

Όψεις Ενδοσχολικής Υποστήριξης για Σχεδιασμό Διδασκαλιών με Χρήση Καινοτομικού Τεχνολογικού Περιβάλλοντος

Γιώργος Τζωρτζακάκης
Ερευνητής
tzortzak@rhodes.aegean.gr

Χρίστος Μιτσούλλης
Μαθηματικός, Υπ. Διδάκτορας
mitsoullis@rhodes.aegean.gr

Χάρης Παπακυριακού
Δάσκαλος
xarisparak9@in.gr.gr

Αγγελική Δημητρακοπούλου
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
adimitr@rhodes.aegean.gr

Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και Διδακτικής Μηχανικής,
Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Λ. Δημοκρατίας 1, 85100, Ρόδος

Περίληψη

Ένα από τα πιο κρίσιμα ζητήματα στη διαδικασία ενσωμάτωσης των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας είναι η υποστήριξη του εκπαιδευτικού έργου πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας της δραστηριότητας. Από μια σειρά μελέτες συνάγεται ότι οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται πολύ περισσότερα από απλές δεξιότητες χρήσης και πληθώρα υπολογιστών στην τάξη ή το εργαστήριο. Απαιτείται συνεχής υποστήριξη με διάρκεια. Στην παρούσα εισήγηση, παρουσιάζεται η ενδοσχολική υποστήριξη ενός εκπαιδευτικού πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης προκειμένου να εντάξει καινοτομικό τεχνολογικό περιβάλλον στη διδασκαλία του. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται το πλαίσιο και οι δομές στήριξης, ενώ αναλύονται τα στάδια και οι διαδικασίες ενδοσχολικής υποστήριξης.

Λέξεις κλειδιά: ενδοσχολική επιμόρφωση εκπαιδευτικών, μοντελοποίηση, ένταξη ΤΠΕ στην τάξη, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, διδασκαλία αναλογιών

Εισαγωγή

Η ενσωμάτωση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), στο σχολείο είναι πολυδιάστατη, και καθορίζεται από ένα αριθμό παραγόντων που πολλές φορές μένουν ανέγγιχτοι κατά τις αρχικές προσεγγίσεις ενσωμάτωσης. Ένα από τα πιο κρίσιμα ζητήματα είναι αυτό της υποστήριξης του εκπαιδευτικού έργου πριν, στη διάρκεια και μετά το τέλος κάθε δραστηριότητας ένταξης.

Ήδη από τις πρώτες μελέτες της δεκαετίας του '80, γνωρίζουμε ότι οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται περισσότερα από εξοπλισμό και τεχνικές γνώσεις προκειμένου να ενσωματώσουν τις ΤΠΕ στην καθημερινή τους πρακτική (Martin, 1987; Sheingold, Martin and Endreweit, 1987). Ειδικότερα, απαιτείται εκπαίδευση των διδασκόντων

προκειμένου αυτοί να μπορέσουν, σε ένα πρώτο επίπεδο να ενσωματώσουν τις νέες τεχνολογίες στο σχολικό πρόγραμμα, και σε ένα δεύτερο επίπεδο να αναμορφώσουν τις διδακτικές πρακτικές, ώστε να εφαρμόσουν περισσότερο μαθητοκεντρικές προσεγγίσεις διδασκαλίας.

Ταυτόχρονα, μια σειρά άλλων ερευνών που εστίασαν στην ένταξη της εκπαιδευτικής τεχνολογίας (Sheingold & Hadley, 1990; Dwyer, Ringstaff & Sandoltz, 1991) τονίζουν ότι οι εκπαιδευτικοί που χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες στο σχολικό χώρο, υποστηρίζουν κυρίως τις προϋπάρχουσες διδακτικές πρακτικές τους ή προσφέρουν απλά τις βασικές γνώσεις πληροφορικού αλφαριθμητισμού στους μαθητές (Becker, 1993). Διαπιστώνεται έτσι, ότι ο τρόπος χρήσης της τεχνολογίας συμβαδίζει πάντα με τις ιδέες και τις αντιλήψεις των διδασκόντων για το τι συνιστά γνώση (Olson, 2000; Cuban 2002). Κοινή είναι η διαπίστωση ενός αριθμού ερευνητών στο διεθνή χώρο ότι οι ΤΠΕ απέτυχαν να αλλάξουν το καθημερινό μαθησιακό περιβάλλον του σχολείου. Συνοπτικά, αυτό που απαιτείται είναι η μελέτη όλων των διαστάσεων που συνθέτουν το πολύπλοκο ζήτημα της καθημερινής μάθησης και διδασκαλίας, πέρα από τη γνώση των τεχνολογικών εφαρμογών.

Αντικείμενο της παρούσας εισήγησης είναι η περιγραφή μιας ενδοσχολικής συνεργατικής προσπάθειας για την ένταξη των ΤΠΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Ειδικότερα, από τη μια πλευρά περιγράφεται το εγχείρημα ενός εκπαιδευτικού πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (διδάσκων της έκτης τάξης) να ενσωματώσει στην καθημερινή του διδασκαλία ένα καινοτομικό περιβάλλον μάθησης με την υποστήριξη ενός ερευνητή και ενός μαθηματικού της δευτεροβάθμιας και από την άλλη, παρουσιάζεται το πλαίσιο καθώς και στάδια και οι διαδικασίες υποστήριξης.

Σχολείο και Πλαίσιο Στήριξης

Η ενδοσχολική υποστήριξη για την ενσωμάτωση καινοτομικού λογισμικού, υλοποιήθηκε στην 6^η τάξη του Δημοτικού Σχολείου Ιαλυσού, Δωδεκανήσων. Το συγκεκριμένο σχολείο είχε ενταχθεί στο πρόγραμμα Μελίνα. Το σχολείο είχε δημιουργήσει εργαστήριο πληροφορικής με δέκα υπολογιστές. Οι πέντε από αυτούς αποκτήθηκαν στο τέλος του σχολικού έτους 2001-2002 στα πλαίσια του προγράμματος 'Κοινωνία της Πληροφορίας', ενώ οι υπόλοιποι αποκτήθηκαν από το Δήμο και από δωρεές του συλλόγου γονέων παλαιότερα. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις σχολικές τάξεις του Δημοτικού δεν υπάρχουν υπολογιστές. Όσον αφορά στη συγκεκριμένη 6^η τάξη, αυτή αποτελούνταν από 23 μαθητές (12 αγόρια, 11 κορίτσια). Η σχέση των μαθητών αυτών με τις ΤΠΕ μπορεί να χαρακτηριστεί γενικά από μέτρια ως καλή: όλοι/ες οι μαθητές/ριες γνώριζαν στοιχειώδη χρήση υπολογιστή και ικανοποιητική χρήση κειμενογράφου.

Το πλαίσιο στήριξης που εφαρμόστηκε για την ενδοσχολική επιμόρφωση περιελάμβανε δυο ομάδες υποστήριξης:

Α) **Ομάδα ενδοσχολικής υποστήριξης** εκπαιδευτικών για υποστήριξη πρόσωπο με πρόσωπο που καλύπτει τις αναγκαίες από κοντά συζητήσεις, καθώς και διακριτική υποστήριξη μέσα στην τάξη. Περιελάμβανε: (α) έναν ειδικό-ερευνητή στην ένταξη

των ΤΠΕ στην εκπαίδευση που είχε τη συνολική εποπτεία της δραστηριότητας, οργάνωση συζητήσεων, συλλογή υλικού για επαναδιαπραγμάτευση και αναστοχασμό, και (β) έναν ειδικό της διδακτικής των αντικειμένων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, στην ομάδα συμμετείχε ένας μαθηματικός δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ειδικός στη διδακτική των μαθηματικών, δεδομένου ότι οι μαθησιακές δραστηριότητες ήταν μαθηματικού περιεχομένου. Και οι τρεις συμμετέχοντες (δάσκαλος, ερευνητής, μαθηματικός) αποτελούν μέλη ενός δικτύου εκπαιδευτικών και ερευνητών που σαν στόχο έχει την ανάπτυξη διδακτικών σεναρίων μοντελοποίησης στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση αξιοποιώντας μεταξύ άλλων και το μαθησιακό περιβάλλον MODELLINGSPACE.

Β) Ομάδες υποστήριξης από απόσταση: Εδώ διακρίνουμε δυο υποομάδες, που επικοινωνούσαν με e-mail και chat: (α) την «*ευρεία ομάδα επικοινωνίας*» στην οποία συμμετείχαν εκπαιδευτικοί από διάφορες ευρωπαϊκές χώρες (Πορτογαλία, Γαλλία, Βέλγιο) προκειμένου να ανταλλάξουν ιδέες, άρθρα επιστημονικά, κλπ., και όπου η επικοινωνία γινόταν στα Αγγλικά, και (β) την «*κλειστή ομάδα επικοινωνίας*» στην οποία συμμετείχαν εκτός από την ομάδα ενδοσχολικής υποστήριξης και άλλοι Έλληνες εκπαιδευτικοί που επιχειρούν αντίστοιχη εφαρμογή του λογισμικού και παρόμοιων μαθησιακών δραστηριοτήτων σε άλλες γεωγραφικές περιοχές (π.χ. Θράκη). Αξίζει να σημειωθεί ότι, αρχικά παρατηρήθηκε μεγάλη διστακτικότητα από τους εκπαιδευτικούς να στέλνουν email στην ευρεία λίστα, όμως σταδιακά η κατάσταση βελτιώθηκε, κυρίως μέσω της δημιουργίας και αρχικής χρήσης της πιο «κλειστής λίστας επικοινωνίας»

Στάδια και Διαδικασίες Ενδοσχολικής Υποστήριξης

Η υποστηρικτική δραστηριότητα του εκπαιδευτικού ακολούθησε τέσσερις βασικές φάσεις, αναφορικά με τη προετοιμασία μιας μικρής σειράς δραστηριοτήτων (βλέπε Σχήμα 1). Διαδικασίες εσωτερικές των φάσεων αυτών παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια.

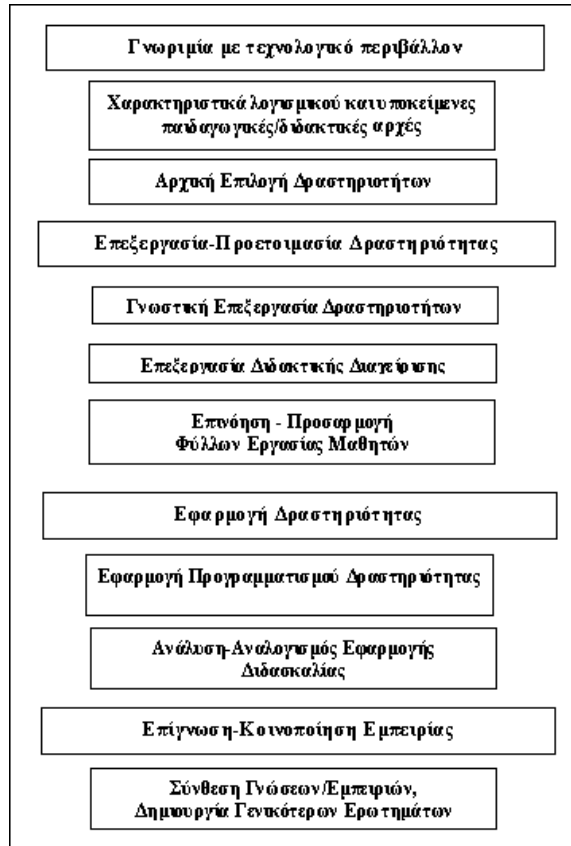
I. Αρχική φάση γνωριμίας με τις τεχνολογικές εφαρμογές

I.α) Γνωριμία με το καινοτομικό τεχνολογικό περιβάλλον: παρουσίαση και εισαγωγή στις βασικές υποκείμενες γνωστικές όψεις και παιδαγωγικές αρχές.

Αρχικά έγινε η γνωριμία των εκπαιδευτικών με το καινοτομικό εκπαιδευτικό λογισμικό, και τις βασικές υποκείμενες γνωστικές όψεις και παιδαγωγικές αρχές.

Το τι μπορεί να κάνει κάποιος με ένα εργαλείο εξαρτάται κυρίως από τις αναπαραστάσεις που δημιουργεί σε σχέση με τη λειτουργικότητα του. Δεδομένου ότι οι διδάσκοντες οργανώνουν το πλαίσιο της μάθησης, αν χρησιμοποιήσουν για παράδειγμα, ένα συγκεκριμένο ανοικτό και διερευνητικό περιβάλλον, είναι επιθυμητό να γνωρίζουν, να συμφωνούν και να μπορούν να υιοθετήσουν το υποκείμενο θεωρητικό του πλαίσιο, προκειμένου το τεχνολογικό αυτό μαθησιακό περιβάλλον να αξιοποιηθεί με τον προσδοκώμενο τρόπο. Ειδικά το MODELLINGSPACE είναι ένα εκπαιδευτικό λογισμικό που απευθύνεται σε δύο ειδών χρήστες: διδάσκοντες και μαθητές. Η διδακτική προσέγγιση που υποστηρίζει είναι αυτή της καθοδηγούμενης

ανακάλυψης. Σχεδιάστηκε ως ένα ανοιχτό περιβάλλον που επιτρέπει αφενός δραστηριότητες μοντελοποίησης από μαθητές και διδάσκοντες, αφετέρου συνεργατική δημιουργία μοντέλων μεταξύ μαθητών μιας τάξης ή διαφορετικών τάξεων.



Σχήμα 1: Στάδια Ενδοσχολικής Υποστήριξης Ένταξης Καινοτομικής Δραστηριότητας

Οι εκπαιδευτικές προθέσεις των σχεδιαστών για τη συμβολή του συγκεκριμένου λογισμικού αφορούν στην:

i) *Ανάπτυξη δεξιοτήτων μοντελοποίησης*: κατανόηση, δημιουργία και έλεγχος μοντέλων. Το περιβάλλον ωθεί το μαθητή να ασχοληθεί με ποικίλες καταστάσεις - προβλήματα εμπλέκοντας τον σε διαδικασίες επίλυσης προβλήματος, ενώ τον υποστηρίζει παρέχοντάς του πολλαπλά εργαλεία που βοηθούν τη συλλογιστική διαδικασία.

ii) *Ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων*: οι μαθητές εμπλέκονται σε διαδικασίες (που υποστηρίζονται μέσω εργαλείων) κριτικής θεώρησης των δημιουργιών τους, και αυτοανάλυσης της διαδικασίας διερεύνησης που εφαρμόστηκε.

iii) Ανάπτυξη δεξιοτήτων έκφρασης ιδεών, επικοινωνίας και συνεργατικότητας: το περιβάλλον εμπλέκει τους μαθητές να εργαστούν συνεργατικά σε γνωστικά πλούσιες καταστάσεις εφοδιάζοντας τους με κατάλληλα εργαλεία (μορφές διαλόγου, επίγνωση ενεργειών άλλων χρηστών, οπτικό ιστορικό της συνεργατικής διαδικασίας κτλ.

iv) *Οικοδόμηση επιστημονικών εννοιών*: Θεμελιώδεις έννοιες, νόμοι και διαδικασίες συλλογισμού που εμπλέκονται σε θέματα διαφορετικών μαθημάτων (π.χ. Μαθηματικά, Φυσική, Βιολογία, Χημεία, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση)

Από τη διαδικασία ένταξης, φάνηκε πως οι παραπάνω βασικοί στόχοι αλλά και άλλες επιμέρους αρχές είναι μεν θεωρητικά αποδεκτές από τους εκπαιδευτικούς,- γεγονός που διαπιστώνεται από τις απαντήσεις που έδωσαν σε ανάλογο ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν πριν την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων- είναι όμως εξαιρετικά δύσκολο να τις υιοθετήσουν στη διδακτική τους πρακτική, και άρα να υποστηρίξουν κατάλληλα την αντίστοιχη διαδικασία διδασκαλίας - μάθησης. Δεδομένου ότι συχνά η θεωρητική αποδοχή ανατρέπεται από τις χρόνια οικοδομημένες στρατηγικές και ρουτίνες των έμπειρων εκπαιδευτικών, (όπως φάνηκε και από την παρατήρηση των διδασκαλιών και τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών σε σχετικά ερωτήματα ερωτηματολογίων που τους δόθηκαν μετά από πέρας των δραστηριοτήτων), η ενδοσχολική υποστήριξη, θέτει τελικά στο επίκεντρο τη στήριξη των εκπαιδευτικών κατά τη διαδικασία αλλαγής των παιδαγωγικών και διδακτικών τους στρατηγικών.

1.β) Αρχική Επιλογή δραστηριοτήτων

Τα μέλη της ομάδας ενδοσχολικής υποστήριξης εργάστηκαν αρχικά πάνω σε φύλλα εργασίας που είχαν εκπονήσει άλλοι συνάδελφοι (που είχαν ενταχθεί στο δίκτυο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα) δοκιμάζοντας και μοντελοποιώντας οι ίδιοι καταστάσεις-προβλήματα. Καθημερινώς είχαν επικοινωνία, συζητώντας προβλήματα που συναντούσαν, ενώ σιγά - σιγά άρχισαν να επιχειρούν να μετατρέπουν και να προσαρμόζουν τις υπάρχουσες δραστηριότητες στις ανάγκες της τάξης και των μαθητών του συγκεκριμένου Δημοτικού σχολείου, ενώ στο τέλος δημιούργησαν νέες.

Κατά την επιλογή των δραστηριοτήτων, ο εκπαιδευτικός στα πλαίσια της ομάδας ενδοσχολικής υποστήριξης: (α) έλαβε υπόψη την τρέχουσα ύλη κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο της σχολικής χρονιάς, (β) εκτίμησε τη συνάφεια του γνωστικού επιπέδου των μαθητών με τις απαιτήσεις της δραστηριότητας, και (γ) εκτίμησε την πολυπλοκότητα της διαχείρισής της.

Κατά την διάρκεια της επιλογής των προτεινόμενων δραστηριοτήτων, υπήρξε ουσιαστικός προβληματισμός από τον εκπαιδευτικό. Αρχικά, ένα διδακτικό σενάριο του φάνηκε ενδιαφέρον (διοργάνωση-μοντελοποίηση ενός ταξιδιού) λόγω του ότι το θέμα κατά τη γνώμη του είχε σχέση με τα βιώματα αρκετών παιδιών της τάξης του, όμως στη συνέχεια συνειδητοποίησε ότι εμπλέκονταν πολλά μεγέθη και θεώρησε ότι κάτι τέτοιο θα καθιστούσε περίπλοκη τη διαχείριση της δραστηριότητας από τους μαθητές. Συχνά, φαινομενικά απλές και οικείες για τα παιδιά δραστηριότητες, στην πορεία αποδεικνύεται ότι εμπλέκουν γνωστικές διεργασίες είτε πολύπλοκες είτε μη οικείες στα παιδιά.

II. Προετοιμασία διδασκαλίας

II.α) Γνωστική επεξεργασία των δραστηριοτήτων

Το καινοτομικό περιβάλλον μάθησης MODELLINGSPACE χρησιμοποιήθηκε για να διδαχθούν οι μαθητές την έννοια της αναλογικότητας μέσω μοντελοποίησης φαινομένων και καταστάσεων της καθημερινής ζωής, καθώς και να αποκτήσουν γνώσεις αξιοποίησης πειραματικών δεδομένων μέσα από πίνακες τιμών και γραφήματα. Σύμφωνα με τον Freudenthal (1983) τα πραγματικά φαινόμενα ή καταστάσεις στα οποία εμφανίζονται οι μαθηματικές έννοιες ή δομές στην κατανόηση των οποίων στοχεύουμε πρέπει να εξερευνούνται κάτω από όσο το δυνατό περισσότερες οπτικές γωνίες. Έτσι από τις δραστηριότητες που είχαμε ήδη μελετήσει και επεξεργαστεί, επιλέξαμε εκείνες τις καταστάσεις- προβλήματα που αναφέρονταν στον καθημερινό κόσμο εμπειρίας των μαθητών και που ανάλογες είχαν ήδη επεξεργαστεί με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας σκοπεύοντας στην εμβάθυνση της κατανόησης της έννοιας της αναλογικότητας. Η έννοια της αναλογικότητας επιλέχτηκε γιατί είναι μια σημαντική έννοια των σχολικών μαθηματικών που συνδέεται στο Δημοτικό με τα κλάσματα και τις πράξεις του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης, ενώ στο Γυμνάσιο και το Λύκειο με τις έννοιες των ρητών αριθμών και των συναρτήσεων. Επιπλέον είναι μια έννοια με πολλές εφαρμογές σε άλλα μαθήματα, επομένως ευνοεί τη διαθεματική προσέγγιση και ταυτόχρονα έχει πολλές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή και άρα στο χώρο εμπειριών των μαθητών.

Συμφωνήθηκε να προταθεί στους μαθητές να επεξεργαστούν μια ανοιχτή κατάσταση- πρόβλημα μέσα από δραστηριότητες μοντελοποίησης, δουλεύοντας συνεργατικά ανά δύο στον Η.Υ και απαντώντας στις ερωτήσεις του φύλλου δραστηριότητας τους. Η κατάσταση- πρόβλημα αφορούσε στη ροή νερού από μια βρύση σε ένα δοχείο και ζητούσε από τους μαθητές να τη μοντελοποιήσουν.

Κατά την φάση της γνωστικής επεξεργασίας των δραστηριοτήτων χρειάστηκε να επικοινωνήσουμε με άλλα εμπειρότερα μέλη του δικτύου για να επωφεληθούμε και να διευκρινίσουμε μια σειρά επιμέρους θεμάτων (π.χ. τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές προσλαμβάνουν τα εικονίδια των σχέσεων, τις ιδιότητες συγκεκριμένων οντοτήτων, τα γραφήματα που δημιουργούνται, αλλά και την ίδια τη διαδικασία που συνήθως εφαρμόζουν κατά τον έλεγχο καταλληλότητας ή πληρότητας μοντέλων).

II.β) Επεξεργασία διδακτικής διαχείρισης

Προκειμένου να γίνει η επεξεργασία της διαχείρισης της διδασκαλίας και στα πλαίσια της συλλογιστικής που παρουσιάστηκε προηγουμένως έγιναν μια σειρά από συναντήσεις της ομάδας υποστήριξης (Δάσκαλος, Μαθηματικός, Ερευνητής). Οι συναντήσεις αυτές ξεκίνησαν ένα περίπου μήνα πριν από τη διεξαγωγή της πρώτης διδασκαλίας. Συνολικά, χρειάστηκαν πέντε συναντήσεις και η μέση διάρκεια των συζητήσεων ήταν 3 ώρες. Προέκυψαν δύο ζητήματα: Α) διαχείριση της αρχικής εξοικείωσης των μαθητών με το λογισμικό, και Β) διδακτική διαχείριση της πορείας μάθησης των μαθητών.

Α) *Διαχείριση της αρχικής εξοικείωσης των μαθητών με το λογισμικό:* Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε είναι σύμφωνη με τις βασικές αρχές της

κοινωνικοπολιτισμικής ψυχολογίας όπως αυτές διαμορφώθηκαν από τη σοβιετική σχολή (Vygotsky, Luria, Leonteev) και τους συνεχιστές της (Wertsch, Cole). Σύμφωνα με αυτές η εκμάθηση του εργαλείου (στη συγκεκριμένη περίπτωση του εκπαιδευτικού λογισμικού ModellingSpace) δεν είναι ανεξάρτητη από το προς διερεύνηση γνωστικό αντικείμενο. Επιπρόσθετα οι Salomon & Perkins (1996) και Salomon (2000) αναφέρονται στην αναγκαιότητα ενασχόλησης με τις τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας όχι ως σημείο αναφοράς αλλά ως εργαλεία διεκπεραίωσης ενός παιδαγωγικού σεναρίου. Η συγκεκριμένη προσέγγιση διαφοροποιείται από μια σειρά άλλων προσεγγίσεων που δίνουν έμφαση στην τεχνολογία (τεχνοκεντρικές προσεγγίσεις) και τείνουν να λειτουργούν αποπλαισιωμένα, με την τεχνολογία να έχει κεντρικό ρόλο (μάθηση πάνω στην τεχνολογία). Πρακτικά, επιλέχθηκε λοιπόν, η προσέγγιση της εισαγωγής της χρήσης του λογισμικού: (α) εξ αιτίας των δυνατοτήτων περαιτέρω διερεύνησης συγκεκριμένων ερωτημάτων που είχαν δημιουργηθεί μέσα από προηγούμενη πειραματική διαδικασία, (β) μέσα από τη σταδιακή και για τις ανάγκες της μαθησιακής δραστηριότητας παρουσίασης των χαρακτηριστικών του λογισμικού.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής: Αρχικά συμφωνήθηκε ότι η εκμάθηση του λογισμικού θα πρέπει να απαντά σε ένα υπαρκτό μαθησιακό πρόβλημα. Σε αυτά τα πλαίσια, αρχικά ζητήθηκε από τους μαθητές να διεξάγουν πείραμα με πραγματικά αντικείμενα και να απαντήσουν σε σειρά ερωτημάτων για τις αναλογίες. Στη συνέχεια, οι μαθητές γνωρίστηκαν με το περιβάλλον του λογισμικού και προσπάθησαν να λύσουν ένα αντίστοιχο πρόβλημα με τη βοήθεια του περιβάλλοντος αυτού. Ορισμένες από τις περαιτέρω δυνατότητες του λογισμικού που ήταν χρήσιμες για τους μαθητές, παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια μετέπειτα δραστηριοτήτων.

B) Διδακτική διαχείριση μαθησιακής πορείας: Σε αυτή τη φάση έγινε η επιλογή της χρονικής ένταξης της δραστηριότητας: ως αρχική εφόρμηση στην οικοδόμηση εννοιών, ως ενδιάμεση-εμβάθυνσης, ή ως επαναληπτική-σύνθεσης (Δημητρακοπούλου, 2002). Δεδομένου ότι δεν υπήρχε πρότερη εμπειρία σε ανοικτά διερευνητικά περιβάλλοντα από τον διδάσκοντα, επιλέχθηκε να μην ενταχθεί ως εφόρμηση, αλλά ως σειρά δραστηριοτήτων σύνθεσης. Επιχειρήθηκε λοιπόν, να δημιουργηθεί το κατάλληλο **πλαίσιο-δραστηριότητα** για μια επαναληπτική διδασκαλία αναγνώρισης και εφαρμογής των σχέσεων αναλογίας -έτσι όπως περιλαμβάνεται στο εγχειρίδιο της 6^{ης} Δημοτικού (β' τεύχος)- αλλά με τη βοήθεια των ΤΠΕ.

Για τη διδακτική μας διαχείριση στηριχθήκαμε υιοθετώντας τις απόψεις του Simon (1995) που υποστηρίζει ότι, ο ρόλος κλειδί ενός εκπαιδευτικού στην επιλογή και παρουσίαση εργασιών για τους μαθητές του, απαιτεί την ολοκλήρωση σε ένα ενιαίο και 'συνεκτικό όλο' των στόχων και της προσέγγισης διδασκαλίας με την πορεία της σκέψης των μαθητών. "Η με άλλα λόγια: *"Η προσεχτική και ενδεδειγμένη ανάλυση του μαθησιακού στόχου, των μαθησιακών δραστηριοτήτων, και του συλλογισμού και μάθησης στην οποία μπορεί να εμπλακούν οι μαθητές συνιστά την υποθετική πορεία μάθησης"* (Hypothetical learning trajectory) (Simon, 1995, 133)

Αρχικά, επιχειρήθηκε να ανιχνευτούν οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις του διδάσκοντα όπως και οι τρόποι διαχείρισης της δραστηριότητας, που θεωρούσε καταρχάς

βέλτιστες. Η συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων που ακολούθησε οδήγησε στην συνειδητοποίηση της ανάγκης για: i) γνωσιολογική και διδακτική ανάλυση της υπό διδασκαλία έννοιας, iii) διερεύνηση των σχετιζόμενων κατηγοριών προβλημάτων και iii) πρόβλεψη ενδεχόμενων δυσκολιών των μαθητών. Η ομάδα υποστήριξης, αφού μελέτησε το κεφάλαιο των αναλογιών από το εγχειρίδιο της 6^{ης} τάξης Δημοτικού, από τη μια πλευρά αξιοποίησε συνοδευτικά υλικά του λογισμικού, ενώ από την άλλη ενημερώθηκε γύρω από την ταξινόμηση προβλημάτων αναλογικότητας που επεξεργάστηκε ο Vergnaud (1994). Παράλληλα, έλαβε υπόψη της τη γνωσιολογική και διδακτική προσέγγιση της έννοιας καθώς και τις ταξινομίες προβλημάτων αναλογίας (Lamon, 1993; Κολέζα, 2000). Ακολούθως, επεξεργάστηκε τους ειδικότερους στόχους διδασκαλίας, λαμβάνοντας υπόψη τέσσερις παράγοντες:

- α) τη γνώση από μέρους του διδάσκοντα των μέχρι τώρα αναπαραστάσεων των παιδιών για την έννοια της αναλογικότητας και τις ενδεχόμενες δυσκολίες που θα συναντούσαν,
- β) τη γνωσιολογική και διδακτική ανάλυση πλευρών της έννοιας που χρειάζεται να αναδειχθούν,
- γ) το υποκείμενο θεωρητικό πλαίσιο, τα χαρακτηριστικά και τη λειτουργικότητα του λογισμικού καθώς και τις εκπαιδευτικές προθέσεις των σχεδιαστών του λογισμικού,
- δ) τις ταξινομίες προβλημάτων πάνω στην αναλογικότητα και τις καταστάσεις - προβλήματα τα οποία είχαν ήδη επεξεργαστεί σε ένα πρώτο επίπεδο.

Η διδακτική διαχείριση της μαθησιακής πορείας, προσδιορίστηκε σε ένα πρώτο επίπεδο, μέσω της ανάλυσης της υποθετικής πορείας μάθησης, της διαχείρισης ομάδων μαθητών που λειτουργούν διερευνητικά σε κατάλληλο τεχνολογικό περιβάλλον, λαμβάνοντας συγχρόνως υπόψη την έλλειψη διδακτικής εμπειρίας του διδάσκοντα σε διαχείριση διερευνητικών μεθόδων.

II.γ) Επινόηση προσαρμογή φύλλων εργασίας μαθητών

Τα "Φύλλα Δραστηριοτήτων" των μαθητών, διαμορφώθηκαν επιλέγοντας τα επί μέρους ερωτήματα/προβλήματα να υπάγονται αφενός στις χαμηλότερες κατηγορίες (ευκολότερα προβλήματα) της ταξινόμησης του Vergnaud (αυτές των προβλημάτων πολλαπλασιασμού/διαίρεσης, και της εύρεσης τετάρτης αναλόγου) και αφετέρου στην κατηγορία «προβλημάτων διαφοροποίησης» (Κολέζα, 2000), όπου ένα φαινόμενο ή μία έννοια περιγράφεται με τη βοήθεια δύο μεγεθών που είναι σημασιολογικά ετερογενή και όπου επομένως καμία προσθετική διαδικασία μεταξύ τους δεν έχει νόημα (γεγονός που στις κατηγορίες που συμβαίνει αποτελεί πρόσθετη δυσκολία για τους μαθητές). Επίσης, προβλέφθηκε έτσι τα επιμέρους ερωτήματα να αναφέρονται σε δύο σαφώς διακεκριμένα μεγέθη, των οποίων ο λόγος να συνιστά ένα τρίτο "αυθύπαρκτο οικείο μέγεθος" (π.χ. παροχή=>όγκος ανά δευτερόλεπτο /1^η κατηγορία της ταξινόμιας της S.Lamon.)

Με βάση και τους επιμέρους μαθησιακούς στόχους, διατυπώθηκαν υποθέσεις για τα υποκείμενα γνωστικά οφέλη κάθε ερώτησης καθώς και για τα νοητικά βήματα που θα μπορούσε να πραγματοποιήσει ένας μαθητής (ανάλυση του φαινομένου, έκφραση πλευρών από τις άτυπες διαισθητικές αντιλήψεις περί μοντέλων, αναγνώριση εμπέδωση και διασαφήνιση της έννοιας αναλογικότητας με την ανάπτυξη νοητικού

μοντέλου που να πλησιάζει το επιστημονικό μοντέλο της έννοιας, διαδικασίες συλλογισμού, μετάφραση ανάμεσα σε διαφορετικά συμβολικά-αναπαραστατικά συστήματα).

Χρειάζεται να σημειωθεί ότι η δημιουργία φύλλων δραστηριοτήτων είναι μια ιδιαίτερα επίπονη και σύνθετη διαδικασία γιατί επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, απαιτεί σε βάθος εννοιολογική και διδακτική ανάλυση, γνώση ταξινομιών προβλημάτων, γνώση των χαρακτηριστικών και των υποκείμενων γνωστικών πλευρών και παιδαγωγικών αρχών του λογισμικού, πρόβλεψη των γνωστικών λειτουργιών του μαθητή που μπορεί να ενεργοποιήσει, όπου η διαπλοκή και η σειρά των ερωτήσεων έχει και αυτή τη σημασία και την αξία της.

III. Εφαρμογή της δραστηριότητας

III.α) Εφαρμογή προγραμματισμού της δραστηριότητας

Σε αυτά τα πλαίσια αρχικά ζητήθηκε από τους μαθητές να διεξάγουν πείραμα με πραγματικά αντικείμενα και να απαντήσουν σε σειρά ερωτημάτων για τις αναλογίες. Στη συνέχεια, οι μαθητές γνωρίστηκαν με το περιβάλλον του λογισμικού και προσπάθησαν να λύσουν ένα αντίστοιχο πρόβλημα με τη βοήθεια του λογισμικού.

Συνοπτικά, συναντήσαμε μια σειρά από προβλήματα που δεν είχαν προβλεφθεί. Για παράδειγμα, το ότι ο χρόνος που είχε υπολογιστεί για τη διεκπεραίωση των δραστηριοτήτων δεν ήταν αρκετός. Παρότι οι μαθητές εξοικειώνονταν σχετικά γρήγορα με το περιβάλλον, εντούτοις η διαδικασία διερεύνησης, και διαχείρισης των απόψεων των ομάδων μαθητών υπολειπόταν χρονικά.

Ένα πρόσθετο ζήτημα αφορά στην τεχνική υποστήριξη που απαιτήθηκε καθόλη ουσιαστικά τη διάρκεια εφαρμογής της δραστηριότητας. Η διαδικασία αυτή ήταν συνεχής. Όποτε ο εκπαιδευτικός ένοιωθε την ανάγκη να δει κάποια νέα ζητήματα με το λογισμικό γίνονταν συναντήσεις, κάτι που διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην συνέχιση της όλης προσπάθειας και στην αποδοχή της από τον εκπαιδευτικό παρά τις δυσκολίες.

Τέλος, ένα ζήτημα αφορά στη δυσκολία-ιδιαιτερότητα των φύλλων δραστηριότητας. Τα φύλλα αυτά διαφέρουν από τα προβλήματα ή τις δραστηριότητες που προτείνουν τα σχολικά εγχειρίδια και στα οποία είναι συνηθισμένος ο εκπαιδευτικός. Ένα συναφές ζήτημα, αφορά στη δυσκολία πρόβλεψης των πιθανών αδυναμιών-δυσκολιών που θα αντιμετώπιζαν οι μαθητές. Ενώ στην καθημερινή διδασκαλία ο εκπαιδευτικός έχει αναπτύξει μια σειρά από ρουτίνες που του επιτρέπουν να αντιμετωπίζει και σε κάποιο βαθμό να προβλέπει τις δυσκολίες των μαθητών του, στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν είναι δυνατό να γίνει σε μεγάλο βαθμό εκ των προτέρων.

III.β) Ανάλυση-Αναστοχασμός πάνω στις πρακτικές

Προκειμένου να προσεγγιστεί ερευνητικά το όλο ζήτημα συλλέχθηκαν μια σειρά από δεδομένα: Βιντεοσκοπήσεις όλων των διδασκαλιών, αλλά και συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια που συμπλήρωσε ο εκπαιδευτικός. Οι διδασκαλίες βιντεοσκοπήθηκαν προκειμένου να χρησιμοποιηθούν αργότερα ως υλικό για αναστοχασμό από τα μέλη της ομάδας. Μετά από κάθε διδασκαλία που έκανε ο δάσκαλος της τάξης στο

εργαστήριο των υπολογιστών, η ομάδα υποστήριξης συνεδρίαζε και συζητούσε πάνω στη διδασκαλία (*φάση αναστοχασμού*). Κύριος στόχος ήταν η αναζήτηση των δυσκολιών που συνάντησε ο εκπαιδευτικός και οι μαθητές, η σύγκριση των αρχικών προβλέψεων με την εξέλιξη της διδασκαλίας όπως αυτή καταγράφηκε, και κατά συνέπεια ο προσδιορισμός των επίμαχων σημείων για να βελτιωθούν στην επόμενη διδασκαλία.

Σε αυτά τα πλαίσια επισημάνθηκαν δυσκολίες από τη μεριά του εκπαιδευτικού να λειτουργήσει σε ένα περιβάλλον στο οποίο δεν είχε λειτουργήσει προηγούμενα (αναγνωρίστηκε ρητά από τον ίδιο ως δυσκολία μέσα από τις συνεντεύξεις). Κύρια χαρακτηριστικά αυτού του περιβάλλοντος είναι η εργασία σε ομάδες, η λειτουργία των μαθητών σε μια κατά βάση αυτόνομη από το δάσκαλο εργασία, κ.α. Το γεγονός ότι ο εκπαιδευτικός έπρεπε να δράσει ως αρωγός, και η δυσκολία του να απαντά στους μαθητές όχι μονολεκτικά ή με τη σωστή απάντηση (όπως είχε συνηθίσει), αλλά λαμβάνοντας τις όποιες απαντήσεις των μαθητών ως μια αφορμή για παραπέρα διάλογο, συνιστούσε ένα επιπλέον κρίσιμο ζήτημα.

Ενδεικτικά περιγράφουμε τα βασικά σημεία της συζήτησης που έλαβε χώρα με το πέρας των δύο πρώτων διδασκαλιών και αφού οι μαθητές είχαν δημιουργήσει τα πρώτα μοντέλα τους. Προτάθηκε στον εκπαιδευτικό να κάνει στην επόμενη διδασκαλία, συζήτηση μεταξύ των μαθητών πάνω στα μοντέλα που δεν ήταν κατάλληλα. Αντικειμενικός στόχος ήταν η δημιουργία κοινωνικογνωστικής σύγκρουσης (socio-cognitive conflict) μεταξύ των μαθητών και ταυτόχρονα η ενίσχυση του περάσματος από τις προ-έννοιες σε επιστημονικές έννοιες που αποτελεί μια δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία. Ο τρόπος με τον οποίο προγραμματίστηκε να γίνει αυτό ήταν μέσω της διαχείρισης των 'λανθασμένων' μοντέλων ώστε να αποτελέσουν εργαλεία για τη μετάβαση σε κάτι μαθησιακά επιθυμητό. Στη φάση αυτή υπήρξε παράλληλα προβληματισμός από την πλευρά του διδάσκοντα, γιατί διαπίστωσε ότι ομάδες που είχαν λάθος στο μοντέλο, δε φαινόταν να έχουν δυσκολίες στην διεκπεραίωση των απαιτήσεων του σχολικού μαθηματικού εγχειριδίου.

Βασικά Συμπεράσματα

Από τη μέχρι τώρα ανάλυση του υλικού προκύπτουν ορισμένα ενδιαφέροντα συμπεράσματα που έχουν να κάνουν με μια σειρά από ζητήματα.

Ένα κεντρικό συμπέρασμα αφορά στις **δυσκολίες των εκπαιδευτικών για τη μετεξέλιξη των πρακτικών τους**, κατά την αξιοποίηση των ΤΠΕ, και ειδικότερα καινοτομικών περιβαλλόντων μάθησης. Από μια σειρά μακροχρόνιων μελετών (Sandholtz et al, 1997) γνωρίζουμε ήδη ότι **η εκπαιδευτική αλλαγή** δεν είναι μια καθόλου εύκολη και μονοδιάστατη υπόθεση, εφόσον συνιστά ένα πολύπλοκο και **πολυπαραγοντικό φαινόμενο**. Εμπλέκονται παράγοντες όπως, οι αντιλήψεις του εκπαιδευτικού, οι παγιωμένες πρακτικές όπως αυτές έχουν αναπτυχθεί μέσα στις συνθήκες λειτουργίας του σημερινού σχολείου, αλλά και αναλυτικού προγράμματος.

Επιμέρους ζητήματα που επισημάνθηκαν, αφορούν στη **δυσκολία λειτουργίας σε συνεχείς συνθήκες ομαδικής εργασίας** από τους μαθητές. Καθ' όλη τη διάρκεια των

διδασκαλιών οι μαθητές ήταν χωρισμένοι σε ομάδες και οι όποιες γραπτές απαντήσεις τους εξέφραζαν την ομάδα και όχι τον καθένα χωριστά, στοιχείο που διαφοροποιεί έντονα τη μαθησιακή αυτή κατάσταση από την καθημερινότητα της τάξης. Ένα άλλο στοιχείο αφορά στην ενθάρρυνση των μαθητών να εργάζονται αυτόνομα και για αρκετό διάστημα. Φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί συναντούν δυσκολίες στην αλλαγή πρακτικής (προώθηση αυτενέργειας, συνεργατικού διαλόγου, κλπ) όπως έχει επισημανθεί και από μια σειρά άλλες έρευνες (Becker, 2000).

Ένα άλλο στοιχείο που αποκομίσαμε αφορά στο πως ξεπερνιούνται οι δυσκολίες που αντιμετωπίζει ο εκπαιδευτικός δεδομένου ότι ο ίδιος δεν έχει συνήθως πλήρη συνείδηση της κατάστασης που δημιουργείται στην τάξη του με τη χρήση του καινοτομικού περιβάλλοντος. Οι δυσκολίες αυτές ξεπερνιούνται σε κάποιο βαθμό μέσα από τη συζήτηση στα πλαίσια της ομάδας υποστήριξης και με πειραματισμό του εκπαιδευτικού με το καινοτομικό περιβάλλον. Ένα σημαντικό στοιχείο αφορά στην αξία της βιντεοσκόπησης ως εργαλείου αναστοχασμού (self-reflection). Όταν ο εκπαιδευτικός παρατηρούσε στο βίντεο τις δικές του διδασκαλίες, προβληματιζόταν και επισήμαινε ο ίδιος αρκετά σημεία της διαδικασίας που ενδεχόμενα έχρηζαν διαφορετικής διαχείρισης. Τα στοιχεία που συνήθως επικουρούν στη διαφοροποίηση του αρχικού πλάνου είναι οι γνωστικές συμπεριφορές των παιδιών και η χρονική διαχείριση.

Τέλος επισημαίνουμε ότι, μια σειρά από οργανωτικές και κοινωνικές συνθήκες διαδραματίζουν ιδιαίτερα κρίσιμο ρόλο και μπορούν να αποτρέψουν ή να ευνοήσουν την αξιοποίηση των ΤΠΕ στη σχολική τάξη. Συγκρίνοντας το Δημοτικό σχολείο, με αντίστοιχες διδασκαλίες σε Γυμνάσιο ή Λύκειο, διαπιστώνουμε την ύπαρξη μιας σειράς οργανωτικών διευκολύνσεων σε όσους επιχειρούν να εισάγουν τις ΤΠΕ στην καθημερινή τάξη, διευκολύνσεις που αφορούν στην ύπαρξη κυρίως ενός εκπαιδευτικού που διδάσκει στην τάξη στα πλαίσια ενός λιγότερο καταναμεμημένου αναλυτικού προγράμματος. Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η οποία απόπειρα να διδαχτεί εκπαιδευτικό λογισμικό περνά μέσα από τη συναίνεση και άλλων εκπαιδευτικών που διδάσκουν στην τάξη, εφόσον μια μόνο διδακτική ώρα δεν είναι σε καμιά περίπτωση αρκετή. Επιπλέον μια από αυτές τις συνθήκες είναι η *‘ευρύτερη κουλτούρα του σχολείου’* (Salomon & Perkins, 1996). Πιο συγκεκριμένα, στο σχολείο με το οποίο συνεργαζόμαστε, μόνο δύο εκπαιδευτικοί κάνουν συστηματική χρήση του σχολικού εργαστηρίου. Παρά την ενθάρρυνση του διευθυντή και την ελευθερία που παρέχει προκειμένου οι εκπαιδευτικοί να πειραματιστούν, διαπιστώνεται δυσκολία αξιοποίησης του εργαστηρίου από τη μεριά τους.

Επίλογος

Συμπερασματικά, η παρούσα προσέγγιση στηρίχθηκε στη θεώρηση ότι η αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πρακτική συνιστά μια καινοτομία ως προς τις διδακτικές και οργανωτικές διαδικασίες και ως τέτοια μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στην υφιστάμενη κατάσταση στο σχολείο. Εντάσσεται σε μια λογική μικρών πειραματικών βημάτων εφαρμογής συνολικών αλλαγών στις πεποιθήσεις, στις πρακτικές και μεθόδους, στο μαθησιακό υλικό, στο αναλυτικό πρόγραμμα, στις συνθήκες λειτουργίας του σχολείου, ούτως ώστε να ανιχνευτούν και να γίνουν ορατές σε επίπεδο

δάσκαλου, ως υποκειμένου με προϋπάρχουσες πεποιθήσεις και πρακτικές, αλλά και σε επίπεδο σχολείου, ως οργανισμού με διαμορφωμένες νόρμες. Προφανώς, όσον αφορά στους ίδιους τους εκπαιδευτικούς, δεν αρκούν απλά δεξιότητες χρήσης των ΤΠΕ για να ξεπεραστεί το πρόβλημα. Χρειάζεται συνειδητοποίηση, ότι απαιτείται αλλαγή του ρόλου τους μέσα στην τάξη, σταδιακή προσαρμογή των ρουτινών και πρακτικών τους, εφαρμογή νέων διδακτικών μεθόδων και νέων παιδαγωγικών προσεγγίσεων. Ο ρόλος τους αλλάζει και από μεταφορέας και μεταδότης της γνώσης, καθίστανται αρωγοί στην προσπάθεια των μαθητών να οικοδομήσουν τη γνώση μέσα από διαδικασίες διερεύνησης και διαπραγμάτευσης μεταξύ των ομάδων των μαθητών.

Στην εφαρμογή καινοτομικού τεχνολογικού περιβάλλοντος στη διδακτική πράξη, που παρουσιάστηκε στη παρούσα εισήγηση, η αναγκαία επιμόρφωση των εκπαιδευτικών δεν προσεγγίστηκε μέσω εντατικών σεμιναρίων όπου οι επιμορφωτές μεταφέρουν "γνώση", αλλά ως ένα δυναμικό σύστημα δραστηριοτήτων (που διαλεκτικά οδηγούν στην επιμόρφωση) και εμπλοκής στην ολοκλήρωση της καινοτομίας. Μια τέτοια προσέγγιση αντιμετωπίζει τον εκπαιδευτικό ως δημιουργό της αλλαγής, ως ένα επαγγελματία που αναμένεται στοχαζόμενος πάνω στην ερμηνεία των πρακτικών του να τις οικοδομήσει διαλεκτικά, μέσα από δυνατότητες και ευκαιρίες που του παρέχονται να διδάσκει με τις ΤΠΕ αξιοποιώντας κατάλληλα λογισμικά που είναι επαρκώς υποστηριζόμενα (διδακτικά, παιδαγωγικά, τεχνικά).

Ευχαριστίες: Ευχαριστούμε το πρώτο Δημοτικό σχολείο Ιαλυσού και το Διευθυντή του Γ. Κελακίό για την υποστήριξη, όπως και όλους τους μαθητές της ΣΤ' τάξης για τη βοήθεια τους. Η διδακτική παρέμβαση καθώς και η έρευνα υποστηρίχτηκε από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα ModellingSpace (IST-2000/School of Tomorrow).

Βιβλιογραφία

- Becker H.J. (1993). Instructional computer use: Findings from a national survey of school and teacher practices. *The Computing Teacher*, 20(1) 6-7
- Becker H. J. (2000). Findings from the teaching, Learning and Computing survey: IS Larry Cuban Right? Paper presented at the *School Technology Leadership Conference* of the Council of Chief State School Officers, Washington D.C.
- Cuban, L. (1993), Computers meet classroom: Classroom wins. *Teachers College Record*, 95(2) 185-210
- Cuban, L. (2000). So much high-tech money invested, so little use and change in practice: How come? Paper presented at the *School Technology Leadership Conference* of the Council of Chief State School Officers, Washington D.C.
- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused. Computers in the classroom*. Cambridge: Harvard University Press
- Dwyer D. C. , Ringstaff C. & Sandholtz J. H. (1991). Changes in teachers' beliefs and practices in technology-rich classrooms. *Educational Leadership*, 48, 45-52
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Dordrecht: Reidel.
- Martin L. M. W. (1987). Teacher's adoption of multimedia technologies for science and mathematics instruction. In R. D Pea. & K. Sheingold (eds.), *Mirrors of mind*:

- Patterns of experience in educational computing*. Norwood, N.J: Ablex Publication. Corporation
- Olson J. (2000). Trojan Horse or teacher's pet? Computers and the culture of the school. *Journal of Curriculum Studies*, 32 (1), 1-8
- Olson, J. (1992). *Understanding Teaching: Beyond Expertise*. Milton Keynes: Open University Press.
- Salomon G. & Perkins D (1996): Learning in wonderland: What do computers really offer education? In Kerr S (Ed): *Technology and the future of schooling*. 95th yearbook for the study of education, part II (pp.111-130). Chicago the University of Chicago Press
- Salomon, G. (2000), It's not just the tool but the educational rationale that counts. Invited keynote address at the 2000 *Ed-Media Meeting*, Montreal, Canada, June 28
- Sandholtz, J. H., Ringstaff, C., Dwyer D C. (1997), *Teaching with technology: Creating student-centered classrooms*. New York: Teachers College Press
- Selwyn, N. (1999), Why the computer is not dominating schools: A failure of policy or a failure of practice?, *Cambridge Journal of Education*, 29 (1), 77-91
- Sheingold K. & Hadley M. (1990). *Accomplished teachers: Integrating computers into classroom practice*. New York: Center for Technology in Education, Bank Street College of Education.
- Sheingold K. , Martin L. M. W. & Endreweit M. (1987). Preparing urban teachers for the technological future. In R. D. Pea & K. Sheingold (eds.), *Mirrors of mind: Patterns of experience in educational computing*. Norwood, N.J: Ablex Publication. Corporation
- Simon, M.A. (1995) Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for research in Mathematics Education*, 26, 114-145.
- Vergnaud G., Eds (1994). *Apprentissages et didactiques, ou en est - on?* Paris Hachette-Education.
- Δημητρακοπούλου (2002). Διαστάσεις διδακτική αξιοποίησης των εκπαιδευτικών εφαρμογών των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας: Προς μια ολοκληρωμένη αξιοποίηση τους στην εκπαίδευση. Στο *Κνηγός Χ & Δημαράκη Ε. Νοητικά εργαλεία και πληροφοριακά μέσα*. Καστανιώτης
- Κολέζα Ε., (2000). *Γνωσιολογική και Διδακτική προσέγγιση των Στοιχειωδών Μαθηματικών Εννοιών*. Leader books.