους. Η σχετικιστική διάσταση των Μαθηματικών φαίνεται να παραμερίζει την απόλυτη θεώρησή τους ενώ τα Μαθηματικά συνδέονται με την εμπειρία των ανθρώπων και τις κοινωνικές πρακτικές (Lakatos, 1978; Ernest, 1991). Ως εκ τούτου δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη της επαγωγικής λογικής μέσα από την εμπειρία και αναγνωρίζεται η σημασία της διαπραγμάτευσης των απόψεων για την οικοδόμηση της Μαθηματικής γνώσης (Confrey, 1995; Bauersfeld, 1988). Οι παραπάνω θεωρήσεις για τη φύση της Μαθηματικής γνώσης υπαγορεύουν αντίστοιχες διδακτικές πρακτικές (Ernest, 1991). Έτσι τα Μαθηματικά αντιμετωπίζονται ως υπόθεση και δικαίωμα όλων και όχι ορισμένων οι οποίοι

διαθέτουν ειδικές ικανότητες (Ernest, 1991). Από την άλλη μεριά αναγνωρίζεται η σημασία του ενεργητικού ρόλου του μαθητή στη διαδικασία κατασκευής της γνώσης του και δεν του αποδίδεται ο ρόλος του παθητικού δέκτη (von Glasersfeld, 1987). Οι προηγούμενες εμπειρίες των μαθητών όπως και ο διαφορετικός κόσμος της εμπειρίας τους αναγνωρίζονται και ως εκ τούτου οι ιδιαιτερότητές τους στη μάθηση θεωρούνται ως κάτι αναμενόμενο (Confrey, 1995) το οποίο και αναιρεί τη μέθοδο της μετωπικής και ομοιόμορφης διδασκαλίας για όλους τους μαθητές. Η αποδοχή των ιδιαιτεροτήτων των μαθητών επιβάλλει την έμφαση στην αξιολόγησή της εξέλιξής τους σε σχέση με τον εαυτό τους και όχι σε σχέση με τους άλλους μαθητές της τάξης (Piaget, 1970; von Glasersfeld, 1990). Επιπλέον η γνώση αντιμετωπίζεται ως διαδικασία κατασκευής και ως εκ τούτου οι προσεγγίσεις που στηρίζονται στην απομνημόνευση παραμερίζονται από την ανάγκη ανάπτυξης της κριτικής σκέψης του μαθητή (von Glasersfeld, 1987; Μασσαγγούρας, 1997). Έτσι η έμφαση μεταφέρεται από το αποτέλεσμα της μαθησιακής διαδικασίας στη διαδικασία αυτή καθ' αυτή (Confrey, 1995). Ως εκ τούτου η τήρηση των αναλυτικών προγραμμάτων στα πλαίσια του διδακτικού χρόνου δύναται να μην αποτελεί το κύριο μέλημα της διδακτικής πράξης των εκπαιδευτικών το οποίο κυρίως τους προκαλεί άγχος και τροχοπέδη για εισαγωγή εκπαιδευτικών καινοτομιών (Μασσαγγούρας, 1997). Η ατομική προσέγγιση στη γνώση φαίνεται να μην είναι βιώσιμη μιας και η συνεργατική προσέγγιση αποτελεί πια επιτακτική ανάγκη των σύγχρονων κοινωνιών. Επιπλέον, έχει αναγνωρισθεί ο ρόλος της επικοινωνίας στην ανάπτυξη των υψηλών νοητικών διεργασιών του παιδιού μέσα από τη διεύρυνση της ζώνης της εγγύτερης ανάπτυξής του (Vygotsky, 1978). Αναγνωρίζεται επίσης ο ρόλος των εργαλείων ως διαμεσολαβητών της κοινωνικοπολιτισμικής συμμετοχής στη διαδικασία της μάθησης και οι προσεγγίσεις των μαθητών φαίνεται να είναι συνάρτηση των πόρων που τους διατίθενται (Vygotsky, 1978; Borba & Confrey, 1996). Αναγνωρίζεται ότι οι ΤΠΕ μπορούν να παίξουν καταλυτικό ρόλο στην αλλαγή του πλαισίου συμφραζομένων στο οποίο συντελείται η μάθηση (Balacheff and Kaput, 1996; Hoyles, 1987). Πιο συγκεκριμένα με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού φαίνεται να αλλάζουν οι ρόλοι του μαθητή και του καθηγητή όπως και το είδος των Μαθηματικών που διδάσκεται (Noss & Hoyles, 1996). Φαίνεται ότι ο μαθητής αποκτά έναν πιο ενεργητικό ρόλο και του δίνονται οι ευκαιρίες να κατασκευάσει τη γνώση του σε ένα βαθμό σύμφωνα με τις ιδιαιτερότητές του. Από την άλλη μεριά ο καθηγητής παίρνει το ρόλο του εξυπηρετητή της κατασκευής της γνώσης του μαθητή και όχι το ρόλο της αυθεντίας που μεταφέρει τη γνώση. Επιπλέον η χρήση των υπηρεσιών του Διαδικτύου φαίνεται να ανοίγει το δρόμο για μια νέα εκπαιδευτική εποχή όπου οι ανισότητες των μαθητών στη μάθηση θα μειώνονται από την άποψη του ότι η μάθηση θα μπορεί να γίνεται στο χρόνο και στον τόπο του μαθητή.

Η μέθοδος

Η παρούσα ερευνητική εργασία από μεθοδολογική άποψη αποτελεί μια ποιοτική μελέτη (Cohen & Manion, 1989). Στην έρευνα συμμετείχαν περίπου 45 καθηγητές των μαθηματικών από 15 Γυμνάσια και 15 Λύκεια του νομού Μεσσηνίας. Στους καθηγητές έγινε επίδειξη βασικών δυνατοτήτων του εκπαιδευτικού λογισμικού Cabri – Geometry II μέσα από συγκεκριμένα παραδείγματα. Το περιβάλλον που προαναφέρθηκε είναι ένα ανοικτό περιβάλλον επίλυσης γεωμετρικών προβλημάτων. Βασικές δυνατότητες αυτού του περιβάλλοντος είναι η διάθεση ενός συνόλου εργαλείων τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει ο μαθητής για να επιλύσει μεγάλο εύρος γεωμετρικών προβλημάτων, η δυνατότητα άμεσης διαχείρισης υπολογιστικών αντικειμένων υπολογιστή και η εικονικής ανατροφοδότηση που συνοδεύει το σύνολο

σχεδόν των ενεργειών του μαθητή. Με τις δύο τελευταίες δυνατότητες ο μαθητής μπορεί να παρατηρήσει κλάσεις ισοδυναμίας διαφορετικών μορφών των γεωμετρικών του κατασκευών. Ως εκ τούτου μπορεί να διατυπώνει εικασίες για το τι πιθανό να συμβαίνει σε αυτές τις γεωμετρικές κατασκευές χρησιμοποιώντας την επαγωγική λογική. Τα παραδείγματα που χρησιμοποιήθηκαν, αφορούσαν στη διερεύνηση του τι συμβαίνει όσον αφορά σε βασικές γεωμετρικές κατασκευές όπως πχ διάμεσοι, ύψη και διχοτόμοι ενός τριγώνου, σε γεωμετρικούς τόπους, στην μεταβολή μιας γωνίας και των τριγωνομετρικών της αριθμών όπως και στην ισχύ τριγωνομετρικών ταυτοτήτων. Σε κάθε παράδειγμα ακολουθούσε συζήτηση και οι καθηγητές εξέφραζαν τις θετικές εντυπώσεις ή τις επιφυλάξεις τους σχετικά με τη χρήση του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού στην τάξη. Η ερευνήτρια κατέγραψε όλες τις απόψεις των εκπαιδευτικών όπως αυτές εκφράστηκαν κατά τη διάρκεια των συζητήσεων που πραγματοποιήθηκαν. Επιπλέον η ερευνήτρια συμμετείχε σε αυτές τις συζητήσεις με στόχο τη διαπραγμάτευση των απόψεων για τα θέματα που θίγονταν. Πηγές δεδομένων αποτέλεσαν οι σημειώσεις που κρατήθηκαν από την ερευνήτρια σε όλη τη διάρκεια αυτής της ερευνητικής διαδικασίας.

Ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Οι εκπαιδευτικοί στη διάρκεια των συναντήσεων που προαναφέρθηκαν έθιξαν θέματα τα οποία αφορούν στις συνθήκες της αναγκαίας υποδομής για την υποστήριξη διδακτικών καταστάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού, όπως και σε θέματα που αφορούν στη φύση των Μαθηματικών στη διδασκαλία και στη μάθησή τους και στο νόημα που αυτά αποκτούν στο περιβάλλον εκπαιδευτικού λογισμικού.

Οι συνθήκες υποδομής : Οι εκπαιδευτικοί υπογράμμισαν την αναγκαιότητα δημιουργίας κατάλληλης υποδομής σε κάθε σχολείο της χώρας με τη δημιουργία εργαστηρίου υπολογιστών, τη σύνδεση με το Διαδίκτυο καθώς και την αγορά ειδικού εκπαιδευτικού λογισμικού για τα Μαθηματικά. Οι εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν επίσης, στην ανάγκη αγοράς προσωπικού υπολογιστή για τον εαυτό τους και ειδικού εκπαιδευτικού λογισμικού για τα Μαθηματικά όπως και στην ανάγκη σύνδεσης με το Διαδίκτυο από το σπίτι. Επιπλέον αναφέρθηκαν στην ανάγκη της επιμόρφωσής τους σε βασικές δυνατότητες του Διαδικτύου όπως και στις δυνατότητες συγκεκριμένων πακέτων εκπαιδευτικού λογισμικού.

Η συνεργατική μάθηση και η διεύθυνση της τάξης : Ζητήματα που αφορούν στη συνεργατική μάθηση τέθηκαν από τους καθηγητές με αφορμή το ότι η Γεωμετρία με τη βοήθεια του Cabri-Geometry θα πρέπει να πραγματοποιηθεί στο εργαστήριο όπου οι μαθητές κάθονται 2 ή 3 ανά υπολογιστή και συνεργάζονται προκειμένου να φέρουν σε πέρας τις δραστηριότητες που τους τίθενται. Χαρακτηριστικά ειπώθηκε *‘είναι δυνατό να μάθουν οι μαθητές συνεργαζόμενοι ; Θα τα λύνει ένας και οι άλλοι θα χαζεύουν’*. Στο σημείο αυτό δόθηκε η ευκαιρία για συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων για το δυναμικό ρόλο της συνεργασίας στη μάθηση. Πιο συγκεκριμένα αναλύθηκαν οι θεωρήσεις του Vygotsky (1978) για το ρόλο της συνεργασίας στη διεύρυνση της *‘ζώνης εγγύτερης ανάπτυξης’* του παιδιού. Επιπλέον, τέθηκαν ζητήματα που αφορούν στη διεύθυνση μιας τάξης μαθητών οργανωμένων σε ομάδες και πίσω από κάποιους υπολογιστές όπως *‘πως μπορεί κανείς να εξασφαλίσει το ότι οι μαθητές δεν θα συζητούν για άσχετα θέματα με το μάθημα ή δεν θα παίζουν παιχνίδια κρυφά πίσω από τους υπολογιστές’*. Εδώ έγινε συζήτηση για την ανάγκη προετοιμασίας τέτοιων

δραστηριοτήτων που να βρίσκονται στα ενδιαφέροντα των μαθητών, να ταιριάζουν με το διαθέσιμο χρόνο διεξαγωγής του μαθήματος έτσι ώστε να μην παραμένουν χρονικά κενά τα οποία θα επιτρέπουν στους μαθητές να συζητήσουν άλλα πράγματα. Εδώ αναφέρθηκε το ότι οι μαθητές μπορούν να συζητούν κάποιο θέμα εκτός μαθήματος αλλά όχι σε συνεχή βάση.

Ο διδακτικός χρόνος : Οι εκπαιδευτικοί έβαλαν ζητήματα χρόνου *‘μέχρι να σχεδιάσει ο μαθητής ένα σχήμα με αυτό το εργαλείο πάει η ώρα’*. Στο σημείο αυτό δόθηκε ένα παράδειγμα που αφορούσε στη σχεδίαση ενός τριγώνου και των διαμέσων του στο περιβάλλον Cabri-Geometry. Μετρήθηκε ο χρόνος κατασκευής ο οποίος δεν ξεπέρασε τα 5 λεπτά και έτσι οι εκπαιδευτικοί είδαν μέσα από την πράξη ότι δεν δημιουργείται σημαντικό πρόβλημα χρόνου. Επιπλέον, αναλύθηκαν οι επί μέρους ενέργειες του μαθητή προκειμένου να πραγματοποιήσει την συγκεκριμένη κατασκευή. Στο σημείο αυτό οι εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν τη σημασία της συνειδητοποίησης από το μαθητή των επί μέρους βημάτων μιας κατασκευής τα οποία στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι γίνονται αυθόρμητα π.χ. το σημείο τομής δύο ευθειών γίνεται με τη χάραξή τους χωρίς να είναι ανάγκη να ορισθεί ως αντικείμενο-σημείο όπως στο περιβάλλον Cabri-Geometry.

Η αξιολόγηση του μαθητή : Χαρακτηριστικό ζήτημα που τέθηκε αφορά στην αξιολόγηση της μάθησης του μαθητή. Χαρακτηριστικά ειπώθηκε *‘Θα μπορέσουν όλοι οι μαθητές να φτάσουν στην απόδειξη;’* Με αφορμή αυτό το ερώτημα δόθηκε η ευκαιρία για συζήτηση των διλημάτων : Αξιολόγηση της διαδικασίας της μάθησης ή του αποτελέσματος ; Αξιολόγηση του μαθητή σε σχέση με τον εαυτό του και τις αφετηρίες του ή αξιολόγησή του σε σχέση με τους υπόλοιπους μαθητές της τάξης ή τέλος, αξιολόγησή του σε σχέση με αυτό που ο καθηγητής θεωρεί ότι πρέπει να είναι το αποτέλεσμα της μάθησης ; Οι καθηγητές φαίνεται να αποδέχονται την αξιολόγηση της μάθησης του μαθητή σε σχέση με τον εαυτό του. Παρόλα αυτά δυσκολεύονται στο να βάλουν στην πράξη αυτές τις ιδέες λόγω του ότι οι επικρατούσες κοινωνικές αντιλήψεις βλέπουν την αξιολόγηση των παιδιών σε σχέση με τα άλλα παιδιά και όχι σε σχέση με τον εαυτό τους.

Ο ρόλος του δάσκαλου : Η αναγνώριση της ανασφάλειας του καθηγητή σε σχέση με το εργαλείο και η ενδεχόμενη αλλαγή του ρόλου του προέκυψε επίσης μέσα από την ερευνητική διαδικασία *‘για να χρησιμοποιήσει κανείς αυτό το εργαλείο χρειάζεται πολλή προετοιμασία, ώστε να μη γίνει κάποιο λάθος από τον καθηγητή, και ίσως οι μαθητές τα καταφέρουν καλλίτερα’*. Εδώ έγινε συζήτηση σχετικά με το αν μπορούν να τεθούν κριτήρια για το ποιος είναι καλλίτερος ή χειρότερος όταν αυτό αφορά σε ανθρώπους. Αν στη διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης στο πλαίσιο μιας τάξης μπαίνουν ζητήματα υπεροχής του καθηγητή ή των μαθητών ή αν αναγνωρίζεται η σημασία της προσφοράς των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών όλων των ατόμων που συμμετέχουν. Επιπλέον κάποιοι καθηγητές αισθάνθηκαν μειονεκτικά *‘εγώ τώρα πια δεν είμαι για τίποτα’* είπαν ορισμένοι. Εδώ συζητήθηκε η αξία της εμπειρίας ενός ατόμου για τον ίδιο αλλά και στην αλληλεπίδρασή του με τους μικρούς μαθητές. Επίσης αναφέρθηκε το ότι η τεχνολογία δεν αναιρεί την εμπειρία, και το ότι δεν είναι δύσκολο να αποκτήσει κάποιος που επιθυμεί γνώση στην επιτυχή χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού.

Τα Μαθηματικά που διδάσκονται : Η αλλαγή των Μαθηματικών που κατασκευάζονται αποτέλεσε ένα επιπλέον σημείο το οποίο αναγνωρίστηκε από τους καθηγητές *‘με*

αυτό το εργαλείο οι γεωμετρικές κατασκευές γίνονται με διαφορετικό τρόπο από ότι με κανόνα διαβήτη στο τετράδιο ή στον πίνακα'. Σε αυτό το σημείο συζητήθηκε το ζήτημα των γεωμετρικών κατασκευών ή της επίλυσης γεωμετρικών προβλημάτων ως αποτέλεσμα των κάθε φορά διατιθέμενων πόρων-εργαλείων. Συζητήθηκε η επίλυση της ίδιας γεωμετρικής κατασκευής όπως πχ το παράδειγμα της κατασκευής των διαμέσων ενός τριγώνου στο περιβάλλον χαρτί μολύβι και οι διαφορετικές ευκαιρίες που δίνονται για μάθηση στο περιβάλλον Cabri-Geometry. Πιο συγκεκριμένα αναγνωρίστηκε από τους καθηγητές ότι οι μαθητές στο περιβάλλον Cabri-Geometry μπορούν μέσα σε λίγο χρόνο να παρατηρήσουν μια σειρά από διαφορετικές μορφές της ίδιας κατασκευής χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα της άμεσης διαχείρισης των σχημάτων στην οθόνη του υπολογιστή ενώ στον πίνακα ή στο χαρτί – μολύβι θα χρειάζονταν πολύ περισσότερο χρόνο. Επιπλέον αναγνωρίστηκε ότι οι μαθητές πράγματι θα μπορούσαν να διατυπώσουν εικασίες για τις κοινές ιδιότητες των διαφορετικών μορφών αυτών των κατασκευών κάτι το οποίο δεν είναι εύκολο στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι.

Αναγνωρίστηκε επίσης η προσφορά της εικονικής ανατροφοδότησης των ενεργειών του μαθητή στο παράδειγμα των γεωμετρικών τόπων όπου χαρακτηριστικά ειπώθηκε ότι *'τα Μαθηματικά έχουν βέβαια το στοιχείο της αφαίρεσης αλλά για να κάνει κάποιος αφαίρεση πρέπει να έχει κάτι από το οποίο να μπορεί να αφαιρέσει'*. Έτσι δόθηκε σημασία στη σχέση της Μαθηματικής λογικής και αφαίρεσης με το Μαθηματικό πειραματισμό και το ρόλο του δυναμικού σχήματος στη Γεωμετρία.

'Στα προβλήματα γεωμετρικών τόπων στο χαρτί με το μολύβι και με τα όργανα σχεδίασης, πρώτα πάει η σκέψη, μετά το πείραμα με το σχήμα και τέλος η απόδειξη, ενώ στο περιβάλλον Cabri-Geometry η διαδικασία είναι αντίστροφη'. Εδώ συζητήθηκαν ζητήματα επιστημολογικής φύσης που αφορούσαν στο αν η Μαθηματική γνώση των παιδιών αποτελεί μεταφορά ενός συνόλου κανόνων από τους γνωρίζοντες στους μη γνωρίζοντες ή στο αν μπορεί να κατασκευάζεται από τους μαθητές σε κατάλληλα πλαίσια συμφραζομένων. Επιπλέον τέθηκαν γενικότερα ζητήματα κατασκευής της Μαθηματικής γνώσης από τους επιστήμονες μέσα από το πείραμα, την αναίρεση και τη διόρθωση μέσω της επαγωγικής λογικής .

'Θα μετατρέψουμε τη Γεωμετρία σε Άλγεβρα ;', 'Αν χρησιμοποιούν τα παιδιά το περιβάλλον Cabri-Geometry μήπως χάσουν τη σχεδιαστική τους ικανότητα;', 'Θα εγκαταλείψουμε τα χαρτιά, τα μολύβια και το μαυροπίνακα;'. Εδώ συζητήθηκε η αναγκαιότητα της διδασκαλίας μιας έννοιας και όχι της υποκατάστασής της από μια αυτόματη λειτουργία. Δόθηκε έμφαση στην κατανόηση του ότι εκείνο που θα κάνει τους μαθητές να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη στην περίπτωση της χρήσης αυτόματων λειτουργιών είναι η φύση των ερωτήσεων που γίνονται. Σε αυτό το σημείο συζητήθηκε η σημασία των ερωτήσεων και πως αυτές αλλάζουν ανάλογα με τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα, δεν θα καλέσουμε το μαθητή να σχεδιάσει ένα ζεύγος καθέτων ευθειών στο περιβάλλον Cabri-Geometry αλλά θα του ζητήσουμε να διερευνήσει το τι συμβαίνει όταν αυτό το ζεύγος ευθειών περιστρέφεται.

Μαθηματικά για ποιον ; : Το βασικό ερώτημα Μαθηματικά για όλους ή για τους καλούς μαθητές τέθηκε από τους καθηγητές έμμεσα με την παρατήρηση *'έχω την εντύπωση ότι αυτό το περιβάλλον βοηθά τους μέτριους μαθητές, τι θα γίνει με αυτούς που πρέπει να μάθουν την απόδειξη και έχουν στόχο να μπουν στο Πανεπιστήμιο;'*.

Εδώ συζητήθηκε η σημασία του πειραματισμού με γεωμετρικά σχήματα και η δυνατότητα διατύπωσης εικασίας για το ποιες ιδιότητες του σχήματος ή μιας γεωμετρικής κατασκευής διατηρούνται μέσα από τις μεταβολές της μορφής της όπως και για το τι είναι δυνατό να συμβαίνει προκειμένου για την απάντηση σε κάποιο ερώτημα. Συζητήθηκε επίσης το ότι αν ένας μαθητής δυσκολευόταν στο να διατυπώσει μια εικασία στο περιβάλλον χαρτί μολύβι με το Cabri-Geometry διευκολύνεται, ενώ ένας μαθητής που μπορεί να προχωρήσει στην απόδειξη αισθάνεται σιγουριά για το τι είναι αυτό που πρέπει να αποδείξει.

Τι κερδίζει ο καθηγητής πειραματιζόμενος με το Cabri-Geometry ; *‘Μπορώ να διερευνήσω τι συμβαίνει σε Μαθηματικά θέματα που με απασχολούν πχ. Πιο τετράπλευρο έχει το μεγαλύτερο εμβαδόν;’* *‘Αποτελεί πρόκληση για μένα το να μαθαίνω να κάνω Μαθηματικά έχοντας στη διάθεσή μου διαφορετικά εργαλεία’* *‘Οι μακροκατασκευές έχουν πολύ ενδιαφέρον για μένα, μπορώ να λύσω δύσκολα προβλήματα.’* Το προσωπικό ενδιαφέρον των καθηγητών για τη μάθηση και χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού Cabri-Geometry για τον εαυτό τους αποτελεί κίνητρο για αυτούς στην προσπάθεια χρήσης του με τους μαθητές.

Συμπεράσματα

Το εκπαιδευτικό λογισμικό Cabri-Geometry αποτέλεσε μια πρόκληση για συζήτηση μεταξύ των εκπαιδευτικών πάνω σε σημαντικά ζητήματα-διλήμματα τα οποία αφορούν στη φύση των Μαθηματικών στη διδασκαλία και στη μάθησή τους. Πιο συγκεκριμένα οι καθηγητές έθεσαν διλήμματα που αφορούσαν στην οργάνωση της τάξης, στο ρόλο των εμπλεκόμενων στη μαθησιακή διαδικασία και στη φύση των Μαθηματικών που κατασκευάζονται στο περιβάλλον Cabri-Geometry. Όσον αφορά στην οργάνωση της τάξης συζητήθηκε η συνεργατική μάθηση σε σχέση με την ατομική προσέγγιση, η διεύθυνση μιας τάξης οργανωμένης σε ομάδες σε σχέση με την ατομική διδασκαλία και η διάθεση του διδακτικού χρόνου στη χρήση του βιβλίου και στην τυφλή υποταγή στο αναλυτικό πρόγραμμα χωρίς να αφήνονται περιθώρια για εισαγωγή καινοτομίας με τη χρήση σύγχρονων μέσων όπως το περιβάλλον Cabri-Geometry. Όσον αφορά στο ρόλο του δάσκαλου και του μαθητή συζητήθηκε η αποδοχή του εκπαιδευτικού ως αυθεντίας ή ως εξυπηρετητή της κατασκευής της γνώσης του μαθητή όπως και η αποδοχή και η αξιολόγηση των μαθητών με βάση τις ιδιαιτερότητές τους στη μάθηση και σε σχέση με τον εαυτό τους ή η σύγκριση κάθε μαθητή με τους άλλους μαθητές της τάξης. Το είδος των Μαθηματικών που κατασκευάζονται συζητήθηκε σε σχέση με τα διαθέσιμα εργαλεία και την ανάπτυξη της επαγωγικής λογικής, σε αντιπαράθεση με την απουσία εργαλείων και την μετάδοση της διαδικασίας παραγωγής γνώσης από τον καθηγητή. Επιπλέον συζητήθηκε η δυνατότητα και η σημασία του να γίνονται Μαθηματικά για όλους ή μόνον για εκείνους που έχουν ιδιαίτερες ικανότητες. Οι καθηγητές φάνηκε ότι χρειάζονται επιμόρφωση στις ΤΠΕ μέσα από προσεκτικά σχεδιασμένα παραδείγματα, μη εξεζητημένα και από τον κόσμο της εμπειρίας τους. Επιπλέον, φάνηκε ότι οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται ενθάρρυνση και στήριξη για να πραγματοποιήσουν αλλαγές στη διδασκαλία και στη μάθηση του αντικειμένου μέσω των ΤΠΕ. Η στήριξη πρέπει να γίνει μέσω της συζήτησης σε ομάδες με λεπτή και προσεκτική διαπραγμάτευση των ζητημάτων που τίγονται έτσι ώστε να μην αναιρείται η προσωπικότητα και η προηγούμενη εμπειρία των εκπαιδευτικών. Επιπλέον χρειάζεται στήριξη των εκπαιδευτικών στην πράξη μέσα από συνδιδασκαλίες ή παραδείγματα στην τάξη ύστερα από τα οποία να ακολουθεί συζήτηση με στόχο τον εντοπισμό των θετικών στοιχείων τα οποία μπορούν να

επαναληφθούν, όπως και με συζητήσεις στο Διαδίκτυο μέσα από τη δημιουργία εικονικών κοινοτήτων. Η δημιουργία της απαραίτητης υποδομής σε υλικό και λογισμικό κρίνεται επίσης απαραίτητη.

Αναφορές

- Balacheff, N. & Kaput, J. (1996). Computer-based learning environments in mathematics. In A. J. Bishop, K. Klements, C. Keitel, J. Kilpatrick and C. Laborde (Eds), *International Handbook on Mathematics education* (pp. 69-501). Dordrecht: Kluwer.
- Bauersfeld, H. (1988). Interaction, Construction and Knowledge: Alternative perspectives for Mathematics Education. In D. A. Grows, T. J. Cooney, & D. Jones (Eds), *Effective Mathematics Teaching* (pp.27-46). Hillsdale, New Jersey: N.C.T.M. Lawrence Erlbaum Associates.
- Borba, M., & Confrey, G. (1996). A student's construction of transformations of functions in a multirepresentational environment. *Educational Studies in Mathematics*, 31, 319-337.
- Cobb, P., & Steffe, L. P. (1983). The constructivist Researcher as teacher and model builder. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14(2), 83-94.
- Cohen, L., & Manion, L. (1989). *Research Methods in Education*. London: Routledge.
- Confrey, J. (1990). What Constructivism implies for teaching. In R. B. Davis, C. A. Maher, and N. Noddings (Eds), *Constructivist views on the teaching and Learning of Mathematics* (pp. 107-124). Reston, VA: N.C.T.M.
- Confrey, J. (1995). How Compatible are Radical Constructivism, Sociocultural Approaches, and Social Constructivism?. In L.P. Steffe & J. Gale (Eds), *Constructivism in Education* (pp. 185-226). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ernest, P.(1991). *The Philosophy of Mathematics Education*. London : the Falmer Press.
- Hoyles, C. (1987). Geometry and the Computer Environment. In J. Bergeron, N. Herskovics & C. Kieran (Eds). *Proceedings of the 11th PME Conference*, 2 (pp.60-66) Montreal, Canada.
- Κορδάκη, Μ., & Πόταρη, Δ. (1999). Αντιλήψεις Υποψηφίων δασκάλων για τα Μαθηματικά τη Διδασκαλία και τη Μάθησή τους και η επίδρασή τους στη Διδακτική τους Πράξη. *Πρακτικά του 16^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Μαθηματικής Εταιρίας*, Λάρισα, 1999.
- Lakatos, I. (1978). *Mathematics, Science and Epistemology*. Philosophical papers (Vol. 2). Cambridge University Press.
- Ματσαγγούρας, Η. (1997). *Στρατηγικές Διδασκαλίας*. Αθήνα : Gutenberg.
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: Learning Cultures and Computers*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- Piaget, J. (1970). *Psychology and Epistemology*. England: Penguin Books.
- Steiner, H – G. (1987). Philosophical and Epistemological Aspects of Mathematics and their Interaction with Theory and Practice in Mathematics Education. *For the Learning of Mathematics*, 7, 1 (Feb, 1987).
- Thompson, A. G. (1992). Teachers beliefs and Conceptions : A Synthesis of the Research. In D. A. Grows (Eds). *Handbook on Research on Mathematics Teaching and Learning*. NCTM.

- von Glasersfeld, E. (1987). Learning as a constructive activity. In C. Janvier (Eds), *Problems of representation in teaching and learning of mathematics* (pp. 3-18). London: Lawrence Erlbaum associates.
- von Glasersfeld, E. (1990). An Exposition of Constructivism: Why Some Like It Radical. In R. B. Davis, C. A. Maher, & N. Noddings (Eds), *Constructivist views on the teaching and Learning of Mathematics* (pp. 1-3). Reston VA: N.C.T.M.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society*. Cambridge: Harvard University Press.