

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΤΕΛΟΣ

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
Αριθμ. Εισαγωγής 234

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΑΡΙΣΤΟΓΙΑΝΝΗΣ ΓΑΡΜΠΗΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΚΑΛΟΓΕΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΣΕΡΕΜΕΤΗ ΛΑΜΠΡΙΝΗ

**ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΑΛΙΑ ΤΩΝ
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ**

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2005

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΑΡΙΣΤΟΓΙΑΝΝΗΣ ΓΑΡΜΠΗΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΚΑΛΟΓΕΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΣΕΡΕΜΕΤΗ ΔΑΜΠΡΙΝΗ



**ΠΕΡΙΜΟΡΦΩΣΗ ΓΚΗΛΑΙΕΥΤΙΚΟΥ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΑΛΙΑ ΤΩΝ
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ**

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2005

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΑΡΙΣΤΟΓΙΑΝΝΗΣ ΓΑΡΜΠΗΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΚΑΛΟΓΕΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΣΕΡΕΜΕΤΗ ΛΑΜΠΡΙΝΗ



**ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΑΛΙΑ ΤΩΝ
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ**

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2005

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι απαιτήσεις της κοινωνίας σε επίπεδο μαθηματικών δεξιοτήτων δεν είναι οι ίδιες με 50 χρόνια πριν. Αυτά που μάθαιναν τότε πολύ λίγοι σήμερα πρέπει να τα ξέρουν όλοι. Τότε ο μαθηματικός αλφαριθμητισμός εστιαζόταν στη βασική εκπαίδευση και ταυτιζόταν με τις δεξιότητες της προσχολικής και πρώτης σχολικής εκπαίδευσης (ανάγνωση, γραφή, λογαριασμοί), και ονομάστηκε αριθμητισμός. Αργότερα εμπλουτίστηκε με τη διάσταση επίλυσης προβλημάτων (problem solving) πήρε ένα πιο λειτουργικό χαρακτήρα, καταφέροντας να ξεφύγει από το σχολικό περιβάλλον και να επεκταθεί στην εκπαίδευση ενηλίκων. Σε μια τρίτη φάση συνδέθηκε με την έννοια της μοντελοποίησης καταστάσεων από τις φυσικές και κοινωνικές επιστήμες, διαχωρίζοντας το περιεχόμενο των σχολικών μαθηματικών από το περιεχόμενο της εκπαίδευσης ενηλίκων. Σήμερα, ο πολίτης της σύγχρονης κοινωνίας «βομβαρδίζεται» καθημερινά με προβλήματα που για να τα αντιμετωπίσει απαιτούνται περισσότερες μαθηματικές δεξιότητες. Σύμφωνα με τον Ubiratan D' Ambrosio, (στο Καλαβάσης, 2001) «Μαθηματικός Αλφαριθμητισμός είναι η ικανότητα να εξάγεις συμπεράσματα από δεδομένα, να συμπεραίνεις, να διατυπώνεις υποθέσεις και να εξάγεις συμπεράσματα». Σύμφωνα με το πρόγραμμα PISA/OECD ο Μαθηματικός Αλφαριθμητισμός ορίζεται ως η «Προσωπική ικανότητα να αναγνωρίζεις και να κατανοείς το ρόλο που τα μαθηματικά παίζουν στο σύγχρονο κόσμο, να πραγματοποιείς σωστές μαθηματικές κρίσεις και να επιστρατεύεις τα μαθηματικά με τρόπους ώστε να συναντούν τις σημερινές και μελλοντικές ανάγκες της ζωής σου ως δημιουργικού, ενεργού και σκεπτόμενου πολίτη» (στο Καλαβάσης, 2001). Οι σύγχρονες απόψεις που κυριαρχούν στο πεδίο της διδασκαλίας και της μάθησης των μαθηματικών θεωρούν ότι τα παιδιά πρέπει να κατασκευάζουν τη δική τους γνώση ενεργά αντί να την αντιγράφουν από κάπου, είτε αυτό είναι βιβλίο είτε είναι ο δάσκαλος, και να την επεξεργάζονται μέσα σε «πραγματικές» καταστάσεις αντί να την επιβεβαιώνουν μέσα στις τυπικές καταστάσεις που παρουσιάζονται στα σχολικά εγχειρίδια.

Η τεχνολογία μπορεί να παίξει ένα βασικό ρόλο στην υλοποίηση αυτών των νέων απόψεων. Σήμερα, η κονστрукτιβιστική μάθηση υποστηρίζεται από περιβάλλοντα Η/Υ όπως hypermedia, προσομοιώσεις, μικρόκοσμοι και εργαλεία μοντελοποίησης.

2. ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Από τότε που άρχισε η διάδοση του μικροϋπολογιστή, δηλαδή από τα μέσα της δεκαετίας του 1970, άρχισε η ραγδαία ανάπτυξη και του εκπαιδευτικού λογισμικού. Το εκπαιδευτικό λογισμικό απευθύνεται σε ειδικό κοινό, δεν είναι ιδιαίτερα επικερδές για τις κατασκευάστριες εταιρίες και γι' αυτό δεν γνώρισε τη μεγάλη ανάπτυξη άλλων κατηγοριών λογισμικού. Τα πρώτα εκπαιδευτικά προγράμματα δημιουργήθηκαν από εκπαιδευτικούς. Ακόμα και σήμερα, το πιθανότερο είναι πως ο κύριος όγκος των εκπαιδευτικών προγραμμάτων παράγεται από ερευνητικά κέντρα ή από εκπαιδευτικούς.

Την τελευταία δεκαετία, η παρουσία του η/υ στην εκπαίδευση είναι περισσότερο αισθητή, αφού το κόστος του υλικού μειώνεται διαρκώς και κατασκευάζεται συνεχώς ειδικό εκπαιδευτικό λογισμικό. Ο η/υ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο διδασκαλίας (βοηθός του δασκάλου) για αυτοδιδασκαλία διάφορων εννοιών, ως μέσο εξάσκησης αλλά και ως μέσο ψυχαγωγίας μέσα από εκπαιδευτική προσέγγιση. Ωστόσο, η χρήση του η/υ ως μέσου υποβοήθησης της μάθησης, παρότι είναι αναμφίβολα μια δύσκολη διαδικασία, θα συνεχίσει να παρουσιάζει αυξητικές τάσεις, ιδιαίτερα στα μαθήματα θετικής κατεύθυνσης.

Διακρίνουμε τρεις τρόπους χρησιμοποίησης του η/υ στην εκπαίδευση, τους εξής:

- **CSLR** (Computer Supported Learning Resources – Υποστήριξη μαθησιακών πηγών με χρήση η/υ). Ο η/υ, στην περίπτωση αυτή, μπορεί να προσφέρει στον χρήστη δυνατότητες προσέγγισης στη γνώση. Π.χ. ηλεκτρονική βιβλιοθήκη, βάσεις δεδομένων, τηλεπικοινωνίες κ.λπ.
- **CMI** (Computer Managed Instruction – Καθοδήγηση που διαχειρίζεται η/υ). Εδώ ο η/υ χρησιμοποιείται ως διοικητικό-διαχειριστικό όργανο που βοηθά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ο η/υ, στην περίπτωση αυτή, δεν συμμετέχει άμεσα στην προσφορά γνώσης. Παράδειγμα: διαφύλαξη μητρώου φοιτητών.
- **CAI** (Computer Assisted Instruction – Καθοδήγηση με τη βοήθεια η/υ). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, ο η/υ χρησιμοποιείται ως δραστικό μέσο

παρουσίασης ενός πολύ μεγάλου φάσματος μαθημάτων και υποβοήθησης του εκπαιδευτικού έργου. Ανάλογα με τη μορφή της χρήσης και τον εκπαιδευτικό στόχο, υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι εκπαιδευτικού λογισμικού τύπου CAI, οι ακόλουθοι:

- a. **Drill-and-practice** (Εξάσκησης-εγκύμνασης με χρήση η/υ). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, παρουσιάζεται μια εκπαιδευτική θεματική ενότητα και ακολουθούν ερωτήσεις με τυχαία σειρά πάνω στο περιεχόμενό της. Σχετικό με το λογισμικό τύπου drill-and-practice είναι και το λογισμικό τύπου Integrating Learning System (ILS). Το λογισμικό ILS προσφέρει ένα ευρύτερο πλαίσιο εξάσκησης και απόκτησης δεξιοτήτων, προκειμένου να ενισχυθεί η γνώση του χρήστη.
- b. **Tutorial** (Εκπαίδευσης-φροντιστηρίου). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, παρουσιάζονται στο χρήστη μαθήματα με ταυτόχρονη εμφάνιση ερωτήσεων και η μετάβαση από μια θεματική ενότητα σε άλλη μπορεί να γίνει σε συνάρτηση με την πρόοδο του χρήστη. Η κατασκευή του τύπου αυτού του εκπαιδευτικού λογισμικού είναι αρκετά δύσκολη.
- c. **Problem Solving** (Λύσης προβλημάτων): Σύμφωνα με τον τύπο αυτό του λογισμικού, ο η/υ χρησιμοποιείται ως μέσο-εργαλείο επίλυσης προβλημάτων, δηλαδή ως ενδιάμεσος κρίκος μεταξύ του χρήστη και του προβλήματος. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τη λύση προβλημάτων εξαρτάται από το επίπεδο των αναγκών του χρήστη. Η εφαρμογή του είναι κυρίως στα Μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες.
- d. **Simulations** (Προσομοιώσεων). Στην οθόνη του η/υ μπορεί να παρουσιαστεί ένα περιβάλλον μέσα από το οποίο εκτελείται ένα πείραμα που είναι δύσκολο να μεταφερθεί στην τάξη εκ του φυσικού (για παράδειγμα η πτώση ενός αλεξίπτωτου, προκειμένου ο σπουδαστής να εξοικειωθεί με τους νόμους της πτώσης των σωμάτων και της αντίστασης του αέρα). Μέσα από κείμενο, γραφικά και ερωτήσεις ο χρήστης αποκτά εμπειρία, ερευνώντας και μεταβάλλοντας τις αρχικές συνθήκες εκτέλεσης του πειράματος (αλλάζοντας, για παράδειγμα, την

τιμή της αντίστασης του αέρα ή τη μορφή και τον όγκο του αλεξίπτωτου).

Πολλοί κατασκευαστές λογισμικού χρησιμοποιούν περιβάλλοντα παιχνιδιού (educational computer games ή instructional games) προκειμένου να προσελκύσουν τον, κυρίως νεαρής ηλικίας, χρήστη. Μέσα από αυτά, γίνεται προσπάθεια να κατακτηθούν διάφορες έννοιες παίζοντας. Τελευταία, αναπτύχθηκε μια ακόμα κατηγορία λογισμικού τύπου CAI, η κατηγορία **modeling** (μοντελοποίησης). Σύμφωνα με το λογισμικό αυτό, χρησιμοποιούνται εφαρμογές CAI, για να αναπαραστήσουν συστήματα ή διαδικασίες. Ένα μοντέλο είναι και λειτουργεί ως μια αναπαράσταση ενός συστήματος. Για παράδειγμα ένα μοντέλο θα μπορούσε να είναι η αναπαράσταση ενός πληθυσμού. Ο χρήστης, μέσα από την εφαρμογή, μπορεί να αλλάξει ορισμένα δημογραφικά στοιχεία και να παρατηρήσει τα αποτελέσματα αυτής της πράξης του, εξάγοντας χρήσιμα συμπεράσματα.

Οι προηγούμενες κατηγορίες δεν είναι σαφώς οριοθετημένες στην πράξη και ο διαχωρισμός τους είναι μάλλον χρονικός. Σήμερα, σε συγκεκριμένο λογισμικό CAI μπορεί να βρεθούν στοιχεία από απλά προγράμματα drill-and-practice (εξάσκησης-εκγύμνασης) μέχρι προγράμματα simulations (προσομοιώσεων) και tutorials (εκπαίδευσης-φροντιστηρίου). Είναι ενδεχόμενο ότι ένα συγκεκριμένο εκπαιδευτικό λογισμικό που περιέχει στοιχεία απ' όλες τις παραπάνω κατηγορίες θα παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον και θα είναι πιο ελκυστικό για το χρήστη.

Οι σύγχρονες τάσεις κατασκευής εκπαιδευτικού λογισμικού τείνουν στην ενοποίηση των προηγούμενων κατηγοριών λογισμικού τύπου CAI, κάνοντας χρήση αντικειμενοστραφών προγραμματιστικών τεχνικών. Λόγω της καθυστέρησης της χρήσης του η/υ στη δημόσια εκπαίδευσή μας, η ανάπτυξη εγχώριων προγραμμάτων για εκπαιδευτική χρήση άρχισε να εξελίσσεται αργότερα στη χώρα μας σε σχέση με άλλες.

Η διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, με βάση το λογισμικό που έχει κατασκευαστεί μέχρι σήμερα, μπορεί να στηριχτεί κυρίως σε τρεις διαφορετικές στρατηγικές:

- Διδασκαλία με χρήση προγραμμάτων γενικής χρήσης (π.χ. επεξεργαστών κειμένου, προγραμμάτων λογιστικών φύλλων).

- Διδασκαλία με χρήση εφαρμογών που παράγονται από πακέτα παρουσίασης (π.χ. Microsoft PowerPoint).
- Διδασκαλία με χρήση εξειδικευμένου εκπαιδευτικού λογισμικού, από την αρχή κατασκευασμένου για συγκεκριμένη γνωστική διεργασία.

Βασικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού λογισμικού

Το λογισμικό αποτελεί βασικό συστατικό για τη λειτουργία του η/υ. Οι κατασκευαστές (αναλυτές, προγραμματιστές) πάντα αναζητούσαν τρόπους, προκειμένου τα εκπαιδευτικά προγράμματα να προσφέρουν στο χρήστη όσο το δυνατό περισσότερες υπηρεσίες. Αυτό δεν είναι πάντα τόσο εύκολο όσο, ίσως, φαίνεται.

Σύμφωνα με τους ερευνητές, το εκπαιδευτικό λογισμικό πρέπει να έχει τουλάχιστον τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά: να είναι αλληλεπιδραστικό, οδηγούμενο από τον χρήστη, εμπλουτισμένο και να προσφέρει τη δυνατότητα εξερεύνησης. Αναλυτικά:

- Με τον όρο «αλληλεπιδραστικό» (**interactive**) εννοούμε ότι το λογισμικό δεν πρέπει να είναι απλά μια διαδοχή εικόνων στην οθόνη, αλλά πρέπει να εμπεριέχει την έννοια της επίδρασης του χρήστη προς το σύστημα και αντιστρόφως. Με άλλες λέξεις, το αλληλεπιδραστικό λογισμικό δεν περιμένει απλά και μόνο το πάτημα ενός κουμπιού ή την εισαγωγή μιας εντολής ή απάντησης μέσω του πληκτρολογίου, αλλά αντιδρά στις επιλογές του χρήστη προσφέροντας πληθώρα επιλογών και απαιτώντας την αντίδρασή του. Έτσι, ανοίγεται ουσιαστικά ένας διάλογος επικοινωνίας μεταξύ του χρήστη και του η/υ. Το αλληλεπιδραστικό λογισμικό αποκαλείται και διαδραστικό ή διαλογικό λογισμικό.
- Λέγοντας «οδηγούμενο από το χρήστη» (**user-driven**), εννοούμε ότι το λογισμικό, από πλευράς περιεχομένου, πρέπει να βρίσκεται πάντα κάτω από τον έλεγχο του χρήστη.
- Λέγοντας «εμπλουτισμένο» (**enriching**), εννοούμε ότι το λογισμικό αφενός πρέπει να έχει τη δυνατότητα προσφοράς αρκετής γνώσης, αφετέρου να περιέχει όλα εκείνα τα στοιχεία που είναι δυνατόν να παρουσιάσουν μία πληροφορία με διάφορους τρόπους (ήχο, εικόνα, γραφικά, κίνηση) αλλά και συνδέσμους (links), ώστε ο χρήστης να μπορεί να ανατρέξει και σε επιμέρους θέματα.

- Τέλος, λέγοντας ότι το εκπαιδευτικό λογισμικό πρέπει «να παρέχει τη δυνατότητα εξερεύνησης» (**exploratory**), εννοούμε ότι πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα εξερεύνησης διάφορων θεμάτων από το χρήστη, ώστε να μπορεί να αποκτηθεί νέα γνώση. Επίσης, πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής των παραμέτρων του θέματος που παρουσιάζεται (π.χ. αλλαγή των αρχικών συνθηκών σε μια βολή).

Λόγω των εμφανών πλεονεκτημάτων που προσφέρει η χρήση του η/υ και λόγω της ολοένα αυξανόμενης έρευνας για συνεχή καλυτέρευση του λογισμικού, γρήγορα εγκαταλείφθηκαν οι συμβατικοί τρόποι προγραμματισμού και οι προγραμματιστές στράφηκαν στο αλληλεπιδραστικό λογισμικό με χρήση πολυμέσων. Η δημιουργία τέτοιου τύπου λογισμικού αποτελεί σήμερα τον πιο εξελιγμένο, ίσως, τρόπο προγραμματισμού. Οι κατασκευαστές, σήμερα, όλο και περισσότερο, παρουσιάζουν διαλογικό λογισμικό πολυμέσων. Αυτό, βέβαια, που επιδέχεται συζήτηση και το οποίο συνδέεται με εκπαιδευτικούς στόχους σε τέτοιου είδους εφαρμογές, είναι ο βαθμός και το εύρος της αλληλεπίδρασης μεταξύ χρήστη και εφαρμογής.

Πλεονεκτήματα των πολυμέσων

Η εκπαίδευση αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τομείς στους οποίους αναπτύσσεται και εφαρμόζεται η τεχνολογία των πολυμέσων. Αυτό συμβαίνει, επειδή η χρήση πολυμέσων δίνει τη δυνατότητα να προβληθεί μια πληροφορία πιο αποτελεσματικά από άλλα μέσα και με ποικιλία τρόπων. Κεντριζεται έτσι και διατηρείται αμείωτο το ενδιαφέρον και η προσοχή του χρήστη. Επιπλέον, μια εφαρμογή πολυμέσων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε χρήστες με διαφορετικά επίπεδα γνώσης, γιατί τους επιτρέπει να προχωρήσουν με διαφορετικούς ρυθμούς. Οι εκπαιδευτικές δυνατότητες της σχετικά νέας αυτής τεχνολογίας είναι αρκετά ελκυστικές.

Τα χαρακτηριστικά συστατικά στοιχεία μιας εφαρμογής πολυμέσων δίνουν στον η/υ ένα σημαντικό πλεονέκτημα έναντι όλων των άλλων οπτικοακουστικών συσκευών ή εποπτικών μέσων που χρησιμοποιούνται για διδακτικούς σκοπούς. Φυσικά, τα συνηθισμένα μέσα που χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς μπορούν να βοηθήσουν σε κάποιους τομείς ξεχωριστά. Όμως, η υιοθέτηση του η/υ ως μέσου διδασκαλίας τα συνδυάζει όλα μαζί.

Οι πληροφορίες σε μια εφαρμογή πολυμέσων μπορούν να παρουσιαστούν με πολλούς τρόπους και με μεγαλύτερη πληρότητα από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο. Με το ιδιαίτερα ευέλικτο και αποτελεσματικό αυτό εργαλείο, ο χρήστης δεν είναι υποχρεωμένος να πάρει τις πληροφορίες σειριακά, αλλά με τον τρόπο που ο ίδιος επιλέγει μέσα από ιδιαίτερα δαιδαλώδεις «συνδέσεις» (links). Η κατασκευή των «συνδέσμων» αυτών έχει σκοπό να συνδέσει μια ενότητα γνώσης (ή λήμματος) με μια άλλη ενότητα που σχετίζεται με την πρώτη. Η ανάκτηση των πληροφοριών είναι πιο φυσική και ρεαλιστική, γιατί δίνει μια αίσθηση επαφής προσφέροντας θέαμα και ήχο. Επιπλέον, όταν ο χρήστης, που χειρίζεται για παράδειγμα μια προσομοίωση, ζητά διευκρινίσεις μέσω ενός συνδέσμου, εμπλέκεται αλληλεπιδραστικά στην πορεία μάθησης.

Τα γραφικά, σύμφωνα με τους ερευνητές, επιδρούν θετικά στη μάθηση, ενώ η χρήση μουσικής και κίνησης γραφικών και εικόνας ελκύει και κάνει πιο ρεαλιστική την παρουσίαση. Η μουσική είναι παράγοντας που οι μουσικολόγοι και οι ψυχολόγοι θεωρούν ότι επιδρά ευμενώς στις μαθησιακές διαδικασίες. Ενσωματώνοντας επομένως μουσική (όπου και όταν χρειάζεται) σε εφαρμογές πολυμέσων υποβοηθείται ο χρήστης. Η εικόνα μπορεί να είναι ρεαλιστική, να αποδίδει δηλαδή την πραγματικότητα, ενώ παράλληλα να βοηθά τις γνωστικές διεργασίες. Ο ήχος ανοίγει ένα άλλο κανάλι επικοινωνίας με το χρήστη.

Η «οπτικοποίηση» του υλικού διδασκαλίας με την ενσωμάτωση γραφικών, ήχου και εικόνας, υποβοηθούν τη διαδικασία ανάκλησης και μάθησης. Επίσης, οι γνωστικές στρατηγικές που περικλείουν διαδικασίες ανίχνευσης, αναζήτησης, διερεύνησης, δημιουργίας υποθέσεων και λήψης αποφάσεων, αυξάνονται με τη χρήση πολυμέσων. Σε όλα τα προηγούμενα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας πως, σύμφωνα με έρευνες:

- Η **όραση**, με ρυθμό καταγραφής 107 bits ανά δευτερόλεπτο, παραμένει η πιο ανεπτυγμένη ανθρώπινη αίσθηση. Το 83% της διαδικασίας της μάθησης προέρχεται από οπτικά ερεθίσματα.
- Η **αποκτώμενη μάθηση** μόνο με την αίσθηση της όρασης διατηρείται για περισσότερο χρόνο από τη μάθηση την αποκτώμενη μόνο με την ακοή.

Το αλληλεπιδραστικό περιβάλλον, που δημιουργεί το λογισμικό με πολυμέσα, αποτελεί αναμφίβολα τη βάση για πιο ευχάριστο, αποτελεσματικό, εξατομικευμένο σύστημα διδασκαλίας. Ο ενεργητικός ρόλος του χρήστη και η άμεση αλληλεπίδρασή του με το λογισμικό καθιστά πιο αποτελεσματική τη

διδασκαλία. Έτσι, διαφοροποιείται ο τρόπος προσέγγισης του χρήστη σε σχέση με παλαιότερους τύπους λογισμικού. Δεν πρέπει να παραβλέψουμε, όμως, πως η κατασκευή αλληλεπιδραστικού εκπαιδευτικού λογισμικού, λόγω των σύνθετων στόχων του, είναι συχνά εξαιρετικά δύσκολη υπόθεση. Έχει, όμως, φανερά πλεονεκτήματα, αφού με τη χρήση του «οι μαθητές μάλλον κάνουν, παρά κοιτάζουν...» (Woolf & Hall, 1995).

Από πλευράς δημιουργίας κινήτρων, οι ερευνητές ισχυρίζονται πως πολλοί εκπαιδευτικοί έχουν διαπιστώσει ότι οι εφαρμογές πολυμέσων αποτελούν κίνητρο για τους χρήστες, αφού οι τελευταίοι διαδραματίζουν πιο ενεργό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης και η άμεση αλληλεπίδραση με το πρόγραμμα είναι διασκεδαστική.

Συγκεντρωτικές αναλύσεις δεδομένων από πολλές έρευνες μαζί στις ΗΠΑ, κατά τις οποίες συγκρίθηκε η χρήση πολυμέσων με παραδοσιακούς τρόπους καθοδήγησης στο στρατό, στη βιομηχανία και στις πανεπιστημιακές σχολές, οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι τα πολυμέσα ήταν πιο αποτελεσματικά και πιο αποδοτικά από παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας στην αύξηση της γνώσης, στην απόδοση και στην ικανότητα συγκράτησης (στη μνήμη).

Μεταξύ όλων των περιβαλλόντων μάθησης που έχουν δημιουργηθεί από τη σύγχρονη τεχνολογία οι προσομοιώσεις παρουσιάζουν εξαιρετικά πλεονεκτήματα, λόγω της εικόνας που προσφέρει ο υπολογιστής και ταυτόχρονα της δυνατότητας επεξεργασίας δεδομένων (για παράδειγμα, η προσομοίωση της πτώσης αντικειμένων μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση της έννοιας της βαρύτητας).

Η κατασκευή ενός δυναμικού περιβάλλοντος για μια προσομοίωση μέσω η/υ είναι συχνά μια διαδικασία γεμάτη εμπόδια. Η αναπαράσταση της πληροφορίας μπορεί να γίνει με αρκετούς τρόπους: Συχνά οι κατασκευαστές πρέπει να επιλέξουν τον τρόπο εμφάνισης της πληροφορίας στην οθόνη, μέσα από διάφορες «στρατηγικές» πληροφόρησης. Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι προσομοιώσεις με η/υ και εκπαιδευτικό λογισμικό μπορούν να βοηθήσουν τους χρήστες να βελτιώσουν την αντίληψή τους και σε θεωρητικές έννοιες.

Πλεονεκτήματα χρήσης λογισμικού γραφικού περιβάλλοντος

- Η πληροφορία που προσφέρεται στο χρήστη μπορεί να ενσωματωθεί σε διάφορους τρόπους που σχετίζονται με θεωρίες μάθησης.

- Η μάθηση μπορεί να προσαρμοστεί στα «μέτρα» κάθε χρήστη, ο οποίος μπορεί να κατακτά τη γνώση προοδευτικά.
- Υπάρχει αυξημένη δυνατότητα προσέγγισης σε γνωστικά πεδία για τα οποία υπάρχει έλλειψη ειδικών δασκάλων ή και μέσων.
- Η παρουσίαση της πληροφορίας με εικόνα και ήχο είναι ελκυστική, με αποτέλεσμα την αύξηση του ενδιαφέροντος του χρήστη (δημιουργία κινήτρου).
- Ο χρήστης απαλλάσσεται από φοβίες του τύπου «δεν θα τα καταφέρω», αφού μπορεί να εισχωρήσει σε γνωστικά πεδία ακόμα και χωρίς επαρκές γνωστικό υπόβαθρο.
- Το επίπεδο εκπαίδευσης μπορεί να μεταβληθεί δυναμικά.
- Μπορεί να γίνει εξατομικευμένη παρακολούθηση ενός γνωστικού αντικείμενου, άμεση αξιολόγηση και ανατροφοδότηση με ελκυστικά «μέσα».

Τα πλεονεκτήματα σύμφωνα και στο γράφημα

Οι τρεις σπουδαίοι παράγοντες που δείχνουν ότι τα πολυμέσα θα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στην εκπαίδευση είναι οι ακόλουθοι:

1. Το σχετικά μικρό κόστος των συσκευών που είναι απαραίτητες.
2. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση του η/υ με πολυμέσα ως μέσου υποβοήθησης της μάθησης έναντι άλλων παλαιότερων προσεγγίσεων.
3. Η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας.

Σύμφωνα με αρκετές έρευνες, η εφαρμογή των πολυμέσων στην εκπαίδευση θα συνεχίσει, σε παγκόσμια κλίμακα, να έχει αυξητικές τάσεις από πλευράς αριθμού χρηστών.

Πλεονεκτήματα της εφαρμογής λογισμικού πολυμέσων στην εκπαίδευση

- Δυνατότητα παρουσίασης της ίδιας πληροφορίας με πολλαπλούς τρόπους.
- Κίνητρο για μάθηση.

- Μη σειριακή παρουσίαση πληροφοριών και δυνατότητα προσέγγισης στις πληροφορίες αυτές με μη σειριακό τρόπο.
- Μείωση του χρόνου που απαιτείται για την απόκτηση δεδομένης «ποσότητας γνώσης».
- Δυνατότητα δημιουργίας συγκεκριμένων αναπαραστάσεων μέσα από αφηρημένες έννοιες.
- Βελτίωση της γνωστικής ικανότητας και της ικανότητας κατανόησης αφηρημένων εννοιών.
- Προσομοίωση καταστάσεων από τον πραγματικό κόσμο.
- Δυνατότητα δημιουργίας περιβάλλοντος μέσα στο οποίο μπορούν να συνεργαστούν πολλοί σπουδαστές μαζί.

Επιπτώσεις της συντριπτικής πλειοψηφίας των εκπαιδευτικών εφαρμογών

Η συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών εφαρμογών που παράγονται εδώ και λίγα χρόνια στηρίζονται στην τεχνολογία των πολυμέσων. Δεν αναφερόμαστε, βέβαια, σε απλές εφαρμογές του ενός ατόμου-κατασκευαστή, οι οποίες, κατά τεκμήριο, είναι αμφιβόλου εκπαιδευτικής αξίας ή εξυπηρετούν αυστηρά καθορισμένες ανάγκες του.

Η κατασκευή μιας εκπαιδευτικής εφαρμογής είναι μια πολύπλοκη και μακράς διάρκειας διαδικασία στην οποία εμπλέκονται πολλοί. Στη διαδικασία αυτή κάθε επιστήμονας, τεχνικός ή αρτίστας ασχολείται με συγκεκριμένο έργο που εμπίπτει στον τομέα του. Πολλές φορές, όμως, επειδή ορισμένα καθήκοντα επικαλύπτονται ή ανήκουν ευρέως στον ίδιο χώρο (π.χ. φωτογραφία και εικόνα βίντεο ή ψηφιοποίηση εικόνας και εικόνας βίντεο), είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν από το ίδιο άτομο.

Η κατασκευή του εκπαιδευτικού λογισμικού προϋποθέτει γνώση από αρκετές επιστημονικές περιοχές εκτός από προγραμματισμένες τεχνικές. Για τη δημιουργία εκπαιδευτικού λογισμικού απαιτείται ένας συντονιστής με ευρεία γνώση πάνω στο θέμα που θα αναπτυχθεί και η καλή συνεργασία τουλάχιστον τεσσάρων ομάδων εργασίας, καθεμιά από τις οποίες έχει αναλάβει συγκεκριμένο έργο. Ο συντονιστής ενδεχομένως να είναι και ο παραγωγός, δηλαδή αυτός που θα χρηματοδοτήσει την ανάπτυξη της εφαρμογής. Συνηθίζεται, επίσης, πολλές φορές να τοποθετείται και αναπληρωτής συντονιστής, ο οποίος επωμίζεται όλες

τις ευθύνες για τις ρυθμίσεις που πρέπει να γίνουν, ώστε να προχωρήσει ομαλά η παραγωγή με βάση το χρονοδιάγραμμα που τίθεται.

Το έργο του συντονιστή είναι καίριο. Πρέπει να διαθέτει ευρύτατη γνώση από πολλούς χώρους και επιστημονικές περιοχές, ώστε να είναι σε θέση να συγκεράσει και πολλές φορές να συμβιβάσει τις απόψεις των ειδικών από όλες τις περιοχές και να έχει μια γενική εποπτεία του έργου. Οι τακτικές συναντήσεις του συντονιστή με τις βασικές ομάδες εργασίας είναι επιβεβλημένες, μετά από τα συνεχή ερεθίσματα που θα δέχονται σε όλη τη χρονική διάρκεια της κατασκευής ελέγχοντας το λογισμικό, όπως αυτό αναδύεται σιγά-σιγά μέσα από τις προσπάθειες της ομάδας των προγραμματιστών. Τονίζεται και εδώ πως η δημιουργία εκπαιδευτικού-λογισμικού το οποίο δεν θα προσφέρει τουλάχιστον κάτι περισσότερο από όσα προσφέρει το έντυπο υλικό είναι διαδικασία χωρίς νόημα.

Ας δούμε, όμως, τη σύνθεση και τις δραστηριότητες καθεμιάς ξεχωριστά από τις ομάδες εργασίας για τη δημιουργία του εκπαιδευτικού λογισμικού:

1. Ομάδα εκπαιδευτικών

Η πρώτη ομάδα αποτελείται από ενεργούς εκπαιδευτικούς που γνωρίζουν καλά την επιστημονική περιοχή την οποία θα διαπραγματεύεται το πρόγραμμα. Θα ήταν καλό, αν κάποια από τα μέλη της ομάδας αυτής διέθεταν γνώσεις χειρισμού η/υ. Δεν είναι, όμως, καθόλου απαραίτητο να διαθέτουν γνώσεις προγραμματισμού. Τα μέλη αυτά μπορούν να δώσουν, πέρα από την εκπαιδευτική τους γνώση, και κάποια πρακτική διάσταση της ζητούμενης εκπαιδευτικής πράξης μέσα από την οθόνη του η/υ.

2. Ομάδα διδακτικής

Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από έναν ειδικό στη διδακτική του συγκεκριμένου θέματος και έναν γνώστη των μαθησιακών προβλημάτων που υπάρχουν στη συγκεκριμένη περιοχή την οποία θα διαπραγματεύεται το πρόγραμμα.

3. Ομάδα αναλυτών-προγραμματιστών

Η τρίτη ομάδα αποτελείται από αναλυτές-προγραμματιστές. Είναι πολύ σημαντικό οι αναλυτές προγραμματιστές να διαθέτουν γνώσεις παιδαγωγικών. Οι επιστήμονες αυτοί θα αποτελέσουν πραγματικά τη γέφυρα μεταξύ της Εκπαίδευσης και της Πληροφορικής. Είναι αυτοί,

δηλαδή, που θα κάνουν πράξη (λογισμικό) τις οδηγίες που θα πάρουν από τις προηγούμενες δύο ομάδες.

4. Ομάδα υποστήριξης ήχου-εικόνας

Η τέταρτη ομάδα αποτελείται από αρκετά άτομα, που το καθένα έχει συνήθως διαφορετικό χώρο εργασίας.

- Για τον ήχο χρησιμοποιούνται: Μηχανικός ήχου, γνώστης επεξεργασίας και ψηφιοποίησης ήχου, άτομα τα οποία θα «δανείσουν» τη φωνή τους για τη φωνητική επένδυση της εφαρμογής και μουσικοί, τα μουσικά κομμάτια των οποίων θα βοηθήσουν στη μουσική επένδυση του προγράμματος.
- Για τα γραφικά χρησιμοποιούνται: Σκιτσογράφος, γραφίστας και τεχνικός κινούμενου σχεδίου.
- Για την εικόνα χρησιμοποιούνται: Φωτογράφος, γνώστης επεξεργασίας και ψηφιοποίησης εικόνας.
- Για το βίντεο χρησιμοποιούνται: Μηχανικός εικόνας, σκηνοθέτης, σπερατέρ, γνώστης επεξεργασίας και ψηφιοποίησης εικόνας βίντεο.
- Για το κείμενο χρησιμοποιούνται: Σεναριογράφος και φιλόλογος-διορθωτής που θα έχει τη φιλολογική επιμέλεια της παραγωγής.

Στην περίπτωση που το λογισμικό στοχεύει σε μικρές ηλικίες, είναι απαραίτητη η συμβολή δασκάλου ή νηπιαγωγού ο οποίος θα κάνει όλες τις απαραίτητες γλωσσικές παρεμβάσεις. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις θα ήταν, ενδεχομένως, και η συμβολή ενός παιδοψυχολόγου.

Οι φάσεις ανάπτυξης της εφαρμογής

Οι φάσεις για την ανάπτυξη μιας εκπαιδευτικής εφαρμογής (με πολυμέσα) είναι έξι:

1. Επιλογή και καταγραφή του θέματος.
2. Επιλογή μέσου συγγραφής.
3. Κατασκευή γενικού πλάνου.
4. Τελικό στάδιο κατασκευής.
5. Έλεγχος.
6. Μαζική παραγωγή.

Ας δούμε, τώρα, αναλυτικότερα τις φάσεις αυτές:

1. Επιλογή και καταγραφή θέματος.

Το στάδιο αυτό είναι το δυσκολότερο αλλά και το πιο κρίσιμο για την επιτυχία του λογισμικού. Η επιλογή του θέματος πρέπει να απαντά αρνητικά και θετικά, αντίστοιχα, στα επόμενα δύο βασικά ερωτήματα:

- Μήπως το θέμα είναι απλό και κατανοητό και επομένως δε χρειάζεται ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού;

- Είναι ο η/υ το καλύτερο μέσο για την ανάπτυξη του θέματος;

Ακολουθως, πρέπει να τεκμηριωθούν οι απαντήσεις που θα δοθούν στις εξής ερωτήσεις:

- Σε ποιο κοινό θα απευθύνεται το λογισμικό;

- Ποιοι είναι οι επιθυμητοί στόχοι;

- Ποια νέα γνώση θα μεταδοθεί στο χρήστη;

- Με ποια μέσα θα παρουσιάζεται η πληροφορία;

- Πώς θα χρησιμοποιείται πρακτικά το λογισμικό;

Κατόπιν ξεκινά η υλοποίηση της εφαρμογής.

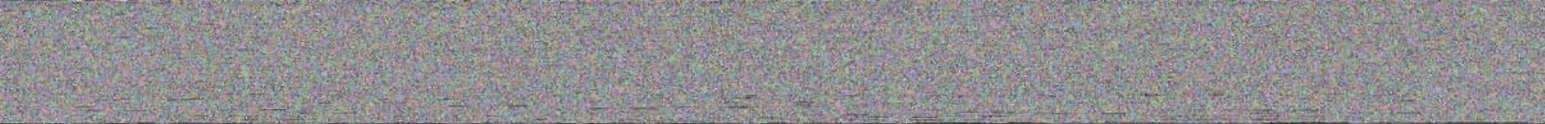
- Το θέμα πρέπει να γίνει πλήρως κατανοητό από όλους τους συμμετέχοντες στην παραγωγή της εφαρμογής. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζεται ένα σχεδιάγραμμα με τα αντικείμενα και τις μεταξύ τους δράσεις, έτσι όπως θα παρουσιάζονται με χρήση του υπολογιστή. Στο σχεδιάγραμμα αυτό, επίσης, θα καθορίζεται πλήρως η πορεία και οι συνδέσεις των διάφορων πληροφοριών. Συμπληρωματικές του σχεδιαγράμματος είναι και οι βασικές τουλάχιστον εικόνες οθόνης που θα χρησιμοποιηθούν στην εφαρμογή.

- Οι ερωτήσεις, τέλος, που θα σχεδιαστούν για να υποβληθούν στο χρήστη δεν πρέπει να είναι αόριστες και ασαφείς αλλά συγκεκριμένες. Ρήματα π.χ. του τύπου: συναισθάνομαι, ενδιαφέρομαι, επιθυμώ, καταλαβαίνω κ.λπ. πρέπει να αποφεύγονται, ενώ, αντίθετα, καλό θα είναι να χρησιμοποιούνται ρήματα του τύπου: υπολογίζω, μετρώ, χαράζω, επιλέγω κ.λπ., αυτά δηλαδή που περιγράφουν μια πράξη.

2. Επιλογή μέσου συγγραφής

Το μέσο κατασκευής μπορεί να είναι μια γλώσσα προγραμματισμού (Visual Basic, Visual C++, Delphi) ή ένα πακέτο παρουσίασης (Toolbook, Authorware Pro, Director κ.λπ.). Η επιλογή μας θα γίνει με βάση τη δομή







λογισμικού, αφού θέσουν τα αντικείμενα και τους στόχους της αξιολόγησης, προχωρούν στην ανάπτυξη αξόνων και λεπτομερών κριτηρίων που συμπληρώνουν το θεωρητικό πλαίσιο. Έχει ενδιαφέρον να σταθούμε για λίγο στα κριτήρια που συνήθως χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση. Ορισμένα από αυτά, θα μπορούσε κάποιος να τα συμπεριλάβει σε έναν άξονα «παιδαγωγικών κριτηρίων».

Παιδαγωγικά κριτήρια που χρησιμοποιούνται κατά την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού:

- Είναι κατάλληλο για το κοινό στο οποίο απευθύνεται από την άποψη των γνώσεων και δεξιοτήτων που προϋποθέτει η χρήση του;
- Υπηρετεί τον εκπαιδευτικό σκοπό και τους επιμέρους διδακτικούς στόχους του προγράμματος ή της θεματικής ενότητας; Στο πλαίσιο αυτό, προάγει γνώση, δεξιότητες και στάσεις;
- Συμπληρώνει επιτυχώς άλλη μορφή διδακτικού υλικού, κυρίως έντυπου, στα πλαίσια της διδασκαλίας μιας Θεματικής Ενότητας;
- Διεγείρει το ενδιαφέρον του μαθητή; Αλληλεπιδρά με αυτόν μέσα από ποικίλα ερεθίσματα (οπτικά, ακουστικά ή ερεθίσματα αφής);
- Οδηγεί το χρήστη από διαφορετική αφετηρία (εισόδους) στους ίδιους στόχους; Επιτρέπει πολλές διαφορετικές και εξίσου έγκυρες εκβάσεις;
- Υπάρχει δυνατότητα σχετικά εύκολης τροποποίησης κάποιων πλευρών του λογισμικού από τους διδάσκοντες ή ακόμα και από τους μαθητές;
- Γίνονται αρκετές προτροπές για είσοδο δεδομένων (ερωτήσεις);

Εκτός από τα παραπάνω παιδαγωγικά κριτήρια, τίθενται και κριτήρια που συνδέονται με τον άξονα «εμφάνιση» του εκπαιδευτικού λογισμικού. Αυτά είναι επίσης σημαντικά καθώς είναι αποδεδειγμένο από σειρά ερευνών πως η υψηλή ποιότητα των γραφικών και η χρήση κίνησης, ήχου και μουσικής προκαλούν την προσοχή έλκοντας το χρήστη.

Κριτήρια εμφάνισης για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού:

- Επιτυγχάνεται η επιθυμητή ισορροπία και εναλλαγή ανάμεσα στο κείμενο, τα γραφικά, την κίνηση, τον ήχο, την ακίνητη εικόνα, τη μουσική και το βίντεο έτσι, ώστε να μην πλήττει ο χρήστης; Χρησιμοποιούνται ειδικά τεχνάσματα, για να προσελκύσουν το χρήστη;

- Ποια είναι η ποιότητα του καθενός από τα παραπάνω μέσα παρουσίασης της πληροφορίας; Για παράδειγμα, το κείμενο διαβάζεται εύκολα; Είναι σαφές; Τα γραφικά είναι ελκυστικά; Έχουν κατάλληλα χρώματα; Το βίντεο είναι καλογουρισμένο; Οι προσομοιώσεις είναι επιτυχημένες; κ.ο.κ.

Σημαντικός είναι και ένας πολύ μεγάλος αριθμός κριτηρίων που συνιστούν τον «τεχνικό άξονα» ή τους «τεχνικούς άξονες», δηλαδή χειρισμός, έλεγχος και προσέγγιση από το χρήστη, τεχνικά χαρακτηριστικά κ.λπ. Θα πρέπει στο σημείο αυτό να τονιστεί ότι, ενώ πολλές φορές το εκπαιδευτικό λογισμικό είναι σχεδιασμένο από παιδαγωγικής πλευράς με άψογο τρόπο και, επομένως, καλύπτει τις παιδαγωγικές απαιτήσεις, αυτό δεν αντανακλάται στην «προγραμματιστική δομή» του, με αποτέλεσμα το περιεχόμενο να προσεγγίζεται δύσκολα από το χρήστη. Γι' αυτό ακριβώς τα τεχνικά κριτήρια αξιολόγησης του λογισμικού, υπό την ευρεία έννοια του όρου είναι πολύ σημαντικά.

Τεχνικά κριτήρια αξιολόγησης του εκπαιδευτικού λογισμικού:

- Το λογισμικό ανταποκρίνεται σε απροσδόκητες «εισόδους» δεδομένων; Διασφαλίζεται και προστατεύεται ο χρήστης έναντι ατυχών ή/και εσκεμμένων λαθών εισόδου δεδομένων; Τα λάθη εισόδου διορθώνονται άμεσα και εύκολα;
- Έχει μεγάλη ταχύτητα απόκρισης σε είσοδο δεδομένων;
- Έχει τη δυνατότητα παροχής άμεσης βοήθειας; Δίνει τη δυνατότητα μετάβασης σε παρακαμπτήριες οδούς βοήθειας;
- Δίνει τη δυνατότητα προσέγγισης σε γενικές συγκεντρωτικές εικόνες ενός θέματος;
- Δίνει τη δυνατότητα σε βηματισμούς εμπρός ή πίσω κατά μήκος του λογισμικού;
- Παρέχεται η δυνατότητα εξόδου σε οποιοδήποτε σημείο και επανεκκίνησης από το σημείο εξόδου;
- Παρέχεται η δυνατότητα διασφάλισης και δια φύλαξης («σώσιμο») των αρχείων προόδου του χρήστη; Μπορούν να διαφυλαχτούν αρκετές εγγραφές με στοιχεία της πορείας του χρήστη μεταξύ διαφορετικών θέσεων μέσα στο πρόγραμμα; Μπορεί ο χρήστης να διατηρήσει την εργασία που τυχόν έκανε με το πρόγραμμα σε εύκαμπτους δίσκους (δισκέτες);

- Παρέχονται αρκετές χρήσιμες συμβουλές, όταν απαιτείται;
- Το λογισμικό παρουσιάζει σταθερότητα στη λειτουργία και στον έλεγχο δράσεων; Υπάρχει σταθερή χρήση σε ειδικές εντολές και σε πλήκτρα λειτουργιών;
- Διευκολύνεται ο χρήστης στην είσοδο δεδομένων με τη χρήση του «ποντικιού»;
- Μήπως απαιτείται μεγάλος βαθμός επιδεξιότητας στην εισαγωγή δεδομένων για αποτελεσματική χρήση του;
- Μήπως απαιτείται μεγάλο μέγεθος (όγκος) πληκτρολογούμενων δεδομένων για αποτελεσματική χρήση του λογισμικού;
- Το λογισμικό παρουσιάζει ευκολία στην εγκατάσταση και στις διαδικασίες που απαιτούνται για την έναρξη της χρήσης του για πρώτη φορά;
- Είναι εύκολη η απαραίτητη προπαρασκευή από το διαχειριστή του συστήματος πριν να χρησιμοποιηθεί από το χρήστη; Είναι με γάλο το σύνολο των ενεργειών για την προπαρασκευή από το χρήστη πριν να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό;
- Μπορεί να αναλύσει την επίδοση του χρήστη και έτσι να τον βοηθήσει να αντιληφθεί την πρόοδό του;
- Υπάρχει τεχνική υποστήριξη και εκπαιδευτικές οδηγίες;
- Τι υλικό (hardware) και λειτουργικό σύστημα απαιτεί το λογισμικό; Ποια είδη υλικού και λειτουργικού συστήματος θα υποστηριχθούν σε μελλοντική αναβάθμιση του λογισμικού;
- Υπάρχει τεκμηρίωση για όλα τα είδη υλικού και λειτουργικού συστήματος κάτω από τα οποία εκτελείται το λογισμικό, με αναφορά στις διαφορές που επιδρούν στη λειτουργικότητά του; Υπάρχουν επιπρόσθετα υλικά υποστήριξης, εκτός από έντυπο υλικό, όπως βιντεοταινίες ή κασέτες ήχου για την τεκμηρίωσή του;
- Τι περιφερειακά απαιτούνται ή υποστηρίζονται από το λογισμικό;
- Το λογισμικό λειτουργεί κάτω από δίκτυο υπολογιστών;
- Τι επιπρόσθετο υλικό ή λογισμικό απαιτείται για να λειτουργήσει το εκπαιδευτικό λογισμικό;

Μια ακόμα ομάδα κριτηρίων είναι αυτή που συνιστά τον άξονα «κόστος».

Κριτήρια κόστους για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού:

- Υπερβαίνει σε κόστος άλλα παρόμοια προϊόντα;
- Είναι επώνυμο προϊόν με κατοχυρωμένα πνευματικά δικαιώματα (copyrights);
- Υπάρχουν οικονομικοί περιορισμοί σε περισσότερες από μια εγκαταστάσεις του προγράμματος σε η/υ;
- Υπάρχουν οικονομικοί περιορισμοί στη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας;
- Τι κόστος (δυνητικά) απαιτείται για μια μελλοντική αναβάθμιση;
- Υπάρχει πρόσβαση σε ελεύθερη τεχνική υποστήριξη και, αν ναι, με τι κόστος;
- Ποιο είναι το κόστος των επιπρόσθετων περιφερειακών που πιθανώς απαιτούνται για τη λειτουργία του;

Τα κριτήρια που παραθέσαμε παραπάνω αφορούν γενικά στο εκπαιδευτικό λογισμικό. Υπάρχουν, ωστόσο, και κριτήρια που αφορούν ειδικά σε καθένα ιδιαίτερο τύπο εκπαιδευτικού λογισμικού.

Ειδικά κριτήρια αξιολόγησης για κάθε ιδιαίτερο τύπο εκπαιδευτικού λογισμικού:

1 Για το λογισμικό επεξεργασίας λέξεων (word processing)

- Πληροφορεί το χρήστη ή/και το δάσκαλο σχετικά με την ορθότητα μιας απάντησης του χρήστη;
- Προσαρμόζει το βαθμό δυσκολίας σύμφωνα με τις επιδόσεις του χρήστη;
- Προσαρμόζει το διδακτικό περιεχόμενό του με βάση αυτά που γνωρίζει ή δε γνωρίζει ο χρήστης;
- Αντιδρά με ενθαρρυντική ανατροφοδότηση (feedback), όταν χρειάζεται;
- Επαναλαμβάνει περιοδικά, τυχαία τμήματα του περιεχομένου στα οποία πρέπει να εξασκηθεί ο χρήστης;

2 Για το λογισμικό επεξεργασίας γραμμών (spreadsheet)

- Παρέχει τη δυνατότητα επανάληψης της ύλης που δεν έχει κατανοηθεί;
- Παρέχει τη δυνατότητα εναλλακτικών παρουσιάσεων και ερμηνειών του ίδιου θέματος;
- Παρέχει τη δυνατότητα πρόσβασης σε ανασκόπηση της ύλης ανά πάσα στιγμή;

- Ρυθμίζει την ανατροφοδότηση χρονικά, κατά τη διάρκεια της παρουσίασης ενός νέου θέματος;
- Ελέγχει το ποσό και τη φύση της ανατροφοδότησης, όταν κάνει ερωτήσεις, ή ελέγχει αν ο χρήστης κατανόησε το θέμα;

4 Για λογισμικό ανάπτυξης γνώσης (προσομοίωση)

- Δίνει κίνητρα για τη λύση του προβλήματος ή τη διεξαγωγή της έρευνας;
- Η έκβαση εξαρτάται από τις επιλογές του χρήστη και από την επίδοσή του;
- Δίνει τη δυνατότητα προσέγγισης σε βάση δεδομένων με σχετικές πληροφορίες και παραδείγματα;

4 Για λογισμικό ανάπτυξης (προσομοίωση)

- Η προσομοίωση που γίνεται από τον υπολογιστή είναι προτιμητέα από μια διεργασία που μπορεί να γίνει στον πραγματικό κόσμο ή στο εργαστήριο (για λόγους κινδύνου, κόστους, δυσκολίας κ.λπ.);
- Προσομοιώνεται με τρόπο ρεαλιστικό ένα συμβάν του πραγματικού κόσμου;
- Μπορεί ο χρήστης να πάρει καθοριστικής σημασίας αποφάσεις για την εξέλιξη της προσομοίωσης;
- Αναλύεται επαρκώς η προσομοιούμενη κατάσταση;
- Προσφέρει άμεση και επεξηγηματική ανατροφοδότηση στους χειρισμούς του χρήστη;
- Παρέχεται η δυνατότητα αλληλεπίδρασης του χρήστη με την προσομοιούμενη κατάσταση, χρησιμοποιώντας τον η/υ ως «μεσολαβητή», ή τον έλεγχο και την κατεύθυνση της προσομοίωσης τον έχει ο η/υ;

Τελειώνοντας, πρέπει να σημειώσουμε πως ο υποψήφιος αγοραστής εκπαιδευτικού λογισμικού, που δεν είναι πάντα εφικτό να γνωρίζει τα αποτελέσματα της πλήρους αξιολόγησης του συγκεκριμένου προϊόντος, πρέπει να προσέξει, τουλάχιστον, ώστε:

- Το λογισμικό να καλύπτει τους στόχους της μελέτης του.
- Να συνοδεύεται από επαρκή τεκμηρίωση που βοηθά τη χρήση του.
- Να παρουσιάζεται με ελκυστικό τρόπο.
- Να είναι φιλικό προς το χρήστη και ευπροσάρμοστο.

- Να αυτοπροστατεύεται από ανεπιθύμητους χειρισμούς.

3. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Το λογισμικό λειτουργεί ταυτόχρονα και ως καθηγητής - σύμβουλος και ως διδακτικό εγχειρίδιο που έχει τεράστια δυνατότητα αποθήκευσης πληροφοριών και απαντήσεων. Οδηγεί σταδιακά τους μαθητές στη διδακτέα ύλη, παρουσιάζοντας αρχικά τα γνωστικά αντικείμενα και θέτοντας κατόπιν ερωτήματα, προβλήματα, ασκήσεις. Στη συνέχεια, μέσα από τις αντιδράσεις των διδασκομένων ανακαλύπτει σε ποια σημεία καθένας αντιμετωπίζει δυσκολίες ή κάνει λάθη και τους ανατροφοδοτεί. Τέλος, παρουσιάζει λύσεις, εξηγεί πού οφείλονται τα λάθη και προτείνει ενέργειες για τη συνέχιση της μαθησιακής πορείας.

Παραδείγματα δυνατοτήτων εκπαιδευτικού λογισμικού.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό:

- Διορθώνει τις απαντήσεις.
- Παρουσιάζει στο εκπαιδευόμενο τις σωστές ενέργειες που θα έπρεπε να είχε κάνει.
- Προσφέρει πρόσθετες πληροφορίες που συνδέονται με την απάντηση του εκπαιδευόμενου, ιδιαίτερα με τυχόν λάθη του.
- Υποδεικνύει τα επόμενα στάδια της μελέτης.
- Βαθμολογεί. Μια προέκταση αυτής της ενέργειας είναι ότι ο μαθητής συνεχίζει την προσπάθεια στην ύλη, μόνο εάν παίρνει ικανοποιητικούς βαθμούς, διαφορετικά πρέπει να επαναλαμβάνει ορισμένες ασκήσεις ή να μελετά εκ νέου ορισμένες ενότητες ή να καλύπτει συμπληρωματική βιβλιογραφία.

A. Το μείζον πλεονέκτημα που προβάλλεται από τους υποστηρικτές αυτής της χρήσης του η/υ είναι ότι προωθείται η **αλληλεπίδραση** μεταξύ διδακτέας ύλης και διδασκομένων. Το εκπαιδευτικό λογισμικό (αυτό που ενσωματώνει πολυμέσα πρωτίστως) «συνομιλεί» με κάθε μαθητή με διαφορετικό τρόπο,

προσφέρει δηλαδή μηνύματα εξατομικευμένα ανάλογα με τα ερωτήματα ή τις πληροφορίες που παίρνει. Επιπλέον, ο η/υ ανταποκρίνεται τάχιστα και δεν «κουράζεται» να διεκπεραιώνει αυτό το διάλογο. Συνέπεια αυτών είναι η ανταλλαγή πληροφοριών να πραγματοποιείται σε σημαντική έκταση και οι μαθητές να προχωρούν προς τη γνώση με τρόπο ευρετικό, αναλογα με τις δυνατότητες και τις ανάγκες τους.

Β. Ευνοούνται οι διαδικασίες της **αξιολόγησης**: Οι μαθητές μπορούν ανά πάσα στιγμή να αυτοαξιολογούν την πρόοδό τους, δεδομένου ότι οι αντιδράσεις τους σταθμίζονται από το λογισμικό. Κάθε διαδικασία αξιολόγησης γίνεται αντικειμενικά και αξιόπιστα. Οι διορθώσεις των λαθών γίνονται «φιλικά», δεδομένου ότι είναι απρόσωπες, γεγονός που διασφαλίζει την αυτονομία των φοιτητών και τους ενθαρρύνει να προχωρήσουν.

Γ. Το λογισμικό, στο βαθμό που έχει ενσωματώσει ποικιλία μέσων (γραφικά, κινούμενες εικόνες, ήχο, χρώμα, δυνατότητα σύνδεσης με βίντεο κ.ά.) διεγείρει το ενδιαφέρον των φοιτητών, τους **υποκινεί** και τους **υποστηρίζει** στην προσπάθεια της διδακτέας ύλης.

4. Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

Η διδακτική προσέγγιση των μαθηματικών εννοιών εξαρτάται από το ίδιο το θέμα, από τον διδάσκοντα αλλά και τους μαθητές του. Μια επιτυχημένη διδασκαλία σε κάποια σχολική τάξη, μπορεί να μην αποδειχθεί κατάλληλη για κάποια άλλη. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να σκηνοθετήσει το κατάλληλο διδακτικό σενάριο που ανταποκρίνεται καλύτερα στην διδασκόμενη έννοια και στο προφίλ των μαθητών του. Επομένως η εισαγωγή αυτών των διαδικασιών στην καθημερινή διδακτική πρακτική απαιτεί μια μακρόχρονη πορεία η οποία θα πρέπει να υποστηριχθεί από ένα πρόγραμμα επιμόρφωσης.

Στο μοντέλο αυτό η γνώση είναι προσωπική υπόθεση του κάθε μαθητή, ο οποίος εργάζεται μόνος του και είναι ανεξάρτητη από αυτόν. Δηλαδή, ο μαθητής και η γνώση είναι δύο πράγματα ξεχωριστά, επομένως ο μαθητής δεν μπορεί να την επηρεάσει, το μόνο που του απομένει είναι να τη μάθει. Το μοντέλο

λειτουργεί κάτω από την ακόλουθη παραδοχή: Το σύνολο των τεχνικών που διαθέτουν οι μαθητές για να λύνουν ασκήσεις είναι το σώμα των γνώσεων που πρέπει να κατέχουν. Επομένως η ευχέρεια στις τεχνικές αυτές εκφράζει το αν οι μαθητές έχουν μάθει τα Μαθηματικά ή όχι. «Δεν έχει γίνει επαρκώς αντιληπτό ότι η τρέχουσα μαθηματική και επιστημονική εκπαίδευση είναι το θερμοκήπιο ενός ύφους αυθεντίας και ο χειρότερος εχθρός της ανεξάρτητης και της κριτικής σκέψης» (Lakatos, 1998).

Η γνώση δε «μεταφέρεται» από το δάσκαλο στο μαθητή. Αντίθετα, η γνώση και ο μαθητής, είναι έννοιες αλληλοσυνδεόμενες. Ο μαθητής συμμετέχει ενεργά στην οικοδόμηση/ ανάπτυξη της γνώσης του. (Η υπόθεση κατασκευής της γνώσης). Η αρχή αυτή δέχεται ότι κάθε μαθητής έχει το δικό του προσωπικό τρόπο πρόσβασης στη γνώση και βρίσκεται σε κατευθείαν αντίθεση με την αντίστοιχη του παραδοσιακού μοντέλου, ότι ο μαθητής και η γνώση είναι δύο ξεχωριστές έννοιες.

Η διαδικασία της μάθησης εξαρτάται από την υπάρχουσα γνώση: Κάθε τι που μαθαίνω εξαρτάται από το τι γνωρίζω. Υπάρχει μια συνεχής αλληλεπίδραση ανάμεσα στο προσωπικό νόημα που οικοδομεί ο κάθε μαθητής και στην κοινωνική διάσταση της γνώσης στα πλαίσια της σχολικής τάξης. Τα προσωπικά νοήματα συζητούνται μέσα στην τάξη προκειμένου να ομογενοποιηθούν και να γίνουν συμβατά και συνεπή με ό,τι δέχεται η μαθηματική κοινότητα. (Η υπόθεση της αλληλεπίδρασης ή διάδρασης). Προκειμένου να γίνει πραγματικότητα η αρχή θα πρέπει η σχολική τάξη να λειτουργεί ως μικρή «μαθηματική κοινότητα / εργαστήριο».

Η εφαρμογή σύγχρονων μαθησιακών αντιλήψεων στη διδασκαλία των Μαθηματικών δεν μπορεί να γίνει χωρίς τη χρήση της σύγχρονης Τεχνολογίας. Τα Μαθηματικά αποτελούν βασική θεμελίωση της Πληροφορικής η οποία θεωρείται ταυτόχρονα ως θεωρητική, πειραματική και τεχνολογική επιστήμη. Μαθηματικές έννοιες και θεωρήματα σε συνδυασμό με τις μεθοδολογίες της απόδειξης αποτελούν σημαντικό συστατικό στοιχείο του θεωρητικού πλαισίου της Πληροφορικής ενώ υιοθετούνται επίσης οι πειραματικές μεθοδολογίες για το

σχεδιασμό πειραμάτων, τη συλλογή δεδομένων, την ανάλυση και την ερμηνεία τους και την εξαγωγή συμπερασμάτων με στόχο τη δυνατότητα προβλέψεων. Ο τεχνολογικός χαρακτήρας της Πληροφορικής καθορίζεται από το ότι οι θεωρίες και οι μέθοδοι χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό συστημάτων ή συσκευών για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Ο σχεδιασμός ακολουθεί μια τυπική διαδικασία όπως: καθορισμός απαιτήσεων του προβλήματος, διατύπωση προδιαγραφών, σχεδιασμός, υλοποίηση, έλεγχος και βελτίωση του αποτελέσματος. Η Πληροφορική επηρεάζει εγκάρσια το σύνολο της κοινωνικής, της οικονομικής και της πολιτικής ζωής και επιπλέον επιδρά καταλυτικά στο χώρο της Εκπαίδευσης. Ολοένα και περισσότερο αναγνωρίζεται η σημασία της Πληροφορικής ως εργαλείου στη διδασκαλία και τη μάθηση Μαθηματικών εννοιών αλλά και όλων των άλλων γνωστικών αντικειμένων (Noss & Hoyles, 1996). Στην περίπτωση των Μαθηματικών τονίζεται το ότι η Τεχνολογία η οποία διαμορφώνεται και διαμορφώνει τα Μαθηματικά επηρεάζει επίσης και τον τρόπο της διδασκαλίας και της μάθησής τους και δίνει νέες διαστάσεις στο αντικείμενο το οποίο διδάσκεται (Karut, 1992). Ιδιαίτερα στη Γεωμετρία έχουν αναπτυχθεί ανοικτά περιβάλλοντα μάθησης τα οποία δίνουν ένα δυναμικό χαρακτήρα στις γεωμετρικές έννοιες. Ως παράδειγμα αναφέρονται το περιβάλλον Cabri-Geometry και το Geometer's Scetchpad.

Τα ανοικτά περιβάλλοντα και συγκεκριμένα οι μικρόκοσμοι αποτελούνται από

α) Ένα σύνολο από βασικά αντικείμενα και στοιχειώδεις λειτουργίες που μπορούν να επιδράσουν σε αυτά όπως και ένα σύνολο κανόνων που εκφράζουν τους τρόπους αυτής της επίδρασης. Το σύνολο αυτό αποτελεί μια συνήθη δομή ενός τυπικού συστήματος από μια μαθηματική οπτική.

β) Ένα φαινομενολογικό χώρο ο οποίος συνδέει αντικείμενα και ενέργειες των εννοιολογικών αντικειμένων με τα φαινόμενα στην οθόνη του υπολογιστή. Αυτό το φαινομενολογικό πεδίο καθορίζει τον τύπο της ανατροφοδότησης που ο μικρόκοσμος παρέχει, σε συνάρτηση με τις ενέργειες και τις αποφάσεις του χρήστη (Balacheff & Sutherland, 1994, ο.π οι Balacheff & Karut, 1996, σελ. 471). Οι μικρόκοσμοι αποτελούν εννοιολογικούς χώρους όπου είναι δυνατός ο χειρισμός διασυνδεδεμένων εννοιών, διαδικασιών και αναπαραστάσεων (Vergnaud, 1983, ο.π. η Hillel, 1992) και θεωρούνται ότι αποτελούν πολλά υποσχόμενες περιοχές για το μέλλον της διδασκαλίας και της μάθησης (Balacheff

& Karut, 1996). Επιπλέον είναι δυνατή η κατασκευή νέων λειτουργιών από το χρήστη και από αυτή την άποψη φαίνονται ότι μπορούν να εξελισσονται παράλληλα με τη γνώση του μαθητή (Hoyles, 1993). Τα αντικείμενα των μικρόκοσμων χαρακτηρίζονται ως ενδιάμεσα μεταξύ των συγκεκριμένων και των αφηρημένων συμβολικών εννοιών τους (Papert, 1987, ο.π η Hoyles, 1993). Η δυνατότητα εμφάνισης στην οθόνη του υπολογιστή μιας απειρίας γραφικών αναπαραστάσεων μιας γεωμετρικής κατασκευής όπως για παράδειγμα η δυνατότητα εμφάνισης μιας πληθώρας μορφών του ίδιου σχήματος δίνει ένα δυναμικό χαρακτήρα στις σχετικές γεωμετρικές έννοιες και επιτρέπει τη μελέτη τους μέσα από τις μεταβολές των πολλαπλών μορφών τους. Για την οικοδόμηση τέτοιων ανοικτών περιβαλλόντων σε υπολογιστή απαιτείται χρήση Μαθηματικών κυρίως από τις περιοχές της Άλγεβρας, της Αναλυτικής, της Ευκλείδειας και της Υπολογιστικής Γεωμετρίας.

Ο δάσκαλος των Μαθηματικών που θα αποδεχθεί τις αρχές αυτές, θα πρέπει να δει με διαφορετικό τρόπο τη θέση και το ρόλο του μέσα στην τάξη. Θα πρέπει να οργανώνει την τάξη έτσι ώστε μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες να δώσει τη δυνατότητα και την ευκαιρία στους μαθητές του να οικοδομήσουν τη γνώση και παράλληλα να ελαττώσει το χρόνο που αφιερώνει για την παρουσίαση, από τον ίδιο, θεμάτων και εννοιών.

Η αποδοχή των παραπάνω αρχών μας οδηγεί στην υιοθέτηση «ενεργητικών μεθόδων» μάθησης. Με τον όρο αυτό εννοούμε μαθησιακές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν ερευνητικές εργασίες, επίλυση προβλημάτων, εργασία σε μικρές ομάδες μαθητών. Τέτοιες δραστηριότητες μπορεί να είναι προσεκτικά σχεδιασμένα προβλήματα που να οδηγούν τους μαθητές να κάνουν υποθέσεις και εικασίες, να ελέγχουν τις υποθέσεις τους, να παρατηρούν και να αναπτύσσουν ένα μοντέλο, να ακολουθούν προσεγγίσεις και αριθμητικές μεθόδους, να «μεταφράζουν» ένα μοντέλο από ένα αναπαραστασιακό σύστημα σε ένα άλλο για παράδειγμα από γλωσσική περιγραφή σε αλγεβρικό τύπο, από αλγεβρικό τύπο σε γραφική παράσταση, από πίνακα τιμών σε αλγεβρικό τύπο κλπ.

Με τον ίδιο όρο εννοούμε επίσης, την ανάπτυξη μιας στάσης για ενεργητική νοητική δραστηριότητα, σε αντίθεση με την παθητική που χαρακτηρίζεται από την απομνημόνευση και την εξάσκηση.

- Το ζητούμενο είναι η ανάπτυξη μιας ενεργητικής και ερευνητικής στάσης των μαθητών ως προς τα Μαθηματικά.
- Το πρόβλημα είναι «πηγή» νοήματος της μαθηματικής γνώσης.

Η αποδοχή αυτού του στόχου τοποθετεί σε κεντρική θέση το πρόβλημα και τις διαδικασίες λύσης του προβλήματος. Τα αποτελέσματα των νοητικών διεργασιών συνιστούν γνώση, μόνο αν αποδειχθούν επαρκή και αξιόπιστα στην επίλυση προβλημάτων. (Η επιστημολογική υπόθεση). Σύμφωνα με την παραδοχή αυτή, το πεδίο «δοκιμασίας» της γνώσης ενός μαθητή είναι η επίλυση προβλημάτων και όχι η εξέταση αλγορίθμων, κανόνων, γενικών τύπων.

Ο σχεδιασμός της διδασκαλίας

Ένα από τα βασικότερα ζητήματα της διδασκαλίας των μαθηματικών είναι ο τρόπος με τον οποίο ο δάσκαλος μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές του να κατασκευάσουν ιδέες και έννοιες που η μαθηματική κοινότητα χρειάστηκε εκατοντάδες ή χιλιάδες χρόνια να αναπτύξει. Ταυτόχρονα η εργασία του δασκάλου και αυτή του καθηγητή χαρακτηρίζονται από αντίθετες τροχιές. Από τη μια μεριά ο δάσκαλος θα πρέπει να τοποθετήσει τη γνώση σε κατάλληλα οικεία για το μαθητή, πλαίσια, να μην την προσωποποιήσει κατά κάποιο τρόπο, ενώ από την άλλη ο μαθητής θα πρέπει να κάνει την αντίθετη τροχιά όπου από τα συγκεκριμένα πλαίσια με διαδοχικές αφαιρέσεις και γενικεύσεις, θα κατακτήσει τη μαθηματικά δομή του θέματος. Τα εργαλεία με τα οποία υλοποιούμε κάθε σχεδιασμό είναι τα προβλήματα, με τα οποία συνθέτουμε την υποθετική τροχιά του μαθητή, δηλαδή την πρόβλεψη που κάνουμε για τον τρόπο με τον οποίο θέλουμε να μετακινηθεί η σκέψη του μαθητή προκειμένου να αναπτυχθεί η μάθηση.

Ο σχεδιασμός της διδασκαλίας αναφέρεται σε μία ολόκληρη διδακτική ενότητα, στην οποία θα έχουμε επισημάνει τον κύριο διδακτικό στόχο, και μόνο μέσα από αυτό το σχεδιασμό αποκτά νόημα ένα συγκεκριμένο μάθημα. Ο σχεδιασμός μπορεί να περιλαμβάνει δύο μέρη, την προετοιμασία της διδασκαλίας και την εφαρμογή της στην τάξη.

Η εφαρμογή στην τάξη ακολουθεί τα εξής βήματα:

Στο πρώτο βήμα δίνουμε ένα πρόβλημα, ερώτημα, η επίλυση ή η απάντηση του οποίου θα οδηγήσει στην αναγκαιότητα της εισαγωγής της έννοιας που θέλουμε να διδάξουμε. Λέγοντας επίλυση, εννοούμε ότι οι μαθητές θα το προσεγγίσουν διαισθητικά προκειμένου να αναπτύξουν εικασίες ή υποθέσεις τις οποίες στη συνέχεια θα επιχειρήσουν να ελέγξουν επίσης διαισθητικά, εμπειρικά. Η ανάπτυξη εικασιών ή υποθέσεων και η τάση για τον έλεγχό τους είναι σαφές μήνυμα ότι έχουν αρχίσει να διαμορφώνουν την ενεργητική και ερευνητική στάση ως προς τα μαθηματικά. Μόνο αφού έχουν βρει τα δικά τους αποτελέσματα και έχουν αναπτύξει τις δικές τους εικασίες, οι μαθητές αρχίζουν να αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα της γενίκευσης και της απόδειξης. Όταν οι μαθητές βρουν τα δικά τους αποτελέσματα η απόδειξη μπορεί να θεωρηθεί πραγματικά σημαντική γιατί τότε έχουν την ανάγκη να πεισθούν για πράγματα που δεν είναι βέβαιοι και όχι να παρουσιάζονται οι αποδείξεις για αποτελέσματα που οι μαθητές θεωρούν ότι κανείς δεν μπορεί να έχει αμφιβολία.

Στο δεύτερο βήμα σκοπός μας είναι να αποσπάσουμε τη σκέψη του μαθητή από το συγκεκριμένο πρόβλημα και να εισάγουμε τη μαθηματική δομή του θέματος που διαπραγματευόμαστε.

Στο τρίτο βήμα θεωρείται γνωστή η έννοια που διδάχθηκε και την οποία χρησιμοποιούμε για να λύσουμε τα προβλήματα και εφαρμογές. Στο βήμα αυτό διευρύνουμε τις εμπειρίες των μαθητών στο πεδίο εφαρμογής της έννοιας. Για το λόγο αυτό κάνουμε ανασκόπηση, δηλαδή συζήτηση στο τέλος του μαθήματος όπου θα συνοψίζονται οι εφαρμογές της έννοιας έτσι όπως προκύπτουν από τα προβλήματα που λύθηκαν και να συνδέεται η έννοια με εκφράσεις της καθημερινής γλώσσας, όπου αυτό είναι εφικτό.

Γίνεται φανερό ότι ένα μεγάλο μέρος της διδακτικής μας διαδικασίας εστιάζεται στην επίλυση προβλημάτων. Όμως με τον όρο πρόβλημα δεν εννοούμε μόνο τα γνωστά προβλήματα των σχολικών βιβλίων αλλά κυρίως τα «ανοικτά» προβλήματα. Ένα πρόβλημα θα ονομάζεται ανοικτό όταν μπορεί να ερμηνευτεί με πολλούς τρόπους και επιδέχεται διαφορετικές λύσεις. Τα χαρακτηριστικά αυτά του ανοικτού προβλήματος αναγκάζουν αλλά δίνουν τη δυνατότητα σε όλους τους μαθητές να πάρουν πρωτοβουλίες για τη λύση του. Το

ανοικτό πρόβλημα έχει πολλές «εισόδους», δηλαδή αφετηρίες λύσης αλλά οδηγεί τους μαθητές στον επιδιωκόμενο στόχο / λύση.

Μια διδακτική προσέγγιση αξιολογείται στην αίθουσα διδασκαλίας, στο φυσικό της χώρο απ' όπου θα βγάλουμε συμπεράσματα για την βελτίωσή της. Σχεδιάζεται έξω από την αίθουσα διδασκαλίας αλλά εφαρμόζεται μέσα σε αυτήν. Μια διδακτική προσέγγιση δεν είναι στατική. Ο χρόνος και ο χώρος διδασκαλίας μπορεί να την μεταβάλλει. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες διδακτικές προσεγγίσεις, αλλά υπάρχουν συγκεκριμένες γενικές αρχές. Επομένως ο εκπαιδευτικός πρέπει να είναι σε ετοιμότητα σε κάθε εκπαιδευτική διαδικασία. Η αυτενέργεια και η ευελιξία του είναι απαραίτητες για να προσαρμόσει την δραστηριότητα στην σχολική τάξη.

5. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

Η ανάπτυξη του Function Probe είναι το αποτέλεσμα σχεδιασμού και δοκιμής επανασχεδιασμού και δοκιμής από τους Jere Confrey & Alan Maloney στο Πανεπιστήμιο του Texas. Καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας τρεις βασικές πεποιθήσεις για τα Μαθηματικά είχαν οι σχεδιαστές του Function Probe.

- Η διδακτική ύλη πρέπει να καθοδηγείται από ανάλογα προβλήματα.
- Γινόμαστε καλύτεροι καθηγητές αναζητώντας και ακούγοντας τις μεθόδους που αναπτύσσουν οι μαθητές για να επιλύσουν προβλήματα.
- Το να μαθαίνεις, να συνδυάζεις και να δουλεύεις με πολλαπλές αναπαραστάσεις είναι ένα σημαντικό κομμάτι της διαδικασίας ανάπτυξης δυνατών και βιώσιμων μαθηματικών ιδεών.

Τις πεποιθήσεις αυτές έρχεται να υπογραμμίσει το γεγονός ότι πιστεύουμε πως τα Μαθηματικά είναι μία ανθρωπιστική προσπάθεια. Κάθε άνθρωπος αναπτύσσει τις μαθηματικές ιδέες του πραγματοποιώντας ενέργειες που επιλύουν καταστάσεις «προβληματισμού» της ζωής και σκεπτόμενος τη

διαδικασία που αυτό συντελέστηκε. Ο συνδυασμός αυτός της προσωπικής διαδικασίας της σκέψης με την κοινωνική διαδικασία της επικοινωνίας ιδεών με άλλους, είναι ένα ουσιώδες τμήμα της προσπάθειας να γίνει κανείς ενεργό και παραγωγικό μέλος της κοινωνίας μας.

Το Function Probe είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο για τη σύγχρονη άλγεβρα, την τριγωνομετρία και την ανάλυση που επιτρέπει να διερευνήσουμε τις συναρτήσεις και τη μαθηματική μοντελοποίηση. Το Function Probe είναι επίσης ιδανικό εργαλείο για την επεξεργασία και τη μοντελοποίηση δεδομένων σε μαθηματικά που βασίζονται στην άλγεβρα και την τριγωνομετρία. Πρόκειται για ένα πολύ-εποπτικό λογισμικό που περιλαμβάνει τρία ξεχωριστά εργαλεία: το Γράφημα, τον Πίνακα και την Αριθμομηχανή.

Κάθε εργαλείο παρουσιάζεται σε ένα παράθυρο με τα δικά του στοιχεία λειτουργίας και μπορεί να θεωρηθεί ανεξάρτητο. Ωστόσο, τα παράθυρα συνδέονται μεταξύ τους έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να στέλνει πληροφορίες από το ένα στο άλλο. Η ιδέα της επικοινωνίας ανάμεσα σε μαθηματικές αναπαραστάσεις με τη χρήση των παραθύρων του Function Probe παρέχει σε μαθητές και καθηγητές ένα δυναμικό περιβάλλον συντονισμού πολλαπλών αναπαραστάσεων, πολύ χρήσιμο στις προσπάθειες τους να επιλύουν προβλήματα.

Το Function Probe περιλαμβάνει πολλά ειδικά στοιχεία με τα οποία μπορεί ο χρήστης:

- Να ξεκινήσει μαθαίνοντας με έναν ποιοτικό τρόπο για τις γραφικές αναπαραστάσεις των συναρτήσεων.
- Να κατασκευάζει πίνακες με τιμές και να εξερευνήσει τις συσχετίσεις ανάμεσα σε αυτές τις τιμές.
- Να μετασχηματίσει δυναμικά και εποπτικά τη γραφική παράσταση μια συνάρτησης και να δει αμέσως την επίδραση των μετασχηματισμών στον τύπο της συνάρτησης.
- Να πραγματοποιήσει απλή γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης σε σύνολα δεδομένων.
- Να χρησιμοποιήσει καρτεσιανό, λογαριθμικό ή πολικό σύστημα συντεταγμένων στις κλίμακες των γραφημάτων.

- Να δουλέψει με παραμετρικούς τύπους.
- Να στείλει σημεία από έναν πίνακα δεδομένων σε ένα παράθυρο γραφήματος.
- Να διερευνήσει μορφές συναρτήσεων σε ένα γράφημα χρησιμοποιώντας σημεία, ράβδους ή ευθείες κλίσης και να στείλει το δείγμα στον πίνακα δεδομένων.
- Να καλέσει μία συνάρτηση που έχει οριστεί σε ένα παράθυρο από ένα άλλο παράθυρο.
- Να κατασκευάσει κουμπιά στην αριθμομηχανή για την εκτέλεση υπολογισμών που επαναλαμβάνονται συχνά.
- Να μάθει να χρησιμοποιεί την άλγεβρα των μητρών, βλέποντας το ιστορικό των υπολογισμών κατά τη διάρκεια των πράξεων.

Το Function Probe είναι προορισμένο να χρησιμοποιείται σε μαθήματα άλγεβρας, τριγωνομετρίας και ανάλυσης (πριν το διαφορικό και ολοκληρωτικό λογισμό) σε τάξεις γυμνασίου και λυκείου. Αποτελεί ένα ευέλικτο και δυναμικό εργαλείο, σχεδιασμένο έτσι ώστε να είναι εξ' ίσου εύκολο στην εκμάθηση και χρήση. Οι μαθητές θα έχουν τη δυνατότητα να συμμετάσχουν ενεργά στη χρήση του προγράμματος κατά τη διάρκεια της προσπάθειας που καταβάλλουν στην επίλυση προβλημάτων. Ο εκπαιδευτικό θα έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί το Function Probe για να επιδεικνύει τεχνικές επίλυσης προβλημάτων και για να καθοδηγεί συζητήσεις μέσα στην τάξη. Το Function Probe δεν είναι αυστηρά συνδεδεμένο με συγκεκριμένο διδακτικό υλικό. Αντίθετα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να είναι συμβατό με ενέργειες και αναπαραστάσεις που οι μαθητές δημιουργούν και χρησιμοποιούν σε μια ποικιλία προβλημάτων τα οποία συναντούν κατά την μελέτη των Μαθηματικών.

Μολονότι πολλοί μαθητές μπορούν να αποδώσουν ένα τυπικό ορισμό τι είναι συνάρτηση και να εφαρμόσουν το τεστ της κάθετης ευθείας, ανακαλύπτουμε αντιμετωπίζουν πολύ μεγαλύτερη δυσκολία στο να χρησιμοποιήσουν τις συναρτήσεις, δηλαδή να κατασκευάσουν συναρτήσεις για να αναπαραστήσουν πραγματικές καταστάσεις.

Η προσέγγιση που ακολουθεί δίνει έμφαση στα ακόλουθα σημεία:

- Στο να ενθαρρύνονται οι μαθητές να κατασκευάζουν μαθηματικές σχέσεις βασισμένες σε καταστάσεις οι οποίες τους είναι οικείες και στην οποίων την «προβληματική» έχουν ήδη πρόσβαση.
- Στο να χρησιμοποιούν τα «λάθη» των μαθητών για τη σταδιακή προσέγγιση της έννοιας των συναρτήσεων.
- Στο να εντοπίζονται σύνδεσμοι ανάμεσα στις ανθρώπινες δραστηριότητες και λειτουργίες και την κατασκευή «συναρτησιακών καταστάσεων».
- Στο να δημιουργούνται διαφοροποιήσεις ανάμεσα σε ενέργειες που οδηγούν στην κατασκευή διαφορετικών ειδών «συναρτήσεων-αρχέτυπα» (π.χ. γραμμικές, δευτεροβάθμιες, τριγωνομετρικές, εκθετικές, κ.λπ.)
- Στο να μαθαίνουν οι μαθητές να δουλεύουν με «συναρτήσεις-αρχέτυπα» και να μετασχηματίζουν αυτές τις συναρτήσεις μέσα από πολλαπλές αναπαραστάσεις.
- Στην προσπάθεια να βοηθηθούν οι μαθητές να συντονίζουν τις ενέργειες τους στις συναρτήσεις μέσα από πολλαπλές αναπαραστάσεις, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οι γραπτές περιγραφές, οι εικόνες η καταγραφή πληκτρολογήσεων στην αριθμομηχανή, καθώς επίσης και οι πιο συμβατικές μαθηματικές αναπαραστάσεις, όπως ο πίνακας, η γραφική παράσταση και οι τύποι.

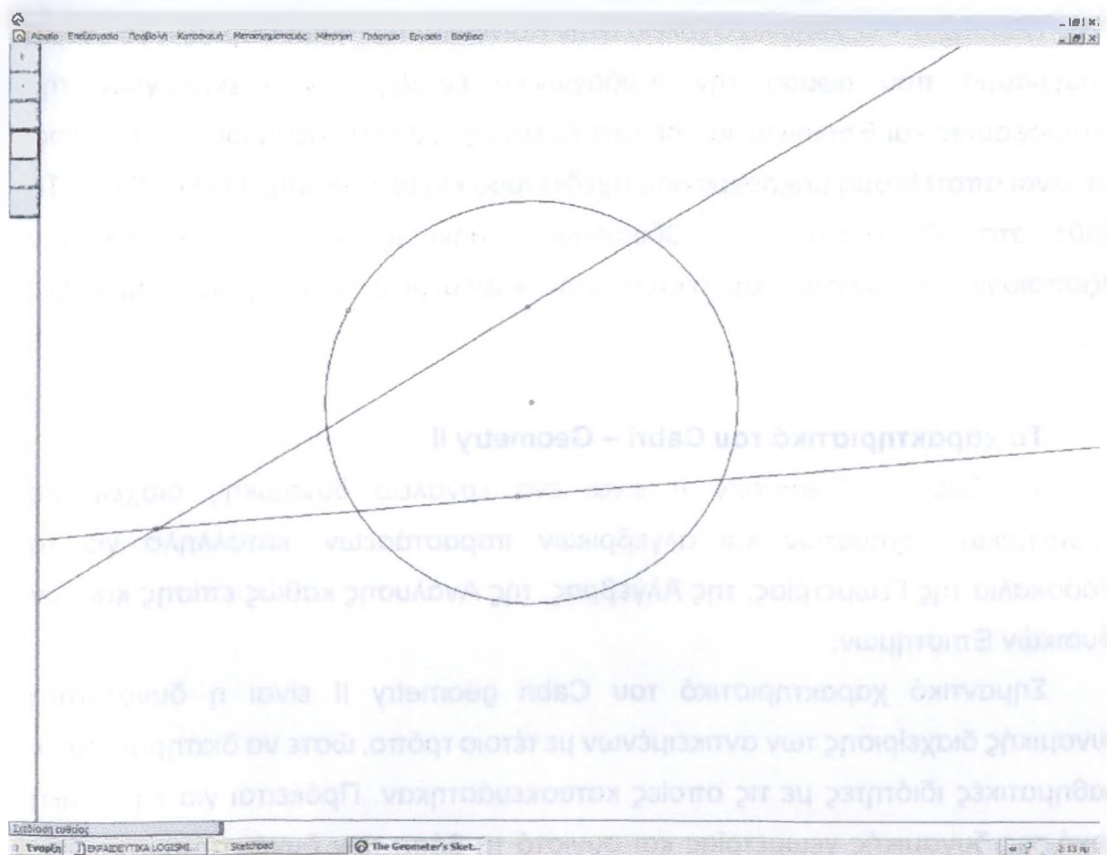
Το The Geometer's Sketchpad αναπτύχθηκε ως μέρος του προγράμματος Οπτικής Γεωμετρίας, ενός προγράμματος χρηματοδοτούμενου από το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (NSF) υπό τη διεύθυνση του Δρα Eugene Klotz στο Swarthmore College και της Δρος Doris Schattshneider στο Moravian College, Pennsylvania. Πέραν του Sketchpad το Πρόγραμμα Οπτικής Γεωμετρίας έχει παράγει τα Stella Octangula (ΣΤΜ: Οκτάεδρος Αστέρας) και Πλατωνικά Στερεά: βίντεο, βιβλία δραστηριοτήτων και άλλο υλικό, όλα δημοσιευμένα από τις Εκδόσεις Key Curriculum Press. Το καλοκαίρι του 1987 άρχισε τη συνεργασία

του με το Πρόγραμμα Οπτικής Γεωμετρίας ο δημιουργός και προγραμματιστής του Sketchpad Nicholas Jackiw. Ένα χρόνο αργότερα ο Jackiw ξεκίνησε ένα σοβαρό έργο προγραμματισμού. Το Sketchpad για Macintosh αναπτύχθηκε σε ένα ανοικτό, ακαδημαϊκό περιβάλλον στο οποίο πολλοί καθηγητές και άλλοι χρήστες πειραματιζόταν με προηγούμενες εκδόσεις του προγράμματος και αλληλεπίδρασαν με τον Jackiw. Ο τελευταίος προσελήφθη από τις εκδόσεις Key Curriculum Press το 1990 για την παραγωγή της δεύτερης έκδοσης του λογισμικού που είχε δοκιμαστεί σε σχολικές τάξεις. Ένας πυρήνας τριάντα σχολείων αυξήθηκε σύντομα σε μία ομάδα που περιλάμβανε περισσότερα από πενήντα σχολεία καθώς «το μήνυμα διαδιδόταν» και πολλοί είχαν πληροφορηθεί ή παρακολουθήσει επιδείξεις του Sketchpad σε συνέδρια. Το ανοικτό περιβάλλον δημιουργίας του Sketchpad προκάλεσε μία απίστευτη πληθώρα δημιουργικής ανάδρασης και έναν έντονο ενθουσιασμό υπέρ του προγράμματος. Την εποχή της έκδοσής του, την άνοιξη του 1991, είχε ήδη χρησιμοποιηθεί από εκατοντάδες μαθητές και καθηγητές αλλά και από άλλους λάτρεις της Γεωμετρίας και αποτελούσε το πλέον συζητημένο έως τότε και αναμενόμενο κομμάτι λογισμικού των σχολικών μαθηματικών.

Το Sketchpad σχεδιάστηκε κυρίως για χρήση σε μαθήματα Γεωμετρίας στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο. Ωστόσο η δοκιμή έδειξε πως η ευκολία στο χειρισμό του Sketchpad καθιστά επιτυχή τη χρήση του από νεαρούς φοιτητές και η ισχύς των χαρακτηριστικών του είναι ελκυστική για διδάσκοντες μαθηματικών σε πρωτοετείς φοιτητές καθώς και για προπαρασκευαστικά μαθήματα. Ιδιαίτερα ελκυστικές είναι οι ισχυρές δυνατότητες του Sketchpad αναφορικά με μετασχηματισμούς και τη δημιουργία αρχείων εντολών για την εξερεύνηση μη Ευκλείδειων Γεωμετριών. Όμως ακόμη και ζωγράφοι και τεχνικοί σχεδιαστές έχουν γοητευτεί από την κομψότητα και τη δύναμη του Sketchpad. Η ευκολία χειρισμού και οι δυνατότητες του Sketchpad ώστε το ίδιο εργαλείο να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξερεύνηση νέων γεωμετρικών εννοιών τόσο από μαθητές του δημοτικού όσο και από καθηγητές πανεπιστημίου καθιστούν το λογισμικό αυτό μοναδικό. Εδώ θα εστιάσουμε την προσοχή μας στους τρόπους χρήσης του Sketchpad σε ένα μάθημα σχολικής Γεωμετρίας.

Ως καθηγητής σχολικής Γεωμετρίας ίσως θέλετε να καθοδηγήσετε τους μαθητές σας στη διαδικασία ανακάλυψης μιας ειδικής ιδιότητας η ενός μικρού συνόλου ιδιοτήτων ή να θέσετε ένα ανοικτό ερώτημα ή πρόβλημα και να ζητήσετε από τους μαθητές σας να ανακαλύψουν όσο το δυνατόν περισσότερα σχετικά με αυτό. Εναλλακτικά μπορείτε να προετοιμάσετε για τους μαθητές σας μια επίδειξη, στην οποία μοντελοποιείται μια συγκεκριμένη ιδιότητα. Σε κάθε περίπτωση επιθυμείτε τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών και τη διάδοση των ευρημάτων τους. Τα συνοδευόμενα από σχόλια χαρακτηριστικά σχεδίων και αρχείων εντολών του Sketchpad ενθαρρύνουν τους μαθητές στη διατύπωση μαθηματικών ιδεών. Με οποιονδήποτε τρόπο κι αν χρησιμοποιήσετε το Sketchpad μπορεί να χρησιμεύσει ως εφαλτήριο για συζήτηση και επικοινωνία. Θα εξετάσουμε παραδείγματα τριών προσεγγίσεων για τη χρήση του Sketchpad στη σχολική τάξη την καθοδηγούμενη έρευνα την ατέρμονα εξέλιξη και την επίδειξη.

Η επιφάνεια εργασίας του The Geometer's Sketchpad



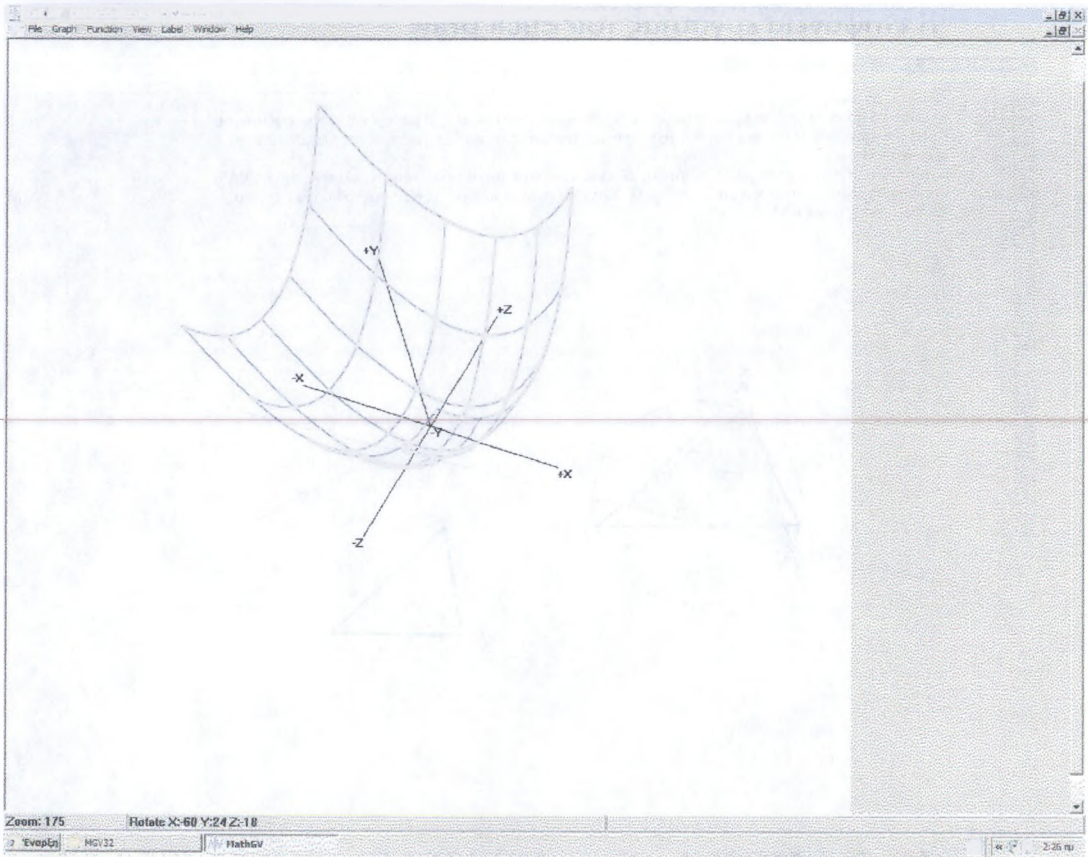
δημιουργήσουμε γεωμετρικά αντικείμενα με τη δυνατότητα μετακίνησης, περιστροφής, αυξομείωσης, ανάκλασης κλπ. Το λογισμικό διαθέτει έντεκα κυρία μενού επιλογών.

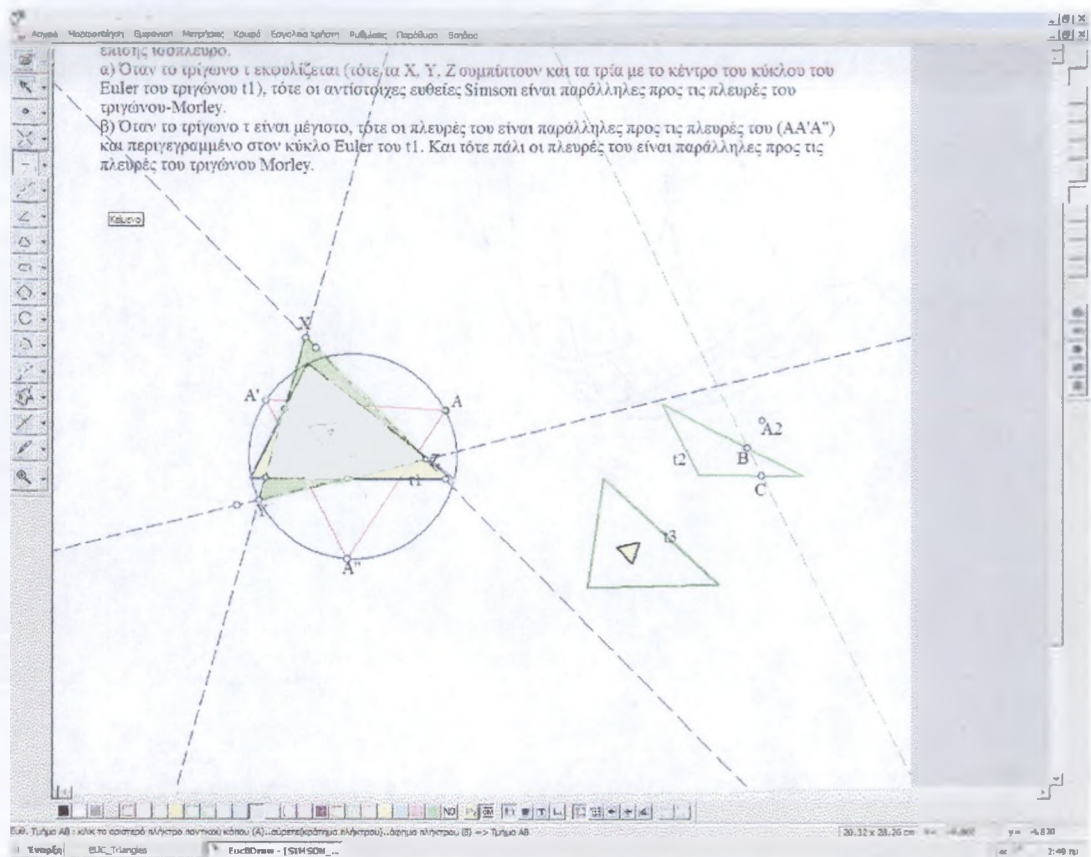
Είναι ένα δυναμικό περιβάλλον εκπαιδευτικού λογισμικού που υποστηρίζει την ανάπτυξη μιας διερευνητικής προσέγγισης στη διδασκαλία και στη μάθηση της γεωμετρίας.

- Διαθέτει στοιχεία υψηλής αλληλεπίδρασης.
- Αποτελεί ένα ανοικτό περιβάλλον μάθησης το οποίο διαθέτει εργαλεία στο μαθητή προκειμένου να μπορεί να επιλύει προβλήματα.
- Υποστηρίζει τη διεπιστημονική προσέγγιση στη μάθηση της γεωμετρίας.

- Να δημιουργήσει και να αποθηκεύσει στον υπολογιστή του μακροκατασκευές για σημαντικές ή συχνά επαναλαμβανόμενες γεωμετρικές κατασκευές.
- Να καταρτίσει λίστα περιεχομένων, η οποία θα περιλαμβάνει τα θέματα στα οποία επιθυμείτε να επικεντρώσετε το ενδιαφέρον του.
- Να διερευνήσει τις γεωμετρικές ιδιότητες για υποθέσεις ασκήσεων που βασίζονται στα πέντε ευκλείδεια αξιώματα.
- Να προσδιορίσει γραφικά γεωμετρικούς τόπους.
- Να αναδείξει τα δυναμικά χαρακτηριστικά των σχημάτων με υλικό animation.
- Να εκτυπώσει επιφάνεια σχεδίου $8^{1/2} \times 11$.

Mathematica Graphing Tool Math CV





6. ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ CABRI – GEOMETRY II

Πριν από 25 χρόνια η επικρατούσα άποψη για το πώς ο μαθητής μαθαίνει ήταν ότι η γνώση μεταφέρεται από το δάσκαλο στο μαθητή με κάποιον τρόπο (Von Glaserfeld, 1987). Έτσι, οι εκπαιδευτικοί αλλά και οι ερευνητές της εκπαιδευτικής διαδικασίας είχαν το καθήκον της εξεύρεσης του αποδοτικότερου τρόπου για αυτήν τη μεταβίβαση. Η προσέγγιση αυτή χαρακτηρίζεται ως μοντέλο της μεταφοράς της γνώσης ή συμπεριφοριστικό μοντέλο μάθησης. Σύμφωνα με

αυτή την προσέγγιση, το άτομο και τα πράγματα που μαθαίνει αποτελούν ξεχωριστές οντότητες. Ως εκ τούτου, το άτομο που επιθυμεί να μάθει κάποια πράγματα πρέπει οπωσδήποτε να κατασκευάσει μια αντιστοιχία μεταξύ των γνωστικών του δομών και αυτών των πραγμάτων που προτίθεται να μάθει. Όσο πιο ταιριαστή είναι αυτή η αντιστοιχία τόσο πιο κοντά στην αλήθεια είναι το άτομο.

Η αξιολόγηση του ταιριάσματος αυτών των δομών θεωρείται ότι είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί από εξωτερικούς παράγοντες με απόλυτα αντικειμενικό τρόπο και ανεξάρτητα από το άτομο που μαθαίνει. Ως εκ τούτου, η γνώση αποκτά έναν απόλυτο χαρακτήρα, γίνεται δηλαδή δόγμα. Η έμφαση δίνεται στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και όχι στη διαδικασία της μάθησης και στην εξέλιξη του μαθητή, ενώ εξωτερικά κίνητρα και αμοιβές χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της επίδοσής του. Επιπλέον, αγνοούνται οι γνωστικές λειτουργίες του νου και, ως εκ τούτου, οι ιδιαιτερότητες των ατόμων στη μάθησή τους, ενώ δίνεται έμφαση στις λειτουργίες της μνήμης με τη χρήση της επανάληψης για τη διόρθωση των λαθών των μαθητών. Η γνώση που αποκτιέται με τη διαδικασία που προαναφέρθηκε αποτελεί κυρίως πληροφορική γνώση και όχι γνώση που στηρίζεται στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης με βάση την οποία είναι δυνατόν να εξαγονται συμπεράσματα, να γίνεται έλεγχος υποθέσεων, όπως επίσης διατύπωση γενικεύσεων και προβλέψεων.

Το μεταδοτικό συμπεριφοριστικό μοντέλο μάθησης ήταν το μοντέλο το οποίο επηρέασε τις αρχικές (προς το τέλος της δεκαετίας του 1960) προσπάθειες σχεδιασμού λογισμικού για την εκπαίδευση. Ο τύπος του λογισμικού που παραγόταν εκείνη την εποχή ήταν παιχνίδια, προσομοιώσεις και διδακτικά υλικά. Τα διδακτικά υλικά, τα οποία μπορούν να θεωρηθούν και ως προσομοιώσεις των βιβλίων, αποτελούνταν κυρίως από σειριακές παρουσιάσεις των εννοιών που επιλέγονταν για διδασκαλία.

Η αλληλεπίδραση του μαθητή με το πρόγραμμα ήταν περιορισμένη. Ουσιαστικά, ο μαθητής μπορούσε μόνο να προχωρήσει μια σελίδα μπρος ή πίσω, ή να γυρίσει στον πίνακα περιεχομένων του μαθήματος και να λύσει ασκήσεις όπως αυτές που περιέχονται στα σχολικά βιβλία. Αυτά τα διδακτικά υλικά συνοδεύονταν συνήθως από ένα σύστημα αξιολόγησης της απάντησης το οποίο εκφραζόταν με σχόλια επιβράβευσης προς το μαθητή ή με κάποια παρότρυνση να συνεχίσει στην περίπτωση που έκανε λάθος. Λίγο αργότερα (στη

δεκαετία του 1970) έγινε μια προσπάθεια αντικατάστασης του δασκάλου από τον υπολογιστή. Κατασκευάστηκαν τότε εκπαιδευτικά προγράμματα που προσπαθούσαν να προσομοιώσουν τους παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας (παρουσίαση κάποιας ύλης και εξέταση) και τα παραδοσιακά συστήματα αναπαράστασης (κείμενα, στατικές εικόνες, στατικές γραφικές παραστάσεις), δηλαδή τα συστήματα που χρησιμοποιούσαν τα «αδρανή» μέσα, με κύριο εκπρόσωπό τους το περιβάλλον χαρτί-μολύβι (Karut, 1992).

Ο τρόπος αλληλεπίδρασης με αυτά τα προγράμματα προσπαθούσε να μιμηθεί την αλληλεπίδραση μαθητή-δασκάλου όπως αυτή είχε προβλεφθεί από το σχεδιαστή του λογισμικού. Η ποιότητα των δραστηριοτήτων που τα προγράμματα αυτά υποστήριζαν ήταν τύπου εκγύμνασης και εξάσκησης (*drill and practice*, Becker, 1990). Εκείνη την εποχή στο χώρο της επιστήμης των υπολογιστών δεν υπήρχε ακόμη η δυνατότητα της δημιουργίας ανοικτών αλληλεπιδραστικών περιβαλλόντων μάθησης, η ανάπτυξη των οποίων κυρίως βασίζεται στη χρήση γλωσσών υψηλού επιπέδου και αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού.

Σε αντιπαράθεση με τις παραδοσιακές δυτικές φιλοσοφίες που θεωρούσαν ανεξάρτητο τον πραγματικό κόσμο από το άτομο που προσπαθούσε να τον γνωρίσει και, ως εκ τούτου, προσέδιδαν στη γνώση απόλυτη ισχύ, αναπτύχθηκε η επιστημολογική θεώρηση του εποικοδομισμού (*constructivism*) για τη γνώση και τη μάθηση (Von Glaserfeld, 1995). Ο εποικοδομισμός στηρίζεται στη γενετική επιστημολογία, όπως αυτή αναπτύχθηκε από τον J. Piaget. Από αυτή τη θεώρηση, η γνώση δε μελετάται ως κάτι απόλυτο και ανεξάρτητο από το άτομο, αλλά συνδέεται με την ανάπτυξή του (Piaget, 1970b). Η γνώση δεν αντιμετωπίζεται πια ως μια παθητική στάση μίμησης των συμπεριφορών των ενηλίκων αλλά ως μια υποκειμενική και κατασκευαστική δραστηριότητα του ατόμου προκειμένου να προσαρμοστεί στο ζωτικό του περιβάλλον, όπως και στο περιβάλλον των εννοιών μέσα στις οποίες ζει (Von Glaserfeld, 1995).

Επιπλέον, κοινωνικοπολιτισμικές θεωρήσεις για τη γνώση γίνονται αποδεκτές (Vygotsky, 1978), οι οποίες δίνουν έμφαση στο ρόλο των υλικών μέσων και, ειδικότερα, των εργαλείων (Cobb, 1997), στο ρόλο της δραστηριότητας (Noss & Hoyles, 1996b), στο ρόλο της επικοινωνίας με άλλα

άτομα ή ομάδες (Vygotsky, 1978) και, γενικότερα, στο ρόλο του πλαισίου των συμφραζομένων με το οποίο αλληλεπιδρά το άτομο (Lave, 1988). Το λάθος, σύμφωνα με τις εποικοδομιστικές θεωρίες μάθησης, αποτελεί διαφορετική αλλά ισότιμη άποψη που έχει νόημα για εκείνον που την προτείνει και, επομένως, πρέπει να αντιμετωπίζεται από τον εκπαιδευτικό ως ευκαιρία για μάθηση (Cobb, 1991). Από αυτή τη θεώρηση, η μάθηση αντιμετωπίζεται ως δικαίωμα όλων των μαθητών και οι εκπαιδευτικοί έχουν το καθήκον να δημιουργούν περιβάλλοντα μάθησης τα οποία να δίνουν ευκαιρίες στους μαθητές να εξελιχθούν και να τροποποιήσουν τις απόψεις τους. Για το σκοπό αυτόν, κρίνεται σκόπιμη η ενεργητική εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες που σχετίζονται με προβλήματα της καθημερινής ζωής, τους δημιουργούν ισχυρό εσωτερικό κίνητρο και ανταποκρίνονται στο γνωστικό τους επίπεδο (Von Glaserfeld, 1987). Επιπλέον, οι ανοικτές και διερευνητικές δραστηριότητες οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα πολλαπλών επιλύσεων στους μαθητές παρέχουν σε αυτούς την ευκαιρία να εκφράσουν τις ατομικές τους διαφορές στη μάθηση (Hadas & Arcavi, 1997). Ο ρόλος του καθηγητή δεν είναι να επιβραβεύει τις σωστές ή να διορθώνει τις λαθεμένες επιλύσεις των μαθητών του. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να αναγνωρίζει ότι τα παιδιά δεν αποτελούν μικρογραφία των ενηλίκων, αλλά σκέπτονται με διαφορετικό τρόπο από αυτούς και ότι τα μαθηματικά του δασκάλου είναι διαφορετικά από αυτά τα οποία ο κάθε μαθητής κατασκευάζει (Steffe & Kieren, 1994).

Ως εκ τούτου, ο εκπαιδευτικός πρέπει να διερευνά και να δημιουργεί μοντέλα για τις αφετηρίες στις οποίες βρίσκονται οι μαθητές του και να βρίσκει τρόπους ώστε να τους δίνει ευκαιρίες να αυτοδιορθώνονται και να κατασκευάζουν τη γνώση τους μέσα από τις δικές τους γνωστικές λειτουργίες, όπως επίσης να τους προσφέρει ευκαιρίες για μαθηματικές γενικεύσεις και επεκτάσεις. Ιδιαίτερα σημαντικός χαρακτηρίζεται ο ρόλος της επικοινωνίας και της διαπραγμάτευσης των απόψεων των μελών μιας ομάδας στα πλαίσια της προσπάθειας ανακατασκευής σημασιών των μαθηματικών εννοιών (Bauerfeld, 1988). Επιπλέον, αναγνωρίζεται ο ρόλος του αναστοχασμού του μαθητή στις ενέργειές του, όπως και της γνωστικής σύγκρουσης μεταξύ των ενεργειών του μαθητή και των αποτελεσμάτων τους ως εργαλείων για την τροποποίηση των απόψεών του (Von Glaserfeld, 1987). Διακρίνεται, επίσης, ο ρόλος των υλικών μέσων και, ειδικότερα, του εκπαιδευτικού λογισμικού πολλαπλών

αναπαραστάσεων ως περιβαλλόντων τα οποία παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να εκφράσουν τις ατομικές τους διαφορές στη μάθηση (Bednarz & Belanger, 1987). Ειδικότερα, αναγνωρίζεται η σημασία των εικονικών αναπαραστάσεων, με τη χρήση των οποίων ορισμένες φορές είναι ευκολότερη η έκφραση της μαθηματικής γνώσης των μαθητών (Sutherland, 1995).

Στη δεκαετία του 1980 σχεδιάστηκαν προγράμματα εκπαιδευτικού λογισμικού τα οποία εισήγαγαν νέες διαστάσεις στην εκπαίδευση. Τέτοια προγράμματα ήταν εκείνα τα οποία στηρίζονταν σε γλώσσες προγραμματισμού όπως η γλώσσα Logo, οι προσομοιώσεις και οι μικρόκοσμοι. Η έννοια του μικρόκοσμου χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον Papert (1980), ο οποίος υποστήριξε ότι οι μικρόκοσμοι αποτελούν «μικρά πεδία πιαζετιανών μαθηματικών» (mini domains of Piagetian Mathematics). Σε αυτούς τους χώρους είναι δυνατός ο αναστοχασμός και η αφαίρεση, η οποία οδηγεί στην ανάπτυξη νέων λογικομαθηματικών δομών. Ο όρος «πιαζετικά μαθηματικά» χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να δοθεί έμφαση στον ενεργητικό και κατασκευαστικό χαρακτήρα των μαθηματικών, σε αντιπαράθεση με τα σχολικά μαθηματικά. Ένας μικρόκοσμος, βασικά, αποτελεί έναν εννοιολογικό χώρο (Hiler, 1992) ο οποίος συνίσταται από τις ακόλουθες αλληλοσχετιζόμενες ουσιαστικές δυνατότητες:

1. Ένα σύνολο από βασικά αντικείμενα, στοιχειώδεις λειτουργίες που μπορούν να επιδράσουν σε αυτά και κανόνες που εκφράζουν τους τρόπους με τους οποίους οι λειτουργίες επιδρούν σε αυτά τα αντικείμενα. Το σύνολο αυτό αποτελεί συνήθη δομή ενός τυπικού συστήματος από μια μαθηματική οπτική (Balacheff & Kaput, 1996).
2. Ένα φαινομενολογικό χώρο ο οποίος συνδέει αντικείμενα και ενέργειες επί των εννοιολογικών αντικειμένων με τα φαινόμενα στην οθόνη του υπολογιστή. Αυτό το φαινομενολογικό πεδίο καθορίζει τον τύπο της ανατροφοδότησης που ο μικρόκοσμος παρέχει, σε συνάρτηση με τις ενέργειες και τις αποφάσεις του χρήστη (Balacheff & Kaput, 1996). Ο εννοιολογικός χώρος, σύμφωνα με τον Vergnaud (1983), αποτελείται «από ένα εκτεταμένο σύνολο καταστάσεων για το χειρισμό διαφορετικών διασυνδεδεμένων εννοιών, διαδικασιών και αναπαραστάσεων».

Επιπλέον, ένας μικρόκοσμος παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης των υπολογιστικών αντικειμένων με σχέσεις (Laborde et al., 1990). Η δυνατότητα

δημιουργίας νέων λειτουργιών (μακροκατασκευών) από το συνδυασμό ήδη υπαρχόντων ενυπάρχει επίσης στον ορισμό του μικρόκοσμου. Από αυτή την άποψη, μπορεί κανείς να υποστηρίξει ότι ένας μικρόκοσμος αναπτύσσεται παράλληλα με τη γνώση του μαθητή (Hoyles, 1993). Ένας μικρόκοσμος παρέχει τη δυνατότητα στο μαθητή να διερευνά ταυτόχρονα τη δομή των αντικειμένων με τα οποία αλληλεπιδρά, τις σχέσεις τους και την αναπαράσταση από την οποία έχουν δημιουργηθεί (Hoyles, 1993). Τα αντικείμενα των μικρόκοσμων θεωρούνται ως ενδιάμεσα αντικείμενα μεταξύ των συγκεκριμένων, άμεσα διαχειρίσιμων και των αφηρημένων συμβολικών αντικειμένων (Hoyles, 1993). Αυτά τα περιβάλλοντα μπορούν να συνδυάσουν τις δυνατότητες ανάπτυξης της εμπειρικής λογικής σκέψης και της παραγωγικής λογικής και, ως εκ τούτου, αποτελούν περιοχές που υπόσχονται πολλά για το μέλλον της διδασκαλίας και της μάθησης (Balacheff & Kaput, 1996). Τα τελευταία χρόνια έχουν κατασκευαστεί αρκετοί μικρόκοσμοι για την εκμάθηση μαθηματικών εννοιών. Ο μικρόκοσμος Cabri – geometry (Laborde, 1990) αποτελεί ένα δυναμικό περιβάλλον για τη μάθηση γεωμετρικών εννοιών.

Το πρόγραμμα Cabri – geometry II αποτελεί ένα περιβάλλον λογισμικού το οποίο δεν περιορίζεται να υποστηρίξει απλώς μια εναλλακτική διδασκαλία με τη χρήση υπολογιστή, αλλά υποστηρίζει την ανάπτυξη μιας διερευνητικής προσέγγισης στη διδασκαλία και στη μάθηση της γεωμετρίας. Αποτελείται από ένα πακέτο ισχυρών και προσεκτικά κατασκευασμένων υπολογιστικών εργαλείων για τη δημιουργία γεωμετρικών δραστηριοτήτων και εφαρμογών, η λειτουργία του οποίου βασίζεται στην αμφίδρομη σχέση με το χρήστη. Επιτρέπει τόσο την κατασκευή όσο και τη μελέτη γεωμετρικών αντικειμένων, δίνοντας με αυτό τον τρόπο κίνητρα στο μαθητή προκειμένου να επεκτείνει τις αναζητήσεις του στο χώρο της γεωμετρίας.

Το πρόγραμμα Cabri – geometry II δημιουργήθηκε από τους Jean-Marie Laborde και Frank Bellemain στο Institut d' Informatique et Mathematiques Appliquees de Grenoble (IMAG), ένα ερευνητικό εργαστήριο στο Πανεπιστήμιο Joseph Fourier στη Grenoble της Γαλλίας, σε συνεργασία με το Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Το πρόγραμμα Cabri II προέρχεται από ομάδα επιστημόνων που ανήκουν στο χώρο της πληροφορικής, των

μαθηματικών, όπως και της διδακτικής των μαθηματικών, με στόχο να προσφέρει νέα, δυναμική προσέγγιση στη μάθηση της γεωμετρίας.

Το πρόγραμμα Cabri διαθέτει βασικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλα προγράμματα διδασκαλίας των μαθηματικών, και ιδιαίτερα της γεωμετρίας.

Συγκεκριμένα:

- Πρόκειται για ένα πακέτο γεωμετρίας το οποίο διαθέτει στοιχεία υψηλής αλληλεπίδρασης.
- Αποτελεί δυναμικό περιβάλλον μάθησης από την άποψη ότι οι μορφές των σχημάτων δύνανται να μεταβάλλονται ενώ ορισμένες ιδιότητές τους παραμένουν αμετάβλητες. Δηλαδή ο δυναμικός χαρακτήρας του περιβάλλοντος αφορά τη δυνατότητα εμφάνισης στην οθόνη του υπολογιστή απειρίας ψηφιακών γραφικών αναπαραστάσεων μιας γεωμετρικής κατασκευής που δημιουργείται από το συνδυασμό απλών στοιχειωδών κατασκευών που υπάρχουν στο περιβάλλον διεπαφής (interface) του μικρόκοσμου. Η απειρία αυτών των σχημάτων αποτελεί κλάση ισοδυναμίας σχημάτων τα οποία έχουν ορισμένες κοινές ιδιότητες. Εκπρόσωπο αυτής της κλάσης αποτελεί κάθε σχήμα το οποίο κατασκευάζεται στην οθόνη του υπολογιστή. Κάθε σχήμα είναι άμεσα διαχειρίσιμο από το μαθητή με χρήση του συρσίματος (dragging), το οποίο είναι διαθέσιμο από το πρόγραμμα. Μέσω της άμεσης διαχείρισης, μια απειρία σχημάτων με κοινές ιδιότητες είναι δυνατόν να απεικονίζονται γραφικά στην οθόνη του υπολογιστή, δίνοντας την ευκαιρία στο μαθητή να κατασκευάσει αφηρημένες έννοιες που σχετίζονται με αυτές τις ιδιότητες (Laborde, 1990).
- Οι ενέργειες του μαθητή συνοδεύονται, στην πλειονότητά τους, από γραφική (εικονική) ψηφιακή ανατροφοδότηση. Ο ρόλος της εικόνας έχει αναφερθεί ως υποστηρικτικός στη δημιουργία νοερών εικόνων οι οποίες θεωρείται ότι αποτελούν βασικό στοιχείο της νοητικής ανάπτυξης του ατόμου (Sutherland, 1995). Ειδικότερα, επισημαίνεται η αλληλεπίδραση της εικόνας με την έννοια στην ανάπτυξη της γεωμετρικής λογικής (Mariotti, 1995).
- Το πρόγραμμα Cabri II αποτελεί ένα ανοικτό περιβάλλον μάθησης το οποίο διαθέτει εργαλεία στο μαθητή προκειμένου να μπορεί να επιλύει προβλήματα. Η σημασία της επίλυσης προβλημάτων στην ανάπτυξη της

μαθηματικής σκέψης των παιδιών έχει περιγραφεί (Von Glaserfeld, 1987).

- Η δυνατότητα του περιβάλλοντος να καταγράφει βήμα βήμα το ιστορικό των ενεργειών του χρήστη αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για το δάσκαλο, το μαθητή αλλά και τον ερευνητή, ώστε να βγάλουν συμπεράσματα για τη διαδικασία της μάθησης η οποία πιθανώς συντελέστηκε σε αυτό το περιβάλλον, και, ως εκ τούτου, δίνει νέες δυνατότητες διαμεσολάβησης μεταξύ δασκάλου και μαθητή (Mariotti & Bussi, 1998).
- Το ανοικτό περιβάλλον Cabri II μπορεί να υποστηρίξει τη διεπιστημονική προσέγγιση στη μάθηση της γεωμετρίας. Η σημασία της διεπιστημονικής προσέγγισης, όπως και γενικότερα του πλαισίου συμφραζομένων στο οποίο συντελείται η μάθηση έχει αναφερθεί (Noss & Hoyles, 1992).
- Στο περιβάλλον Cabri II, είναι δυνατόν ο μαθητής να προσεγγίζει γεωμετρικά θέματα με έναν ποιοτικό τρόπο, δηλαδή χωρίς τη χρήση αριθμών. Αυτή η δυνατότητα τον βοηθά να προσεγγίσει αρχικά τις έννοιες ποιοτικά και στη συνέχεια να προχωρήσει σε πιο ποσοτικές προσεγγίσεις.
- Το περιβάλλον Cabri II χωρίς να διαθέτει ένα σύστημα ελέγχου της ορθότητας των απαντήσεων του μαθητή του παρέχει εργαλεία τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει για αυτοδιόρθωση.
- Το περιβάλλον Cabri II, δε μένει στατικό, αλλά μπορεί να εξελίσσεται παράλληλα με το χρήστη. Η εξέλιξη αυτή είναι δυνατή μέσα από τη δημιουργία νέων λειτουργιών (μακροκατασκευών), η οποία δίνει στο πρόγραμμα μια δυναμική διάσταση διότι το εμπλουτίζει κάθε φορά με νέα εργαλεία, τα οποία κατασκευάζονται από το χρήστη. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να τοποθετούνται μόνιμα ως νέες δυνατότητες στο περιβάλλον διεπαφής του μικρόκοσμου. Με τις λειτουργίες αυτές είναι εφικτό να υλοποιείται μια μαθηματική γεωμετρική κατασκευή αυτόματα, όπως, για παράδειγμα, η διάμεσος ή η τομή στα ύψη ενός τριγώνου. Αυτή η κατασκευή φυλάσσεται από τον υπολογιστή ως γενική διαδικασία η οποία κρίνεται επαναλήψιμη σε άλλα σχήματα του ίδιου τύπου με τα αρχικά.

- Η «διερεύνηση ιδιοτήτων», που διαθέτει το πρόγραμμα Cabri II, επιτρέπει τις λύσεις προβλημάτων οι οποίες βασίζονται στα πέντε ευκλείδια αξιώματα.
- Επιτρέπει στο χρήστη να αποφασίσει την κατάλληλη διάταξη των περιεχομένων, έτσι ώστε να εμφανίζονται μόνο τα σχετικά με την εκάστοτε εφαρμογή εργαλεία.
- Στοιχεία τα οποία οδηγούν στην κατασκευή σχημάτων μπορούν να ενταχθούν σε οποιαδήποτε λίστα περιεχομένων, π.χ. τα fractal μπορούν να κατασκευαστούν ευκολότερα με τη βοήθεια των macro.

Βασικά πεδία αναφοράς

Το πρόγραμμα Cabri – geometry II δίνει την ευκαιρία προσέγγισης μιας σειράς θεμάτων τα οποία αφορούν τη γεωμετρία. Συγκεκριμένα, βασικά πεδία αναφοράς είναι τα εξής:

- Αναλυτική και ευκλείδια γεωμετρία, όπως και γεωμετρικοί μετασχηματισμοί σε περιβάλλον υψηλής αλληλεπίδρασης.
- Άμεση κατασκευή σημείων, ευθειών, ευθύγραμμων τμημάτων, τριγώνων, πολυγώνων, κύκλων και άλλων βασικών σχημάτων.
- Μεταφορά, μεγέθυνση και περιστροφή γεωμετρικών σχημάτων γύρω από γεωμετρικά κέντρα και προσδιορισμένα σημεία και, επιπλέον, ανάκλαση, συμμετρία και αντιστροφή.
- Εύκολη κατασκευή κωνικών σχημάτων, ελλείψεων και υπερβολών.
- Διερεύνηση γραφικών παραστάσεων υψηλού επιπέδου στην προβολική και υπερβολική γεωμετρία.
- Σχολιασμός τιμών και μετρήσεις (με αυτόματη αρχειοθέτηση).
- Συστήματα καρτεσιανών και πολικών συντεταγμένων.
- Ο χρήστης μπορεί να επιδείξει τις ιδιότητες των γεωμετρικών σχημάτων, των περιεχόμενων ευθειών, των κύκλων, των ελλείψεων και των συντεταγμένων των σημείων.
- Ο χρήστης είναι σε θέση να δημιουργήσει macro για σημαντικές ή συχνά επαναλαμβανόμενες γεωμετρικές κατασκευές.

- Ο καθηγητής μπορεί να καταρτίσει λίστα περιεχομένων, η οποία θα περιλαμβάνει τα θέματα στα οποία επιθυμεί να επικεντρώσει το ενδιαφέρον και την εξάσκηση των μαθητών του.
- Δυνατότητα διερεύνησης γεωμετρικών ιδιοτήτων για υποθέσεις ασκήσεων που βασίζονται στα πέντε ευκλείδια αξιώματα.
- Γραφικός προσδιορισμός γεωμετρικών τόπων.
- Αντικείμενα που χρησιμοποιούνται για τις κατασκευές μπορούν να μετακινηθούν και να αποκρυφθούν για να περιοριστεί η επιβάρυνση της οθόνης.
- Οι παλέτες των χρωμάτων και των γραμμών διευκολύνουν τη διαφοροποίηση των σχημάτων.
- Υλικό animation αναδεικνύει τα δυναμικά χαρακτηριστικά των σχημάτων.
- Κατασκευές και macro μπορούν να αποθηκευθούν στο σκληρό δίσκο.
- Επιφάνεια εργασίας ενός τετραγωνικού μέτρου: επιτρέπει την εκτύπωση επιφάνειας σχεδίου $8 \frac{1}{2} * 11$.

Η γνώση και ο έλεγχος των διαδικασιών βασικών κατασκευών επιτρέπει στην αντιμετώπιση του και το παρατηρητικό εργαλείο: *Student - geometry 2*

Σύμφωνα με τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης, η εμπλοκή του ατόμου στην επίλυση εμπειρικών προβλημάτων θεωρείται βασική στην κατασκευή της γνώσης του. Από αυτή τη θεώρηση, η αξία των γνωστικών δομών του ατόμου καθορίζεται από το κατά πόσον αυτές ταιριάζουν με την εμπειρία του και από το κατά πόσον είναι βιώσιμες, δηλαδή κατά πόσον μπορούν να λύσουν προβλήματα. Η οικοδόμηση γνώσης μέσα από την εμπειρία συνίσταται στη δυνατότητα εξεύρεσης βασικών στοιχείων της τα οποία είναι χρήσιμο κάποιος να αποφεύγει ή να επαναλαμβάνει. Για να μπορέσει το άτομο να μάθει μέσα από την εμπειρία του, θα πρέπει να παρατηρήσει και να οργανώσει τα γεγονότα που την αποτελούν χωρίζοντάς τα σε μέρη. Η ταξινόμηση των γεγονότων θα γίνει με κάποια κριτήρια, τα οποία επιλέγει το άτομο και τα οποία αφορούν ομοιότητες ή διαφορές των γεγονότων. Στη συνέχεια, θα πρέπει να γίνει ερμηνεία της εμπειρίας από την άποψη της πρόβλεψης των αναμενόμενων αποτελεσμάτων σε μελλοντικές παρόμοιες καταστάσεις. Εάν μέσα από αυτή την οργάνωση της εμπειρίας ένα συμπέρασμα φανεί χρήσιμο, τότε σημαίνει ότι αυτή η οργάνωση

είναι βιώσιμη, δε θα μπορούσε να γίνει με άλλο τρόπο, και σημαίνει ότι το άτομο κατανόησε κάτι από τον πραγματικό κόσμο. Η οργάνωση της εμπειρίας έτσι ώστε να μας επιτρέπει τη διατύπωση έγκυρων προβλέψεων σημαίνει κατανόηση, σύμφωνα με τη γνωσιοθεωρητική τοποθέτηση του εποικοδομισμού. Έτσι, η αλήθεια της γνώσης δεν εξαρτήθηκε από το κατά πόσον εκφράζει μια «πραγματικότητα», της οποίας το περιεχόμενο ορίζεται από εξωτερικούς και ανεξάρτητους από το άτομο παράγοντες, αλλά από το κατά πόσον εκφράζει οργάνωση και δομή σε γεγονότα τα οποία προέρχονται από την εμπειρία και μπορούν να παρατηρηθούν.

Η αποδοχή της σημασίας του πειραματισμού σε καταστάσεις επίλυσης προβλήματος είναι αποδεκτή και στα μαθηματικά, τα οποία πολλές φορές υπάρχει η τάση να εμφανίζονται ως η πλέον αλάνθαστη και αμετάβλητη επιστήμη. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται ότι «τα μη τυποποιημένα, μισοεμπειρικά μαθηματικά δεν αναπτύσσονται μέσα από μια μονότονη αύξηση ενός αριθμού βέβαιων και καθιερωμένων θεωρημάτων αλλά από τη συνεχή βελτίωση των υποθέσεων, ύστερα από διαλογισμό και κριτική με τη λογική, την απόδειξη και την αναίρεση» (Villarreal, 1997).

Στο περιβάλλον Cabri – geometry II οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να πειραματιστούν προκειμένου να πραγματοποιήσουν μια γεωμετρική κατασκευή ή να προβληματιστούν για το τι είναι δυνατόν να συμβαίνει σε ένα γεωμετρικό πρόβλημα και να διατυπώσουν εικασίες – προβλέψεις – γενικεύσεις. Η διατύπωση αυτών των προτάσεων μπορεί να γίνει με βάση εμπειρικά δεδομένα τα οποία είναι δυνατόν να απεικονίζονται στην οθόνη του υπολογιστή. Η δυνατότητα εξεικόνισης στην οθόνη του υπολογιστή μιας απειρίας σχημάτων που ανήκουν στην ίδια κλάση ισοδυναμίας (με κριτήριο ορισμένες ιδιότητές τους) δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να διατυπώσουν εικασίες τεκμηριωμένες με εμπειρικά δεδομένα γι' αυτές τις ιδιότητες. Μέσα από την πειραματική διαδικασία ο μαθητής αποκτά σιγουριά για το τι είναι αυτό που συμβαίνει και αποζητά πλέον τρόπους προκειμένου να το αποδείξει. Βεβαίως, απομένει να κατακτηθεί από το μαθητή η δυνατότητα της απόδειξης των εικασιών του. Οι μαθητές μέσα από τον πειραματισμό τους, παράλληλα με τις προσπάθειές τους για την ανάπτυξη μεθόδων απόδειξης, είναι δυνατόν να συνδυάσουν την επαγωγική και την παραγωγική μέθοδο στα πλαίσια της καλλιέργειας της γεωμετρικής τους λογικής.

Η μαθηματική γνώση δεν πρέπει να θεωρείται ότι περιορίζεται στη δυνατότητα ανάκλησης πληροφορίας από κάποιο αποθηκευτικό χώρο, όπως είναι η μνήμη του ατόμου, αλλά καλό είναι να συνδέεται με τη δυνατότητα κατασκευής νέων αποτελεσμάτων. Το τι θεωρείται, βέβαια, νέο εξαρτάται από εκείνον που το πραγματοποιεί. Για παράδειγμα, κάτι καινούριο που κατασκευάζεται από ένα μαθητή δεν είναι κατ' ανάγκη καινούριο και για τον καθηγητή του, κάποιον ενήλικα ή ερευνητή. Σύμφωνα με τον Piaget, η μαθηματική γνώση είναι περισσότερο λειτουργική παρά εικονική. Η λειτουργική πλευρά της σκέψης δεν προέρχεται από την αναφορά σε στατικές καταστάσεις αλλά από μετασχηματισμούς καταστάσεων, και κυρίως καταστάσεων όπου δημιουργείται κάτι καινούριο (Piaget, 1970b). Από αυτή την άποψη, η σημασία πρέπει να δίνεται στη διαδικασία και στην προσπάθεια κατασκευής αυτής της υποκειμενικής γνώσης και όχι μόνο στα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας. Η πρώτη εμφάνιση της λειτουργικής σκέψης γίνεται μέσα από τις ενέργειες του ατόμου στα πλαίσια μιας δραστηριότητας που έχει ορισμένο στόχο. Τις ενέργειες του ατόμου ακολουθεί κάποια αφαιρετική απλή λειτουργία που απορρέει από τα αντικείμενα και μια αφαιρετική λειτουργία που προέρχεται από τον αναστοχασμό του ατόμου, σε συνδυασμούς των ενεργειών του (Piaget, 1970b). Με τη διαδικασία αυτή, δημιουργούνται οι γνωστικές λειτουργίες. Οι λειτουργίες αποτελούν ενέργειες που έχουν εσωτερικευτεί από το άτομο, είναι αντιστρέψιμες, έχουν κάτι το αμετάβλητο και αποτελούν μέρος ενός συστήματος λειτουργιών. Για τον Piaget (1970b) ένα σχήμα (scheme) αποτελείται από τα επαναλαμβανόμενα και γενικεύσιμα χαρακτηριστικά που προέκυψαν από τις ενέργειες του ατόμου.

Το Cabri – geometry II αποτελεί περιβάλλον το οποίο δεν παρουσιάζει πληροφορική γνώση στο μαθητή, αλλά του διαθέτει βασικά γεωμετρικά εργαλεία προκειμένου να κατασκευάζει ενεργητικά τη γνώση του. Οι ενέργειες του μαθητή αφορούν τη χρήση των διατιθέμενων εργαλείων για τη δημιουργία γεωμετρικών κατασκευών. Η χρήση αυτών των εργαλείων υπόκειται στους περιορισμούς και στις ελευθερίες που έχει δώσει ο σχεδιαστής του περιβάλλοντος. Επιπλέον, το

είδος των γεωμετρικών κατασκευών επηρεάζεται από το είδος των εργαλείων που προσφέρονται.

Ο μικρόκοσμος Cabri – geometry II παρέχει στο μαθητή δυνατότητες υψηλής αλληλεπίδρασης, ενώ το σύνολο σχεδόν των ενεργειών του συνοδεύονται από εικονική ανατροφοδότηση ή από λεκτικά μηνύματα, ώστε να μην αισθάνεται χαμένος στο περιβάλλον. Οι δυνατότητες αυτές μπορούν να δώσουν ευκαιρίες στο μαθητή για «δραστήρια» μάθηση (Clements, 1989). Στα παραδοσιακά αδρανή περιβάλλοντα, όπως το περιβάλλον χαρτί – μολύβι, ή στα φυσικά αντικείμενα ο μαθητής μπορεί να πραγματοποιήσει ενέργειες οι οποίες, όμως, δε συνδέονται με κάποια αποτελέσματα και, επιπλέον, βρίσκονται σε απόσταση από τις μαθηματικές τους σημασίες (Healy & Hoyles, 1997). Οι διαφορές ανάμεσα στα «αδρανή» και στα δυναμικά αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα ενεργοποιούν διαφορετικούς τρόπους σκέψης και, εξάλλου, σηματοδοτούν την αργή αλλά βαθιά ιστορική εξέλιξη που οδηγεί στο κατώφλι μιας νέας εκπαιδευτικής εποχής (Karut, 1994). Η πλήρης εκμετάλλευση των αυτοεκφραστικών ικανοτήτων των ηλεκτρονικών υπολογιστών παρέχει δυνατότητες σύνδεσης της εικονικής με τη συμβολική πληροφορία (Healy & Hoyles, 1997).

Η σημασία του αναστοχασμού στη μάθηση του ατόμου στο το περιβάλλον αλληλεπιδραστικού Cabri – geometry II

Η λειτουργική γνώση είναι αποτέλεσμα αναστοχασμού, ο οποίος, ενώ δεν είναι παρατηρήσιμος, έχει παρατηρήσιμα αποτελέσματα. Ως αναστοχασμός ορίζεται από τον Locke, όπως αναφέρει ο Von Glaserfeld (1987), η ικανότητα του νου να παρατηρεί τις λειτουργίες του. Ο αναστοχασμός είναι προαπαιτούμενο στάδιο της ερμηνευτικής διαδικασίας μιας κατάστασης που συνίσταται από εμπειρίες. Η ερμηνευτική διαδικασία στοχεύει στο να βοηθήσει το άτομο προκειμένου να απαντήσει τι έγινε και γιατί έγινε. Για την απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι περισσότερες από μία πιθανότητες ερμηνείας της εμπειρικής κατάστασης και θα πρέπει πολύ προσεκτικά και ορθολογιστικά να γίνεται η επιλογή της ερμηνευτικής διάστασης της εμπειρίας. Προκειμένου να είναι δυνατή η ερμηνευτική διαδικασία, θα πρέπει το άτομο να αναστοχαστεί σε όλο το εμπειρικό υλικό, αφού αυτό έχει ταξινομηθεί όπως αναφέρθηκε προηγούμενα.

Ο αναστοχασμός κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της μάθησης είναι απαραίτητος στο μαθητή προκειμένου να ελέγχει ή να παρακολουθεί τη δραστηριότητα, να ξέρει τι κάνει και γιατί κάτι είναι σωστό, έτσι ώστε να τη φέρει σε πέρας. Επιπλέον, ο αναστοχασμός καθίσταται απαραίτητος και στο δάσκαλο, ο οποίος πρέπει να διερευνά, ώστε δυναμικά να προσδιορίζει το αφηρητικό εννοιολογικό σημείο στο οποίο βρίσκεται ο μαθητής, και να μελετά την εξεύρεση ευκαιριών, ώστε να δίνει δυνατότητες στο μαθητή να κατασκευάσει κάθε φορά μαθηματική γνώση.

Η διαδικασία του αναστοχασμού απαιτεί προσπάθεια, διότι στα μαθηματικά πολλές φορές χρειάζεται αφαιρετική διεργασία σε επίπεδα στα οποία ήδη έχει προηγηθεί αφαίρεση. Η επιτυχής προσπάθεια αναστοχασμού απαιτεί ισχυρό κίνητρο. Τέτοιο ισχυρό κίνητρο δεν αποτελεί η επιβράβευση της ορθότητας μιας προσπάθειας από τρίτους, π.χ. από τον καθηγητή, αλλά η ικανοποίηση που προέρχεται από τη δημιουργία εσωτερικού κινήτρου στο μαθητή.

Η εικονική ανατροφοδότηση των ενεργειών του ατόμου αποτελεί πολύ ισχυρό διδακτικό εργαλείο, διότι το βοηθά να αποκτήσει πλήρη επίγνωση της εμπειρίας του και να αναστοχάζεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί να κάνει υψηλού επιπέδου έλεγχο στις πράξεις του. Ο υπολογιστής ίσως είναι το μοναδικό μέσο το οποίο επιτρέπει στο μαθητή να κατασκευάσει γραφικές αναπαραστάσεις, να βλέπει τα αποτελέσματα των κατασκευών του, να τα διαχειρίζεται και να τα τροποποιεί δημιουργώντας πιο έξυπνους και πολύπλοκους σχεδιασμούς. Η εικονική ανατροφοδότηση η οποία συνοδεύει το σύνολο σχεδόν των ενεργειών του μαθητή στο περιβάλλον Cabri – geometry II μπορεί να αποτελέσει πολύ αποδοτικό τρόπο εικονικής επικοινωνίας των μαθηματικών ιδεών των παιδιών. Η Sutherland (1995) υποστηρίζει ότι ένας λόγος που τα παιδιά δυσκολεύονται στο σχολείο είναι ότι δεν τους δίνεται η ευκαιρία να επικοινωνούν με εικονικό τρόπο τις μαθηματικές τους ιδέες.

Η Laborde (1992) επισημαίνει τη σημασία της αισθητηριακής αντίληψης στη λύση των γεωμετρικών προβλημάτων. Η αισθητηριακή αντίληψη και μόνον δε φτάνει για την επίλυση ενός γεωμετρικού προβλήματος. Στην περίπτωση του εκπαιδευτικού λογισμικού Cabri – geometry II, η εικονική ανατροφοδότηση, σε συνδυασμό με τη δυνατότητα μεταβολής του σχήματος στην οθόνη του υπολογιστή, διατηρώντας παράλληλα τις βασικές του ιδιότητες, διαμορφώνει ένα νέο είδος αισθητηριακής αντίληψης. Αυτή η ανατροφοδότηση δεν είναι μόνο

αισθητηριακή, αλλά περιέχει και πληροφορία που μπορεί να βοηθήσει το μαθητή να ελέγξει την αλήθεια των υποθέσεων τις οποίες έκανε σχετικά με τις ιδιότητες του σχήματος όταν αυτό βρισκόταν σε μια αρχική κατάσταση. Αναφερόμενοι στο ρόλο της ανατροφοδότησης, οι Noss & Hoyles (1992) υποστηρίζουν ότι, ανάλογα με το είδος της (ποιοτική ή ποσοτική ανατροφοδότηση), βοηθά το μαθητή να πραγματοποιήσει ποιοτικούς ή ποσοτικούς ελέγχους στις στρατηγικές που αναπτύσσει.

Τα αποτελέσματα των εκπαιδευτικών ερευνών άρχισαν να υπονομεύουν τα θεμέλια του συμπεριφοριστικού μοντέλου μάθησης (Von Glaserfeld, 1987). Ο μύθος της απόλυτης αλήθειας για μια πραγματικότητα που έχει το ίδιο νόημα και την ίδια σημασία για όλους τους ανθρώπους φαίνεται να καταρρίπτεται. Οι μαθητές φαίνεται να μην καθρεφτίζουν τις πληροφορίες που τους παρέχονται μέσα από τις διδακτικές παρεμβάσεις, αλλά να τις επεξεργάζονται και να προκύπτουν διαφορετικά αποτελέσματα από τα προβλεπόμενα. Φαίνεται ότι κάθε μαθητής μέσα από τις δικές του γνωστικές λειτουργίες επεξεργάζεται τις πληροφορίες που του παρέχονται και, γι' αυτόν το λόγο, οι αντιλήψεις για τα διάφορα θέματα διαφέρουν από άνθρωπο σε άνθρωπο. Επιπλέον, οι μαθητές φαίνεται να μην έρχονται με άδεια κεφάλια στο σχολείο, ενώ πολλές μελέτες διερευνούν τις πρότερες αντιλήψεις τους, ώστε να βρεθούν οι κατάλληλες διαδικασίες για την τροποποίησή τους (Kember & Murphy, 1990).

Από τη θεωρία του σχήματος απορρέει ότι το παιδί δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως η μικρογραφία ενός ενήλικα. Οι αντιλήψεις δηλαδή των παιδιών δεν μπορούν να θεωρηθούν ως μη τελειοποιημένες αντιλήψεις των ενηλίκων. Αυτές οι αντιλήψεις έχουν κατασκευαστεί μέσα από διαφορετικές ενέργειες, σε διαφορετικές καταστάσεις και δραστηριότητες. Ο αισθησιοκινητικός αντιληπτικός κόσμος των παιδιών διαφέρει από τον κόσμο των ενηλίκων. Ο κόσμος αυτός είναι ο κόσμος που το παιδί έχτισε μέσα από τις εμπειρίες του (Confrey, 1995). Επιπλέον, οι λέξεις που χρησιμοποιούν τα παιδιά μπορεί να παρουσιάζονται ίδιες με τις λέξεις που χρησιμοποιούν οι ενήλικες, όμως «η νοητική διαδικασία η οποία παράγεται στο παιδί με τη βοήθεια της γλώσσας δε συμπίπτει με τις πράξεις που υλοποιούν τη νοητική διαδικασία του ενήλικου κατά την εκφορά της ίδιας λέξης»

(Vygotsky, 1988). Ο διαφορετικός τρόπος με τον οποίο σκέφτονται τα παιδιά, όπως και η προσφορά της παιδικής εφευρετικότητας έχει αναγνωρισθεί (Confrey, 1995). Η αναγνώριση αυτή έχει επίδραση στο ότι ολοένα και περισσότεροι ερευνητές διερευνούν τη μαθησιακή διαδικασία από την άποψη εκείνου που μαθαίνει (Confrey, 1995) και όχι από μια αριστοκρατική προσέγγιση του καθηγητή ή του ερευνητή για το πώς αναμένεται να συντελεστεί η μάθηση. Μετακινείται δηλαδή η έμφαση από τη διδασκαλία στη μάθηση. Η αναγνώριση του διαφορετικού τρόπου σκέψης των παιδιών επιδρά και στον τρόπο διδασκαλίας, καθώς ο δάσκαλος πρέπει να διαχωρίσει τα δικά του μαθηματικά από τα μαθηματικά του παιδιού. Επιπλέον, το μοντέλο του δασκάλου για τα μαθηματικά του παιδιού εκφράζει το πώς ο δάσκαλος μέσα από τις δικές του εμπειρίες ερμηνεύει τα μαθηματικά του παιδιού και όχι τα μαθηματικά που πράγματι το παιδί κατασκευάζει (Cobb & Steffe, 1983). Η αντιμετώπιση των ιδιαιτεροτήτων των μαθητών στη μάθηση αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της μαθηματικής εκπαίδευσης, απασχολεί κάθε εκπαιδευτικό και, ουσιαστικά, παραμένει ένα ανοικτό ζήτημα, το οποίο δεν αντιμετωπίζεται στην καθημερινή τάξη. Συνήθως, οι εκπαιδευτικοί επαναλαμβάνουν ή απλοποιούν αυτό που θέλουν να διδάξουν, ενώ τρέχουν να φέρουν σε πέρας την ύλη που προβλέπει το εκάστοτε αναλυτικό πρόγραμμα.

Η ποικιλία των εργαλείων τα οποία παρέχονται στο μαθητή από το περιβάλλον Cabri – geometry II του δίνουν την ευκαιρία να κατασκευάσει τις δικές του στρατηγικές επίλυσης, σύμφωνα με τις ιδιαιτερότητές του στη μάθηση. Βέβαια, οι στρατηγικές αυτές επηρεάζονται από τη διαθεσιμότητα και τον τρόπο υλοποίησης των εργαλείων στο περιβάλλον, το οποίο όμως είναι αρκετά ανοικτό ώστε να επιτρέπει πολλαπλές στρατηγικές επίλυσης. Επιπλέον, η δυνατότητα μελέτης πολλαπλών μορφών αναπαραστάσεων μιας έννοιας μέσα από εικονικά ή αριθμητικά δεδομένα ή γραφικές αναπαραστάσεις δίνει ευκαιρίες στους μαθητές να εκφράσουν τις ιδιαιτερότητές τους στη μάθηση.

Η σημασία των ψυχολογικών εργαλείων στην τροποποίηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς έχει αντιστοιχηθεί με την επίδραση των εργαλείων στην τροποποίηση της εργασίας των ανθρώπων (Vygotsky, 1978). Ως ψυχολογικά εργαλεία θεωρούνται τα σημειολογικά συστήματα, όπως η γλώσσα,

η γραφή, τα συστήματα αρίθμησης και, γενικότερα, τα αναπααραστασιακά συστήματα. Υποστηρίζεται (Vygotsky, 1978) ότι τα σημειολογικά συστήματα δημιουργούνται από τις κοινωνίες στη διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας και αλλάζουν τη μορφή τους και το επίπεδο της πολιτιστικής τους ανάπτυξης. Οι ενέργειες των παιδιών πριν από την εμφάνιση της γλώσσας και των σημείων ήταν συγκρίσιμες με αυτές των πιθήκων. Από τη στιγμή που η γλώσσα και τα σημεία επέδρασαν σε κάθε δραστηριότητα, η ενέργεια μετατράπηκε και οργανώθηκε ολοκληρωτικά πάνω σε νέες γραμμές.

Ο Vygotsky (1978) τοποθετεί την πηγή των υψηλών νοητικών διεργασιών του παιδιού στο διαψυχολογικό χώρο της πολιτισμικής επίδρασης. Θεωρεί ότι ο πολιτισμός δε δημιουργεί τίποτα, απλώς τροποποιεί τα φυσικά δεδομένα ως αποτέλεσμα της εσωτερίκευσης της κοινωνικοπολιτισμικής εμπειρίας. Σύμφωνα με τον Vygotsky (1978), οι υψηλές νοητικές διεργασίες του παιδιού εξελίσσονται από το διαπροσωπικό στο προσωπικό επίπεδο με τη διαδικασία της εσωτερίκευσης.

Ο Vygotsky (1978) τοποθετεί σημεία (signs) στην κοινωνική ζωή και στην αλληλεπίδραση των ανθρώπων. Η εισαγωγή των σημείων και των συμβόλων και η χρήση τους ως διαμεσολαβητών (mediators) στην κοινωνικοπολιτισμική συμμετοχή δίνει στους δασκάλους παραγωγικούς τρόπους ώστε να κατανοήσουν το ενδιαφέρον της μίμησης, της πράξης, της χειρονομίας και την επίδρασή τους στην κατασκευή της γνώσης. Επιπλέον, παρέχει τη δυνατότητα να αντιμετωπιστεί η διδασκαλία ως προϊόν κοινωνικής διαπραγμάτευσης των απόψεων (Mahef & Davis, 1990). Προσφέρει, επίσης, μια ενδιαφέρουσα θεώρηση για τους υπολογιστές, οι οποίοι είναι εργαλεία, όπως τα σφυριά και τα ψαλίδια, όμως επιπλέον μπορούν να αναπαριστούν συμβολικά συστήματα, και επομένως μεταφέρουν ψυχολογικά σημεία (Sutherland, 1995). Έτσι, δημιουργείται η ανάγκη να ιδωθούν ως διαμεσολαβητές της κοινωνικοπολιτισμικής συμμετοχής στη διαδικασία της μάθησης.

Η θεωρία του Vygotsky (1978) στηρίχτηκε στις θεωρίες των Μαρξ και Ένγκελς για τον καθορισμό της ανθρώπινης εργασίας από τη χρήση των εργαλείων εργασίας και την τροποποίηση της φύσης από την ανθρώπινη παραγωγή. Σύμφωνα με τον Μαρξ, οι ιστορικές αλλαγές στην κοινωνία και στην υλική ζωή παράγουν αλλαγές και στην ανθρώπινη φύση. Ο Vygotsky χρησιμοποίησε δημιουργικά τις απόψεις του Ένγκελς για τη χρήση των

εργαλείων στην αλλαγή της φύσης αλλά και των ανθρώπων. Σύμφωνα με τον Ένγκελς, η εξειδίκευση της χειρονακτικής εργασίας – κάτι που υπονοεί τη χρήση των εργαλείων – τροποποιεί τη φύση του ανθρώπου. Ο Vygotsky (1978) επέκτεινε την έννοια της διαμεσολάβησης, στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον του, με τη χρήση των σημείων (signs) ως εργαλείων.

Η διάθεση εργαλείων μέτρησης και σχεδίασης στο μαθητή μπορεί να τον βοηθήσει να κάνει γενικεύσεις, να εξαγάγει συμπεράσματα, να πραγματοποιήσει συγκρίσεις μεταξύ των διαισθητικών του υποθέσεων και των αποτελεσμάτων που προέρχονται από μετρήσεις, όπως και να αναπτύξει το αίσθημα της ανάγκης για αιτιολόγηση (Hadas & Arcavi, 1997). Επιπλέον, η δυνατότητα διάθεσης μιας ποικιλίας εργαλείων, όπως και αναπαραστάσεων δίνει την ευκαιρία για εξατομικευμένη μάθηση, επειδή επιτρέπει στο μαθητή να εργαστεί ανάλογα με τις δυνατότητες και τις ανάγκες του (Clements, 1989). Ο τρόπος υλοποίησης των ενεργειών που μπορεί να πραγματοποιήσει ο μαθητής σε περιβάλλον εκπαιδευτικού λογισμικού περιορίζει, αλλά και υποστηρίζει το μαθητή στην προσπάθεια επίλυσης ενός προβλήματος, με αποτέλεσμα να επιδρά στη διαμόρφωση των στρατηγικών επίλυσης που κατασκευάζει (Laborde, 1992). Ο Cobb (1997) για το ρόλο των εργαλείων αναφέρει: «Η χρήση των εργαλείων είναι κεντρική για το μαθητή στη διαδικασία μαθηματοποίησης της δραστηριότητάς του». Σύμφωνα με την Jones (1997), τα εργαλεία διαμεσολαβούν μεταξύ του μαθητή και της μαθηματικής έννοιας. Συγκεκριμένα, αναφέρεται:

- Τα εργαλεία αποτελούν συσκευές προσπέλασης στη γνώση άλλων ατόμων.
- Η κατανόηση συνδέεται με το είδος των εργαλείων που χρησιμοποιούνται σε μια πρακτική.
- Τα εργαλεία δεν εξυπηρετούν απλώς τις νοητικές διεργασίες, αλλά τις διαμορφώνουν και τις τροποποιούν.
- Τα εργαλεία διαμεσολαβούν και επηρεάζουν καθοριστικά τις ενέργειες του χρήστη.
- Η δραστηριότητα, τα εργαλεία, οι ενέργειες των ατόμων αλληλοσυνδέονται μέσω των διαμεσολαβητικών νοημάτων και των ατόμων που τα χρησιμοποιούν με ένα μοναδικό τρόπο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Η επίδραση της διαφοροποίησης των εργαλείων στη διαφοροποίηση των τρόπων αντιμετώπισης των δραστηριοτήτων από τους μαθητές έχει αναλυθεί (Laborde, 1993). Πιο γενικά μιλώντας, οι Borba & Confrey (1996) αναφέρουν ότι οι προσεγγίσεις των μαθητών αλλάζουν συνεχώς ως αποτέλεσμα των πόρων που τους διατίθενται. Οι Noss & Hoyles (1992) αναφέρουν ότι τα εργαλεία δεν είναι ανεξάρτητα από το πλαίσιο συμφραζομένων στο οποίο εντάσσονται, και επομένως οι μαθητές δεν είναι τόσο ελεύθεροι στην επιλογή τους, αλλά επηρεάζονται από το γενικότερο αυτό πλαίσιο.

Το περιβάλλον Cabri – geometry II διαθέτει στο μαθητή ποικιλία εργαλείων με τα οποία μπορεί να πραγματοποιήσει γεωμετρικές κατασκευές. Τα εργαλεία όμως αυτά έχουν σχεδιαστεί ώστε να απεικονίζουν με γραφικό τρόπο στην οθόνη του υπολογιστή γεωμετρικές έννοιες. Επιπλέον, τα σχήματα τα οποία κατασκευάζονται στην οθόνη του υπολογιστή αποτελούν υπολογιστικά αντικείμενα. Αυτό σημαίνει ότι οι ιδιότητές τους διατηρούνται, ενώ η εικονική μορφή τους μπορεί να μεταβάλλεται ύστερα από «άμεση διαχείρισή» τους στην οθόνη του υπολογιστή. Για τους παραπάνω λόγους τα εργαλεία τα οποία περιλαμβάνονται στη διεπιφάνεια του περιβάλλοντος Cabri – geometry II, όπως και τα υπολογιστικά αντικείμενα – γεωμετρικά σχήματα τα οποία σχεδιάζονται διαμεσολαβούν μεταξύ των γεωμετρικών εννοιών τις οποίες ενσαρκώνουν και του μαθητή, κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής του με το πρόγραμμα.

Τα μαθηματικά, από τη φύση τους, συνδέονται με συνεχή τρόπο με τις αναπαραστάσεις (Karut, 1987). Υπάρχει ποικιλία αναπαραστάσεων που χρησιμοποιούνται στα μαθηματικά, όπως τα γεωμετρικά σχήματα, τα διαγράμματα του Venn, τα δένδροειδή διαγράμματα, οι πίνακες, οι γραφικές παραστάσεις σε καρτεσιανές συντεταγμένες κ.ά. για τους μαθηματικούς αυτές οι αναπαραστάσεις αποτελούν εργαλεία που τους βοηθούν να εκφράσουν αυτές τις έννοιες. Για το μαθητή εκφράζεται η ελπίδα ότι θα του χρησιμεύσουν ως κατάλληλα μαθηματικά εργαλεία προκειμένου να αντιμετωπίσει ένα μαθηματικό πρόβλημα (Dyfour-Janvier, 1987). Η σημασία του πειραματισμού με υλικά και αναπαραστάσεις έχει υπογραμμιστεί από την άποψη ότι δίνει τη δυνατότητα της

διερεύνησης βασικών μαθηματικών σχέσεων που υπάρχουν στη γεωμετρία (Bishop, 1983). Αναπαραστάσεις επίσης χρησιμοποιούνται στα σχολικά βιβλία, και κανείς δεν αμφιβάλλει ότι η χρήση των συμβολισμών στη μαθηματική σκέψη είναι απαραίτητη. Τα μαθηματικά, επιπλέον, έχουν έναν αναπαραστασιακό χαρακτήρα σε αφαιρετικό επίπεδο και πρέπει κανείς να μελετήσει τις ψυχολογικές έννοιες που υπονοούνται μέσα από αυτές τις αναπαραστάσεις (Karut, 1987).

Επιπλέον, οι αναπαραστάσεις ενδείκνυνται στο να κάνουν τα μαθηματικά πιο γοητευτικά και ενδιαφέροντα (Bednarz & Belanger, 1987). Σύμφωνα με τους Noss & Hoyles (1996), οι αναπαραστάσεις αποτελούν κεντρικό στοιχείο για την κατασκευή σημασιών. Οι ίδιοι ερευνητές υποστηρίζουν πως οι αναπαραστάσεις δομούν και δομούνται από το πλαίσιο συμφραζομένων. Οι αναπαραστάσεις, επίσης, είναι δυνατόν να αποτελούν τα πεδία πρώτης αναφοράς των δράσεων του παιδιού προκειμένου να οικοδομήσει βασικές έννοιες (Karut, 1987).

Οι Lesh, Mehr & Post (1987) διαχώρισαν τα αναπαραστασιακά συστήματα σε «διαφανή» και «αδιαφανή». Στα «διαφανή» αναπαραστασιακά συστήματα τίποτε περισσότερο ή λιγότερο δεν υπονοείται πέρα από τις ιδέες ή τις δομές που αναπαριστώνται. Στα «αδιαφανή» αναπαραστασιακά συστήματα δίνεται έμφαση σε ορισμένες έννοιες ή δομές, ενώ κάποιες άλλες δε φωτίζονται, αλλά βρίσκονται κρυμμένες πίσω από άλλες. Στις έρευνες που πραγματοποίησαν οι παραπάνω ερευνητές είχαν πολύ ενδιαφέρον τα αδιαφανή αναπαραστασιακά συστήματα. Γενικότερα, οι ίδιοι ερευνητές διατύπωσαν το συμπέρασμα ότι οι μεταβάσεις και οι μετασχηματισμοί μεταξύ αναπαραστασιακών συστημάτων αλλά και μέσα στο ίδιο αναπαραστασιακό σύστημα αποκτούν ενδιαφέρον για την απόκτηση και τη χρήση μαθηματικών ιδεών. Σύμφωνα με τον Janvier (1987), η ιδανική μέθοδος για τη μάθηση των μαθηματικών θα ήταν η χρήση διαφορετικών αναπαραστάσεων του ίδιου αντικειμένου. Στην περίπτωση των διαφορετικών αναπαραστάσεων της ίδιας έννοιας, θα πρέπει ο μαθητής να είναι σε θέση να συνειδητοποιήσει τις κοινές ιδιότητες της έννοιας, εκφρασμένες στις διαφορετικές αναπαραστάσεις, και να εξαγάγει τη δομή της. Θα πρέπει, επίσης, να διερευνά τη γνώση που αποκτά σε διαφορετικά πλαίσια συμφραζομένων της ίδιας έννοιας.

Από τις Dettori & Lemut (1995) αναφέρεται ότι οι διαφορετικές αναπαραστάσεις μέσα από ένα περιβάλλον υπερμέσων διέγειραν τις αναπαραστασιακές ικανότητες των παιδιών, τους έδωσαν δυνατότητες διαφορετικής αφετηρίας, όπως επίσης τους έδωσαν τη δυνατότητα για



αναπαράστασης -, που συχνά μπερδεύει τα δύο γεγονότα και τις σχέσεις τους (Mariotti, 1995). Η Mariotti (1995) υποστηρίζει ότι στη γεωμετρία η εικόνα και η έννοια της είναι πολύ κοντά, δηλαδή οι εσωτερικές και οι εξωτερικές αναπαραστάσεις της έννοιας πλησιάζουν. Αναφέρεται, επίσης, ότι χωρίς νοερή απεικόνιση των στοιχείων μιας έννοιας και παραδειγμάτων της δεν μπορούμε να διαμορφώσουμε την εικόνα μιας έννοιας (Herskovitz, 1990). Γενικά μιλώντας, η νοερή εικόνα που σχετίζεται με τη γεωμετρική έννοια μπορεί να είναι πολύ κοντά με τη νοερή εικόνα ενός συγκεκριμένου αντικειμένου.

Από μια ψυχολογική θεώρηση, οι γεωμετρικές έννοιες διατηρούν μια εικονική πλευρά, η ύπαρξη της οποίας συνδέεται με το ότι η προέλευσή τους είναι ο χώρος. Είναι δύσκολο να διαχωριστεί το εικονικό και εννοιολογικό μέρος όσον αφορά την ανάπτυξη της γεωμετρικής λογικής. Η γεωμετρική λογική πρέπει να ερμηνεύεται από μια διαλεκτική διεργασία μεταξύ των εικονικών και εννοιολογικών πλευρών της (Mariotti, 1995).

Εάν είναι σωστό το ότι υπάρχει στενή σχέση ανάμεσα στις εικόνες και στις έννοιες, τότε είναι λογικό να υποθέσουμε ότι υπάρχει βαθιά επίδραση των εξωτερικών εικόνων ή των σχεδίων στις εσωτερικές διεργασίες (Mariotti, 1995). Η γενική ιδέα, σύμφωνα με την ίδια ερευνήτρια, είναι ότι οι εξωτερικές εικόνες αλληλεπιδρούν με τις εσωτερικές, οι οποίες μπορεί να ερμηνεύονται σε εικονικές έννοιες με τον ακόλουθο τρόπο: Οι εξωτερικές εικόνες παρέχουν αισθητική παρότρυνση για τις εικονικές έννοιες. Η βασική ερώτηση αφορά την επίδραση των εξωτερικών εικόνων στη διαλεκτική σχέση του εικονικού με το εννοιολογικό μέρος. Υπάρχει μια σχέση μεταξύ της διαδικασίας επίλυσης και του σχεδιαγράμματος που συνοδεύει τις νοητικές διεργασίες και σχέση μεταξύ της ανάπτυξης γεωμετρικής λογικής και των εικόνων που σχεδιάζονται στην οθόνη του υπολογιστή. Στο περιβάλλον χαρτί – μολύβι υπάρχει συμφωνία για τη χρησιμότητα της σχεδίασης στην ανάπτυξη της γεωμετρικής λογικής. Δεν έχει κατακτηθεί πολλή γνώση για την αλληλεπίδρασή τους. Το ερώτημα είναι πώς οι νοητικές διεργασίες της επίλυσης επηρεάζονται από τη χρήση εικονικής βοήθειας, ειδικά στο χώρο της γεωμετρίας.

Τα σχήματα στη γεωμετρία έχουν σύνθετο ρόλο στην παρουσίαση της γεωμετρικής γνώσης. Τα θεωρητικά και τα αισθητηριακά στοιχεία του σχήματος αλληλοσυνδέονται. Κάτω από αυτή τη θεώρηση, τα σχήματα αποτελούν ένα είδος «εικονικών εννοιών» (*figural concepts*, Fischbein, 1993). Η ικανότητα

αναγνώρισης της εικονικής πληροφορίας που περιέχουν τα σχήματα, όπως και η ικανότητα της εικονικής επεξεργασίας τους έχει υπογραμμιστεί και από τον Bishop (1983). Ο Parzysz (1988) προχώρησε σε ένα διαχωρισμό ανάμεσα στο σχήμα και στο σχέδιο. Το σχέδιο αποτελεί εικονική έκφραση σε κάποιο μέσο νοητικής εικόνας. Το σχήμα δεν αποτελεί απλώς ένα συγκεκριμένο αντικείμενο – εικόνα, αλλά αποτελεί εκπρόσωπο μιας κλάσης άπειρων αντικειμένων που έχουν κάποιες κοινές ιδιότητες σαφώς ορισμένες (Laborde, 1992). Η Mariotti (1995) υποστηρίζει ότι η γεωμετρία είναι χώρος όπου οι εικόνες και οι έννοιες πρέπει να βρίσκονται σε αλληλεπίδραση. Επίσης, είναι ένας χώρος για νοητικούς πειραματισμούς εικόνας – λογικής. Γενικότερα, πιστεύει ότι η αλληλεπίδραση ανάμεσα στις εικόνες και στις έννοιες αποκτούν ενδιαφέρον σε όλη τη διαδικασία ανάπτυξης της μαθηματικής λογικής.

Η γεωμετρία στηρίζεται σε αυτή την αλληλεπίδραση χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις ως διαμεσολαβητές μεταξύ συμβόλων (σχημάτων) και εννοιών (Stasser & Carroni, 1991). Οι δυνατότητες των ηλεκτρονικών υπολογιστών για πολλαπλότητα εικονικής αναπαράστασης του ίδιου σχήματος έχουν αξιοποιηθεί στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού. Οι εικόνες που δημιουργούνται με τη βοήθεια των μικρόκοσμων δεν είναι φτωχές αναπαραστάσεις αισθητηριακού επιπέδου, γιατί έχουν δική τους, εσωτερική λογική, που εξαρτάται από τη διαδικασία που τις παράγει και τις εμφανίζει στην οθόνη του υπολογιστή. Η λογική της μηχανής γίνεται λογική της σχεδίασης. Για να δουλέψει κάποιος παραγωγικά με τα σχήματα αυτά, πρέπει προηγουμένως να καταλάβει και να μπορεί να διαχειριστεί αυτή τη λογική. Ο διαμεσολαβητικός ρόλος των σχεδίων αυτών του υπολογιστή διαφοροποιείται ανάλογα με το πώς παράγονται οι εικόνες, ανάλογα με τη συνεισφορά της αισθητηριακής και της εννοιολογικής διάστασης και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους. Ένα εκπαιδευτικό λογισμικό, όπως, για παράδειγμα, το Cabri – geometry II, βοηθά στην ανάπτυξη της αλληλεπίδρασης μεταξύ του εικονικού και του εννοιολογικού μέρους της γεωμετρικής λογικής. Η αλληλεπίδραση με το μηχάνημα διαμεσολαβείται μέσα από τις εντολές που βρίσκονται στο περιβάλλον διεπαφής του λογισμικού, οι οποίες κάθε φορά αντανakλούν ένα σκοπό εννοιολογικό και ταυτόχρονα αισθητηριακό. Το σχήμα στην οθόνη του υπολογιστή παριστά μόνο το ένα μέρος της φύσης του. Η εσωτερική λογική με την οποία ένα σχήμα κατασκευάστηκε δεν εμφανίζεται άμεσα αλλά μόνον όταν ένα στοιχείο του μετακινείται. Με τη

λειτουργία του συρσίματος γίνεται μετακίνηση ενός στοιχείου της εικόνας, ενώ όλες οι υπονοούμενες γεωμετρικές σχέσεις παραμένουν αμετάβλητες. Έτσι, η εικόνα φαίνεται διαφορετική, αλλά οι γεωμετρικές της ιδιότητες διατηρούνται. Η ανάγκη αξιολόγησης αυτής της διεργασίας μας αναγκάζει να φανερώσουμε τις κρυμμένες γεωμετρικές σχέσεις.

Η επίδραση του πλαισίου συμφραζομένων στις ενέργειες των μαθητών ή στις στρατηγικές επίλυσης που αναπτύσσουν, προκειμένου να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα που τους τίθενται, έχει αναφερθεί από αρκετούς ερευνητές στο χώρο της εκπαίδευσης γενικότερα, όπως και, ειδικότερα, της μαθηματικής εκπαίδευσης (Lave, 1988). Ένα πλαίσιο συμφραζομένων μπορεί να βοηθήσει το άτομο να τροποποιήσει τις έννοιες που έχει συλλέξει για κάποιο θέμα. Σύμφωνα με τον Von Glasersfeld (1987), οι ανθρώπινοι οργανισμοί ζουν σε έναν κόσμο που περιλαμβάνει περιορισμούς γι' αυτούς. Στο γνωστικό επίπεδο, επίσης, έρχονται σε αλληλεπίδραση με τη γνώση άλλων ανθρώπων. Προκειμένου να αποφεύγουν τις συγκρούσεις με τους περιορισμούς του περιβάλλοντός τους, προσπαθούν να κατανοήσουν την εμπειρία τους. Έτσι, ενεργητικά αναγκάζονται να τροποποιήσουν τους τρόπους και τα νοήματά τους, ώστε να επιτυγχάνουν μεγαλύτερη βιωσιμότητα.

Οι Noss & Hoyles (1992), όταν αναφέρονται σε περιβάλλον λογισμικού, ως πλαίσιο συμφραζομένων συμπεριλαμβάνουν το μαθητή, το δάσκαλο, τις αλληλεπιδράσεις δασκάλου – μαθητή, όπως και τη δραστηριότητα την οποία οι μαθητές καλούνται να φέρουν σε πέρας. Οι ίδιοι ερευνητές έδωσαν έμφαση στη διερεύνηση της επίδρασης του λογισμικού ως του «πολύ σημαντικού μέσου» (very medium), στο οποίο απέδωσαν κεντρικό, καθολικό και διαπεραστικό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης. Οι προσεγγίσεις που ανέπτυξαν οι μαθητές ενεργώντας σε πλαίσιο συμφραζομένων που περιλάμβανε και κάποιο περιβάλλον λογισμικού φάνηκε ότι ήταν επηρεασμένες από αυτό το πλαίσιο (Noss & Hoyles, 1989). Η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του υπολογιστή καθοδηγούσε το μαθητή να επικεντρωθεί στα βασικά σημεία των εννοιών, βοηθούσε τους μαθητές να ξεκαθαρίσουν τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών που

εμπεριέχονταν στο περιβάλλον. Επιπλέον, η τυποποίηση των σχέσεων μεταξύ των εννοιών η οποία απαιτείται από ένα υπολογιστικό περιβάλλον επέδρασε καταλυτικά στην περαιτέρω ανάπτυξη των στρατηγικών των μαθητών. Από μια ευρύτερη οπτική, το περιβάλλον του υπολογιστή έδωσε την ευκαιρία στους μαθητές να διαμορφώσουν σχέσεις μεταξύ τυπικών και μη τυπικών μαθηματικών (Noss, 1988), όπως και να κάνουν γενικεύσεις μέσα από τις ειδικές περιπτώσεις (Noss & Hoyles, 1989). Οι ίδιοι ερευνητές υποστήριξαν ότι το περιβάλλον του υπολογιστή μπορεί να παίξει το ρόλο «σκαλωσιάς» (scaffolding) και, επίσης, να λειτουργήσει υποστηρικτικά στην ανάπτυξη της μαθηματικής δραστηριότητας των μαθητών. Οι Borba & Confrey (1996) μιλούν για «διαμόρφωση σχέσης» μεταξύ του μαθητή και των σχεδιαστών του λογισμικού, αφενός δια της μεσολάβησης του λογισμικού στις ενέργειες του μαθητή και αφετέρου μέσα από τη διερεύνηση των δυνατοτήτων του περιβάλλοντος από το μαθητή.

Η δραστηριότητα την οποία καλούνται οι μαθητές να ολοκληρώσουν παρέχει το κίνητρο γι' αυτούς και μέσα στα πλαίσιά της πραγματοποιούνται και κατανοούνται οι ενέργειές τους, οι οποίες αποκτούν συγκεκριμένο στόχο. Η δραστηριότητα, επίσης, καθορίζει την επιλογή των ενεργειών των μαθητών και τη σύνθεσή τους, καθώς και τις σημασίες που αποδίδουν σε αυτές τις ενέργειες. Τα μαθηματικά εντάσσονται στο πλαίσιο μιας δραστηριότητας και υπηρετούν τις ανάγκες της χωρίς να αποτελούν ένα αυτόνομο μέρος για αναστοχασμό. Οι σημασίες που αποδίδονται στα μαθηματικά απορρέουν από την ανάγκη επίτευξης κάποιου σκοπού ή της επίλυσης κάποιου προβλήματος. Η δραστηριότητα απαρτίζεται από διαφορετικά στοιχεία, τα οποία αποτελούν μια σύνθεση, όπως γλωσσικά, φυσικά, μαθηματικά, κοινωνικά, και γενικότερα αποτελεί ένα δυναμικό όλο. Η δραστηριότητα δε θα πρέπει να ενεργοποιεί μόνον τους μηχανισμούς ανάκλησης πληροφορίας στη μνήμη του μαθητή προκειμένου να αναπαράγει κάτι που διδάχτηκε από το δάσκαλο. Θα πρέπει να δίνει στους μαθητές δυνατότητες να διερευνήσουν και να αποκτήσουν εμπειρίες, με στόχο να κατασκευάσουν κάτι νέο γι' αυτούς έτσι ώστε να αναπτύξουν τη λειτουργική τους γνώση. Επιπλέον, η δραστηριότητα θα πρέπει να προκαλεί τους μαθητές να αναπτύξουν υψηλού επιπέδου νοητικές λειτουργίες, δηλαδή να διατυπώνουν

υποθέσεις, να αναπτύσσουν την αναλυτική – σύνθετη σκέψη τους και να προχωρούν στον έλεγχο και στη βελτίωση των υποθέσεών τους. Οι ανοικτές δραστηριότητες και η δυνατότητα επίλυσής τους με πολλαπλούς τρόπους αποτελεί, επίσης, ένα σημαντικό σημείο, το οποίο επιτρέπει στους μαθητές να εκδηλώσουν τις ιδιαιτερότητές τους στη μάθηση. Επιπλέον, η ανάγκη επίλυσης ενός προβλήματος με όλους τους δυνατούς τρόπους δίνει στους μαθητές ευκαιρίες ώστε να εξωτερικεύσουν τις εσωτερικές, ατομικές διαφορές τους στη μάθηση. Οι διαφορές αυτές είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των ατόμων σε πολλαπλά πλαίσια συμφραζομένων. Πολλές φορές, οι διαφορετικές επιλύσεις ενός προβλήματος μπορεί να αλληλοσυγκρούονται, έτσι η έκφρασή τους μέσα από κάποια δραστηριότητα οδηγεί στο ξεκαθάρισμά τους.

Οι δραστηριότητες στο περιβάλλον Cabri – geometry II έχουν διπλά διερευνητικό χαρακτήρα. Από τη μια πλευρά, οι μαθητές μπορούν να διερευνήσουν προτού να διατυπώσουν εικασίες για το τι είναι δυνατόν να συμβαίνει σε μια γεωμετρική κατασκευή – υπολογιστικό αντικείμενο, η οποία μεταβάλλεται δυναμικά μέσω της άμεσης διαχείρισής της (direct manipulation) με το ποντίκι στην οθόνη του υπολογιστή. Από την άλλη πλευρά, οι μαθητές μπορούν να διερευνήσουν τις δυνατότητες δημιουργίας στρατηγικών ή και διαφορετικών στρατηγικών πραγματοποίησης γεωμετρικών κατασκευών, με την ευρεία έννοια του όρου.

7. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ - ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΠΕ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η σχεδίαση μαθησιακού υλικού στηριγμένου σε εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο προορίζεται για χρήση στο Κέντρο Μαθηματικών και Τεχνολογίας του νομού Αιτωλοακαρνανίας το οποίο στοχεύει στην υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης Μαθηματικών από μαθητές της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η σχεδίαση του μαθησιακού υλικού πραγματοποιείται με βάση τις σύγχρονες επικοινωνιακές θεωρήσεις για τη γνώση και τη μάθηση. Επιπλέον, η σχεδίαση του υλικού

προέκυψε ύστερα από πειραματισμό με διάφορους τύπους φύλλων έργου οι οποίοι παρουσιάζονται αναλυτικά στο (Κορδάκη και Καλογεράς, 2005). Το υλικό είναι δομημένο σε ιστοσελίδες. Βασικό του δομικό στοιχείο αποτελεί η δραστηριότητα η οποία προτείνεται στους μαθητές μέσω στοιχειωδών αλληλεπιδραστικών γεωμετρικών κατασκευών κάθε μία από τις οποίες αφορά σε μια επί μέρους υποέννοια της εκάστοτε έννοιας προς μάθηση. Κάθε επί μέρους αλληλεπιδραστική γεωμετρική κατασκευή υπερσυνδέεται μέσω κουμπιών: α) με άλλες αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές που στοχεύουν στην κατανόηση ενός συνόλου σχετικών υποεννοιών της προς μάθηση έννοιας, β) με σχετικές ερωτήσεις κατανόησης και γ) με οδηγίες πειραματισμού και διαχείρισης της κάθε αλληλεπιδραστικής γεωμετρικής κατασκευής. Το μαθησιακό υλικό δοκιμάστηκε σε πραγματική τάξη και πρώτα αποτελέσματα από τη χρήση του παρουσιάζονται.

Υποστηρίζεται από πολλούς ερευνητές ότι ο υπολογιστής μπορεί να παίξει σημαντικό και μοναδικό ρόλο στη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών και ορισμένα περιβάλλοντα εκπαιδευτικού λογισμικού αλλά και προγράμματα γενικού σκοπού χαρακτηρίστηκαν ως γνωστικά περιβάλλοντα (Hillel, 1993; Dorfler, 1993; Laborde, 1993). Ο υπολογιστής σύμφωνα με τους Noss & Hoyles, (1996) παίζει κεντρικό, καθολικό και διαπεραστικό ρόλο στο πλαίσιο συμφραζομένων στο οποίο συντελείται η μάθηση, στο οποίο εντάσσονται επίσης, ο καθηγητής, οι μαθητές και η αλληλεπίδραση μεταξύ τους καθώς και οι δραστηριότητες τις οποίες καλούνται να φέρουν σε πέρας (Noss & Hoyles, 1996). Υποστηρίζεται επίσης, ότι το περιβάλλον του υπολογιστή με τη μορφή εκπαιδευτικού λογισμικού μπορεί να παίξει το ρόλο σκαλωσιάς (scaffolding) και να λειτουργήσει υποστηρικτικά στην ανάπτυξη της μαθηματικής δραστηριότητας των μαθητών (Hoyles & Noss, 1989) καθώς και ως περιβάλλον αναδιοργάνωσης της σκέψης τους (Hillel, 1993). Το κατάλληλα σχεδιασμένο εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να δώσει στους μαθητές ευκαιρίες για μαθηματοποίηση μέσα από την πραγματοποίηση συνδέσεων μεταξύ μη τυποποιημένων και τυποποιημένων μαθηματικών (Noss, 1988) και να τους βοηθήσει να κάνουν γενικεύσεις στηριγμένοι σε ειδικές περιπτώσεις (Hoyles & Noss, 1989).

Η σχεδίαση μαθησιακού υλικού με εκπαιδευτικό λογισμικό για τη Γεωμετρία έγινε με γνώμονα να παρέχει τις παρακάτω βασικές δυνατότητες:

α) **προσομοίωσης πραγματικών καταστάσεων.** Με αυτό τον τρόπο δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να προσεγγίσουν τα μαθηματικά αφ ενός ως ανθρώπινες δραστηριότητες (Bishop, 1988) και αφ ετέρου να κατανοήσουν τη σημασία τους σε ένα διεπιστημονικό πλαίσιο (Clements, 1989).

β) **πειραματισμού.** Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να πραγματοποιήσουν μαθηματικές διερευνήσεις και να διατυπώσουν ή να επαληθεύσουν εικασίες.

γ) **εικονικής ανατροφοδότησης των ενεργειών του μαθητή.** Οι εικόνες που δημιουργούνται από τους μαθητές σε περιβάλλοντα εκπαιδευτικού λογισμικού δεν είναι φτωχές αναπαραστάσεις αισθητηριακού επιπέδου διότι έχουν μια δικιά τους εσωτερική λογική που εξαρτάται από τη διαδικασία η οποία τις παράγει και τις εμφανίζει στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή (Doffler, 1993). Οι εικόνες αυτές παίζουν ένα διαμεσολαβητικό ρόλο ο οποίος εξαρτάται από τη συνεισφορά της εννοιολογικής και της αισθητηριακής διάστασης και της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης. Με αυτό τον τρόπο ένα νέο είδος αισθητηριακής αντίληψης διαμορφώνεται. Αυτού του είδους η εικονική ανατροφοδότηση δεν έχει μόνο αισθητηριακά χαρακτηριστικά αλλά περιέχει και πληροφορία βοηθώντας έτσι το μαθητή να αναστοχαστεί, να διατυπώσει ή να διορθώσει τις υποθέσεις του. Η διαδικασία αυτή είναι δυνατό να συνεχιστεί έως ότου καταλήξει σε βιώσιμο αποτέλεσμα και είναι η ίδια με αυτήν που ακολουθούν οι μαθηματικοί στην παραγωγή νέας μαθηματικής γνώσης (Lakatos, 1976, ο. π. η Villareal, 1997).

δ) **υψηλής αλληλεπίδρασης.** Τα δυναμικά αλληλεπιδραστικά ηλεκτρονικά περιβάλλοντα ενεργοποιούν νέους τρόπους σκέψης, διότι οι ενέργειες του μαθητή βρίσκονται συνδεδεμένες με τις μαθηματικές σημασίες τους, ενώ στα παραδοσιακά μέσα βρίσκονται σε απόσταση (Karut, 1994)

ε) **δυναμικής αναπαράστασης μιας μαθηματικής έννοιας** από την άποψη του ότι τα βασικά χαρακτηριστικά της παραμένουν σταθερά και κρυμμένα στην εσωτερική λογική με την οποία η έννοια έχει υλοποιηθεί στο

λογισμικό, ενώ είναι δυνατό να απεικονίζονται στην οθόνη του υπολογιστή κλάσεις ισοδυναμίας εξωτερικών αναπαραστάσεων αυτής της έννοιας.

στ) **αναπαράστασης μιας μαθηματικής έννοιας σε πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα.** Οι υπολογιστές δίνουν ευκαιρίες αναπαράστασης μιας έννοιας ή/και μιας σχέσης σε πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα όπως πχ. εικόνες, διαγράμματα, πίνακες, αριθμητικές αναπαραστάσεις, γραφικές παραστάσεις, αναπαραστάσεις σε φυσική γλώσσα, σε γλώσσες προγραμματισμού, σε κινούμενη εικόνα, σε προσομοίωση, τα οποία είναι δυνατό να επικοινωνούν μεταξύ τους. Η επιλογή των αναπαραστάσεων που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση εκπ/κού λογισμικού παίζει σημαντικό ρόλο στη διαφοροποίηση των στρατηγικών που αναπτύσσουν οι μαθητές για τα προβλήματα που τους τίθενται (Kordaki, 2003; Mariotti, 1995),

ζ) **άμεσης διαχείρισης των σχημάτων** στην οθόνη του υπολογιστή. Τα γεωμετρικά σχήματα στην οθόνη του υπολογιστή μπορούν να μεταβάλλονται μέσω της λειτουργίας της 'άμεσης διαχείρισης' έτσι ώστε να διατηρούν τις γεωμετρικές τους ιδιότητες, ενώ η μορφή τους μεταβάλλεται.

η) **διάθεσης μιας ποικιλίας εργαλείων.** Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές έχουν δυνατότητες επιλογής των εργαλείων που ταιριάζουν περισσότερο στη γνωστική τους ανάπτυξη και να εκφράσουν τις ατομικές ή/και ενδοατομικές τους διαφορές στη μάθηση των μαθηματικών (Kordaki, 2003)

θ) **σχεδίασης.** Η σχεδίαση με τη βοήθεια των εργαλείων που διαθέτει το περιβάλλον ενός μικρόκοσμου ή/και με τη βοήθεια των εντολών κάποιας γλώσσας προγραμματισμού αναγκάζει το μαθητή να σχεδιάσει ένα σχήμα συνειδητά και με βάση τις ιδιότητές του (Laborde, 1993),

ι) **αυτόματης επίλυσης προβλήματος.** Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές μπορούν να συγκρίνουν τις δικές τους στρατηγικές επίλυσης με τα αποτελέσματα που δίνει ο υπολογιστής και να προσπαθούν να αυτοδιορθώνονται,

κ) **επέκτασης.** Πολλά περιβάλλοντα εκπαιδευτικού λογισμικού διαθέτουν δυνατότητες επέκτασης μέσω της κατασκευής μακροεντολών σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη. Έτσι τα περιβάλλοντα αυτά εξελίσσονται παράλληλα με τον μαθητή ή/και τον καθηγητή,

λ) **καταγραφής του ιστορικού των ενεργειών του χρήστη.** Με αυτό τον τρόπο βρίσκεται στη διάθεση του μαθητή, του καθηγητή αλλά και του ερευνητή ένα πλούσιο υλικό για παραπέρα μελέτη και έρευνα,

μ) **παρουσίασης πληροφορίας με ποικίλους τρόπους.** Μια ποικιλία υλικών μέσων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα μάθημα για παρουσίαση πληροφοριών όπως πχ. κείμενα, εικόνες, ήχος, κινούμενες εικόνες κα.,

ν) **επικοινωνίας και μάθησης στο χώρο και στο χρόνο του μαθητή.** Το διαδίκτυο επίσης αποτελεί ένα άλλο σημαντικό εργαλείο, το οποίο μπορεί να παίξει καταλυτικό ρόλο στη διδασκαλία και στη μάθηση των μαθηματικών μέσα από τη δημιουργία κοινοτήτων μάθησης τοπικού, εθνικού ή διεθνούς χαρακτήρα καταργώντας τις ανισότητες που οφείλονται σε τοπικούς, χρονικούς ή φυσικούς περιορισμούς. Με τη χρήση του είναι δυνατό να σχεδιαστούν εργασίες (projects) με διερευνητικό χαρακτήρα και διεπιστημονικό περιεχόμενο. Διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης μαθηματικών εννοιών έχουν αναπτυχθεί από ερευνητές, τα οποία φαίνεται ότι επηρεάζουν τον τρόπο και το είδος των μαθηματικών που τα παιδιά μαθαίνουν.

Η ένταξη των ΤΠΕ στη διδασκαλία των μαθηματικών

Με βάση τα παραπάνω η ένταξη των ΤΠΕ στη διδασκαλία των μαθηματικών στη σχολική πραγματικότητα αποτελεί μια αναγκαιότητα. Παρόλα αυτά, τα περισσότερα σχολεία σήμερα στην Ελλάδα διαθέτουν μόνον τα βασικά όργανα σχεδίασης και ορισμένα γεωμετρικά στερεά, ενώ λίγοι είναι οι εκπαιδευτικοί ή οι μαθητές που χρησιμοποιούν συγκεκριμένα υλικά ή εκπαιδευτικό λογισμικό για τη μάθηση των μαθηματικών. Όμως η ένταξη των ΤΠΕ στην διδασκαλία και τη μάθηση των μαθηματικών δεν μπορεί να αποτελεί μια πρωτοβουλία έξω από τους θεσμούς της εκπαίδευσης αλλά θα πρέπει να γίνει με οργανωμένο και θεσμοθετημένο τρόπο. Απαιτείται εργαστηριακή υποδομή σε κάθε σχολείο και κατάλληλη προετοιμασία ανθρώπινων πόρων και αναλυτικών προγραμμάτων. Ως αρχικό βήμα και παράλληλα με όλες τις δράσεις σε εθνικό επίπεδο, είναι δυνατό να λειτουργήσει σε επίπεδο κάθε νομού ένα εργαστηριακό Κέντρο Μαθηματικών και Τεχνολογίας (ΚΕ.ΜΑ.Τ.) για τη διάχυση γνώσης που να αφορά στη διδασκαλία και τη μάθηση των μαθηματικών με τη

βοήθεια συγκεκριμένων υλικών και εκπαιδευτικού λογισμικού. Χαρακτηριστικά αναφέρεται το παράδειγμα της επιτυχημένης λειτουργίας των Ε.Κ.Φ.Ε. (Εργαστηριακά Κέντρα Φυσικών Επιστημών) στις πρωτεύουσες των νομών της χώρας. Με βάση το παραπάνω πλαίσιο προτάθηκε και εγκρίθηκε από την περιφέρεια εκπ/σης Δυτικής Ελλάδας και χρηματοδοτήθηκε από το δήμαρχο Ναυπάκτου η δημιουργία Κέντρου Μαθηματικών και Τεχνολογίας (ΚΕ.ΜΑ.Τ) στο νομό Αιτωλοακαρνανίας, στο 3ο Γυμνάσιο Ναυπάκτου το οποίο λειτουργεί από το Σεπτέμβριο του σχολικού έτους 2004-05. Ο σκοπός, η οργάνωση του κέντρου η σχεδίαση πρώτου μαθησιακού υλικού καθώς και η πρώτη του δοκιμή σε πραγματική τάξη παρουσιάζονται στις ενότητες που ακολουθούν.

Επιτελεστική πρόταση αναδιοργάνωσης του ΚΕ.ΜΑ.Τ. στο Ν. Αιτωλοακαρνανίας

Το ΚΕ.ΜΑ.Τ. ν. Αιτωλοακαρνανίας έχει ως σκοπό:

- Τη διάχυση γνώσης που αφορά στη διδακτική των μαθηματικών και στη διδακτική των μαθηματικών με τη βοήθεια των ΤΠΕ στους εκπ/κούς και τους μαθητές Α/μιας και Β/μιας εκπ/σης του νομού
- Την επιμόρφωση των εκπ/κών κλάδου ΠΕ3 και των δασκάλων του νομού στη διδακτική των Μαθηματικών και στη χρήση των ΤΠΕ στη διδακτική των Μαθηματικών
- Τη δημιουργία βιβλιοθήκης συγκεκριμένων υλικών, εκπαιδευτικού λογισμικού και βιβλίων με έμφαση στη διδακτική των Μαθηματικών και στη χρήση των ΤΠΕ στη διδακτική των Μαθηματικών
- Την ανάπτυξη υλικών και συνοδευτικών προς αυτά διδακτικών σεναρίων
- Την ανάπτυξη διδακτικών σεναρίων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού για τα μαθηματικά ή και του διαδικτύου
- Την πραγματοποίηση πειραματικών διδασκαλιών με τη χρήση των ΤΠΕ
- Την πραγματοποίηση εκπ/κών ενημερωτικών επισκέψεων των εκπ/κών κλάδου ΠΕ3, των δασκάλων και των μαθητών του νομού για πειραματισμό με εκπαιδευτικό λογισμικό και συγκεκριμένα υλικά στα πλαίσια ειδικών δραστηριοτήτων-σεναρίων

- Τη λειτουργία του ΚΕ.ΜΑ.Τ. ως τόπου συνάντησης για τους εκπ/κούς του κλάδου
- Την πραγματοποίηση εκθέσεων με στόχο την κοινοποίηση των δραστηριοτήτων του κέντρου στο τέλος κάθε σχολικής χρονιάς.

Η τεχνική υποδομή του ΚΕ.ΜΑ.Τ.:

Η τεχνική υποδομή του κέντρου αποτελείται από:

Πάγκους και καρέκλες κατάλληλους για να εξυπηρετήσουν μια τάξη 24 μαθητών (8 πάγκοι και 24 καρέκλες).

Δύο γραφεία και καρέκλες για τους υπεύθυνους του κέντρου.

Μια κάμερα για τη βιντεοσκόπηση διδασκαλιών, που πραγματοποιούνται από εκπαιδευτικούς, ή μαθηματικών δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται από μαθητές.

Ένας προβολέας LCD για μια οθόνη προβολής εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού

Δέκα υπολογιστές (8 PC, 1 laptop, 1 server) σε τοπικό δίκτυο με δυνατότητα Internet για πειραματισμό των μαθητών με εκπαιδευτικό λογισμικό.

Ένας έγχρωμος εκτυπωτής και ένας scanner

Μια τηλεφωνική γραμμή με modem, τηλέφωνο και FAX

Εκπαιδευτικό λογισμικό για τη μάθηση των μαθηματικών όπως πχ. το Cabri-Geometry, Geometers Sketch-Pad, Derive, Microworlds-Pro.

Η αίθουσα υποδομής του ΚΕ.ΜΑ.Τ.:

Η αίθουσα στην οποία στεγάζεται το ΚΕΜΑΤ είναι περίπου 60 τμ, (Παπαδόπουλος, Βαρελτζής, Αναστασιάδης, 1998) η οποία είναι ικανοποιητική ώστε να φιλοξενεί 8 σταθμούς εργασίας. Τα έπιπλα που περιλαμβάνει το κέντρο είναι πάγκοι για την τοποθέτηση των υπολογιστών οι οποίοι αποτελούν τους σταθμούς εργασίας των μαθητών σε κάθε έναν από τους οποίους μπορούν να δουλεύουν 3 μαθητές. Οι διαστάσεις των πάγκων είναι 1.60Χ0.75 εκ.. Επιπλέον, υπάρχουν πάγκοι για τον εξυπηρετητή, τον εκτυπωτή, καθώς και πίνακας λευκού χρώματος με μαρκαδόρους. Η έδρα και το κάθισμα του υπεύθυνου του κέντρου δεν διαφέρει από τα έπιπλα ενός τυπικού γραφείου. Υπάρχει άπλετος φωτισμός, εξαερισμός και κατάλληλη θερμοκρασία. Οι υπολογιστές βρίσκονται συνδεδεμένοι σε τοπικό δίκτυο με χρήση Fast Ethernet Hub καθώς και με τον

εξυπηρετητή του δικτύου. Οι συσκευές συνδέονται με ξεχωριστά καλώδια UTP στο Hub. Η σύνδεση του τοπικού δικτύου με το διαδίκτυο πραγματοποιείται μέσω δρομολογητή.

Γενικότερα η εργονομία του κέντρου πληροί τους κανόνες ασφάλειας και υγιεινής, ο εξοπλισμός του είναι σύγχρονος και οι δραστηριότητες που συνοδεύουν τα υλικά σχεδιάζονται έτσι ώστε να έχουν διερευνητικό περιεχόμενο. Ουσιαστικός είναι ο ρόλος των υπευθύνων του κέντρου στη σχεδίαση του μαθησιακού υλικού και την πραγματοποίηση των πειραματικών διδασκαλιών ώστε αφ ενός να έχουν διερευνητικό χαρακτήρα και αφ ετέρου να πραγματοποιούνται σε μια ατμόσφαιρα που θα προκαλέσει το ενδιαφέρον του μαθητή για τα μαθηματικά και θα τον υποστηρίξει να μειώσει το άγχος του γι' αυτά.



Εικόνα 1: Οι σταθμοί εργασίας των μαθητών.



Εικόνα 2: Ο χώρος εργασίας των εκπαιδευτικών.

Παιδαγωγική φάση λειτουργίας - οργάνωση του μαθησιακού υλικού

Στην αρχική φάση επιλέχθηκε να κατασκευαστεί μαθησιακό υλικό με βάση το εκπαιδευτικό λογισμικό Cabri-Geometry II (Laborde, 1990) λόγω της καλής εξοικείωσης των υπευθύνων του ΚΕΜΑΤ με αυτό. Οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν επιλέχθηκε να επικεντρωθούν σε θέματα της Γεωμετρίας με τα οποία οι μαθητές συναντούν δυσκολίες σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Λόγω του ότι το στόχος του ΚΕΜΑΤ είναι να απευθυνθεί σε μαθητές της Α/μιας και Β/μιας εκπ/σης επιλέχθηκε να κατασκευαστούν δραστηριότητες που να απευθύνονται σε όλες τις τάξεις. Παρακάτω παρατίθενται βασικοί παράγοντες που πάρθηκαν υπόψη κατά τη σχεδίαση των δραστηριοτήτων:

- ο επιστημονικός ορισμός του προς μάθηση αντικειμένου
- με ποιες βασικές δραστηριότητες μπορεί να δομηθεί το αντικείμενο μάθησης
- πως οι μαθητές μαθαίνουν το μαθησιακό αντικείμενο

- πως θα αναπτύσσεται εσωτερικό κίνητρο στο μαθητή (δραστηριότητες από την καθημερινή ζωή, παιχνίδια, να δίνεται η ευκαιρία στο μαθητή να μελετά τα δικά του αντικείμενα)

- πως θα ενθαρρύνουν το μαθητή: να μπαίνει στη θέση του ερευνητή, να εκφράσει τις ατομικές και ενδο-ατομικές του διαφορές στη μάθηση, να εξελίσσεται, να αυτο-διορθώνεται, να επαληθεύει εικασίες, να επαληθεύει σχέσεις, να συνεργάζεται

- πως θα δίνουν δυνατότητες στο μαθητή να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες του εκπαιδευτικού λογισμικού όπως : αλληλεπιδραστικότητα, άμεση διαχείριση μαθηματικών αντικειμένων, εικονική ανατροφοδότηση, εμφάνιση ίχνους, αριθμητική ανατροφοδότηση, ποικιλία εργαλείων για εννοιολογική κατασκευή διαφόρων μαθηματικών εννοιών, εργαλεία κυμαινόμενης διαφάνειας για επίλυση ποικιλίας σημαντικών προβλημάτων, πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα (γραφικά, πινακοποίηση, εξισώσεις, υπολογισμοί), εργαλεία βοήθειας, επεκτασιμότητα.

Παρακάτω παρατίθενται 5 βασικοί τύποι δραστηριοτήτων που μπορούν να σχεδιαστούν και να πραγματοποιηθούν με τη βοήθεια των λειτουργιών του Cabri-Geometry II

1α . Διατύπωσης εικασίας με βάση την μεταβαλλόμενη εικόνα. Για παράδειγμα εάν ο μαθητής σχεδιάσει ένα τρίγωνο και τα ύψη του και σύρει τις κορυφές του στην οθόνη του υπολογιστή μπορεί να διατυπώσει την εικασία ότι και τα τρία ύψη τέμνονται σε ένα σημείο το οποίο είναι εσωτερικό του τριγώνου στο οξυγώνιο τρίγωνο, εξωτερικό του τριγώνου στο αμβλυγώνιο και πάνω στην ορθή γωνία στο ορθογώνιο τρίγωνο.

1β . Διατύπωσης εικασίας με βάση τα μεταβαλλόμενα αριθμητικά δεδομένα Για παράδειγμα εάν ο μαθητής σχεδιάσει ένα τρίγωνο και μετρήσει το εμβαδόν και την περίμετρό του και στη συνέχεια σύρει τις κορυφές του τριγώνου στην οθόνη του υπολογιστή μπορεί να διατυπώσει την εικασία ότι η περίμετρος και το εμβαδόν αποτελούν διαφορετικές έννοιες.

2α . Επαλήθευσης εικασίας με βάση την μεταβαλλόμενη εικόνα. Για παράδειγμα εάν ο μαθητής υποθέσει ότι οι διάμεσοι ενός τριγώνου ενδεχομένως να τέμνονται στο ίδιο σημείο μπορεί να σχεδιάσει ένα τρίγωνο και τις διαμέσους του και στη συνέχεια να σύρει τις κορυφές του τριγώνου στην οθόνη του

υπολογιστή οπότε θα επαληθεύσει την υπόθεσή του με μια απειρία εμπειρικών εικονικών δεδομένων.

2β . Επαλήθευσης εικασίας με βάση τα μεταβαλλόμενα αριθμητικά δεδομένα. Για παράδειγμα εάν ο μαθητής κατασκευάσει δύο κατακορυφήν γωνίες και υποθέσει ότι είναι ίσες (με το μάτι) μπορεί να επαληθεύσει την εικασία του μετρώντας αυτές τις δύο γωνίες για κάθε θέση των δύο τεμνομένων ευθειών.

3. Επαλήθευσης σχέσης με βάση τα μεταβαλλόμενα αριθμητικά δεδομένα σε συνδυασμό με την μεταβαλλόμενη εικόνα. Για παράδειγμα εάν ο μαθητής γνωρίζει ότι το άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου είναι 180 μοίρες μπορεί να το επαληθεύσει σχεδιάζοντας ένα τρίγωνο, μετρώντας τις γωνίες του, υπολογίζοντας το άθροισμά τους και στη συνέχεια πινακοποιώντας τις τιμές των γωνιών και του αθροίσματός τους ενώ μεταβάλλει τη μορφή του τριγώνου στην οθόνη του υπολογιστή.

4. Μαύρο κουτί-αιτιολόγηση του τι συμβαίνει σε μια γεωμετρική κατασκευή. Για παράδειγμα ο μαθητής μπορεί να προβληματιστεί προκειμένου να αιτιολογήσει το γιατί όταν μετρήσει αυτόματα την επιφάνεια δύο ή/και περισσότερων τριγώνων με κοινή βάση και των οποίων η κορυφή βρίσκεται σε μια ευθεία παράλληλη προς τη βάση αυτή έχουν το ίδιο εμβαδόν.

5. Πολλαπλών επιλύσεων. Για παράδειγμα ο μαθητής μπορεί να προσπαθήσει να σχεδιάσει ισεμβαδικά τρίγωνα χρησιμοποιώντας το πλέγμα, τους τύπους υπολογισμού, το σύρσιμο των κορυφών του τριγώνου στην οθόνη του υπολογιστή, την αντιγραφή και επικόλληση κ.α.

Η οργάνωση του μαθησιακού υλικού

Το μαθησιακό υλικό είναι οργανωμένο σε ιστοσελίδες. Η αρχική ιστοσελίδα φαίνεται στην Εικόνα 1 (Εικόνα 1). Είναι οργανωμένο ανά τάξη και αφορά στην ύλη της Γεωμετρίας των τριών τελευταίων τάξεων του Δημοτικού στις τρεις τάξεις του Γυμνασίου και του Λυκείου



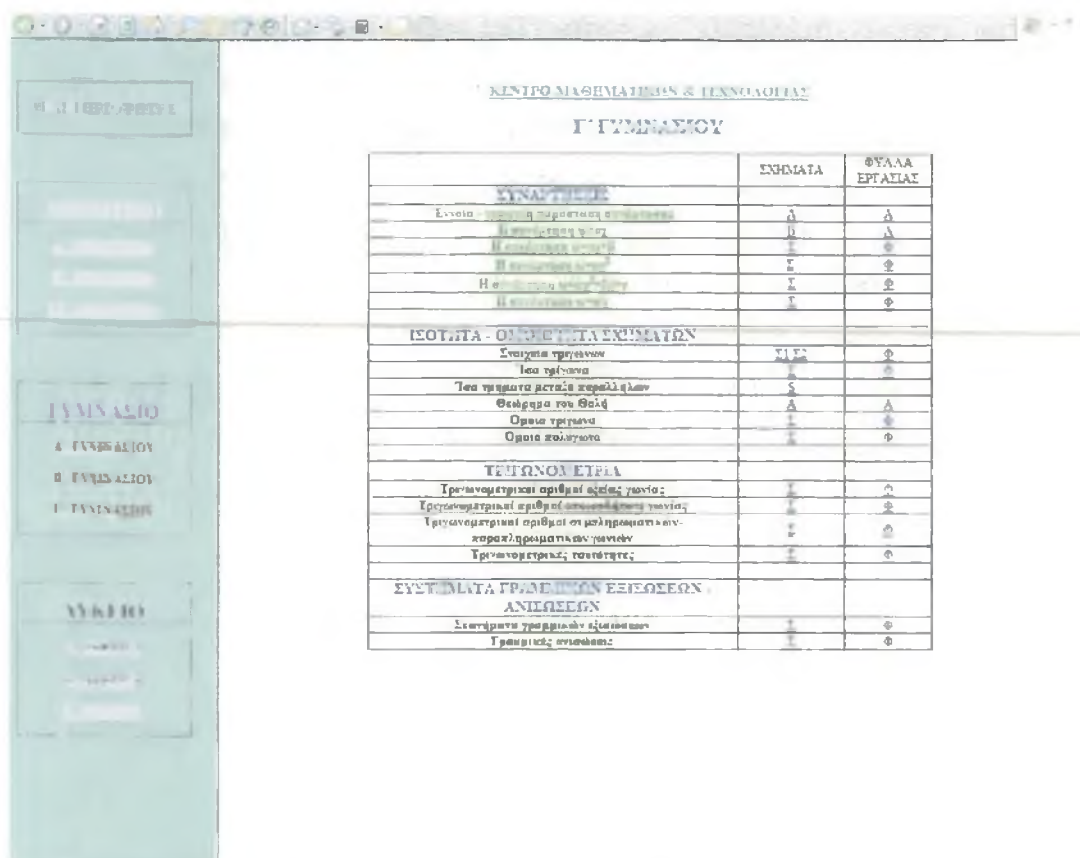
Εικόνα 1. Η εισαγωγική σελίδα για τη μάθηση γεωμετρικών εννοιών στην Π/μια και Δ/μια εκπ/ση

Η οργάνωση του μαθησιακού υλικού για κάθε τάξη έγινε με βάση τις βασικές γεωμετρικές έννοιες της συγκεκριμένης τάξης όπως αυτές προβλέπονται από το αναλυτικό πρόγραμμα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Ένα παράδειγμα περιεχομένου ιστοσελίδας που αφορά στην Α' Γυμνασίου παρουσιάζεται στην Εικόνα 2 (Εικόνα 2).

Η δόμηση του μαθησιακού υλικού που αφορά κάθε συγκεκριμένη μαθησιακή έννοια έγινε με βάση τους άξονες:

1. Δυνατότητα πειραματισμού μέσω μιας βασικής αλληλεπιδραστικής εικόνας
2. Δυνατότητα διατύπωσης ή επαλήθευσης εικασίας μέσω μετρήσεων
3. Εστίαση στις βασικές υποέννοιες της προς μάθηση έννοιας
4. Εστίαση σε βασικές ερωτήσεις κατανόησης της προς μάθηση έννοιας
5. Παροχή οδηγιών για τις βασικές τεχνικές δεξιότητες πειραματισμού με την αλληλεπιδραστική εικόνα.

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα δόμησης μαθησιακού υλικού για τη μάθηση του θεωρήματος Θαλή.



Εικόνα 2. Μαθησιακό υλικό για τη μάθηση γεωμετρικών εννοιών στην Γ΄ Γυμνασίου.

Παρακάτω αναλύονται τα βασικά μέρη κάθε δομικού στοιχείου του μαθησιακού υλικού:

1. Αλληλεπιδραστική εικόνα. Στο κύριο μέρος (αριστερό πάνω μέρος) της οθόνης εμφανίζεται η αλληλεπιδραστική εικόνα (ένα τρίγωνο και τα ύψη του).

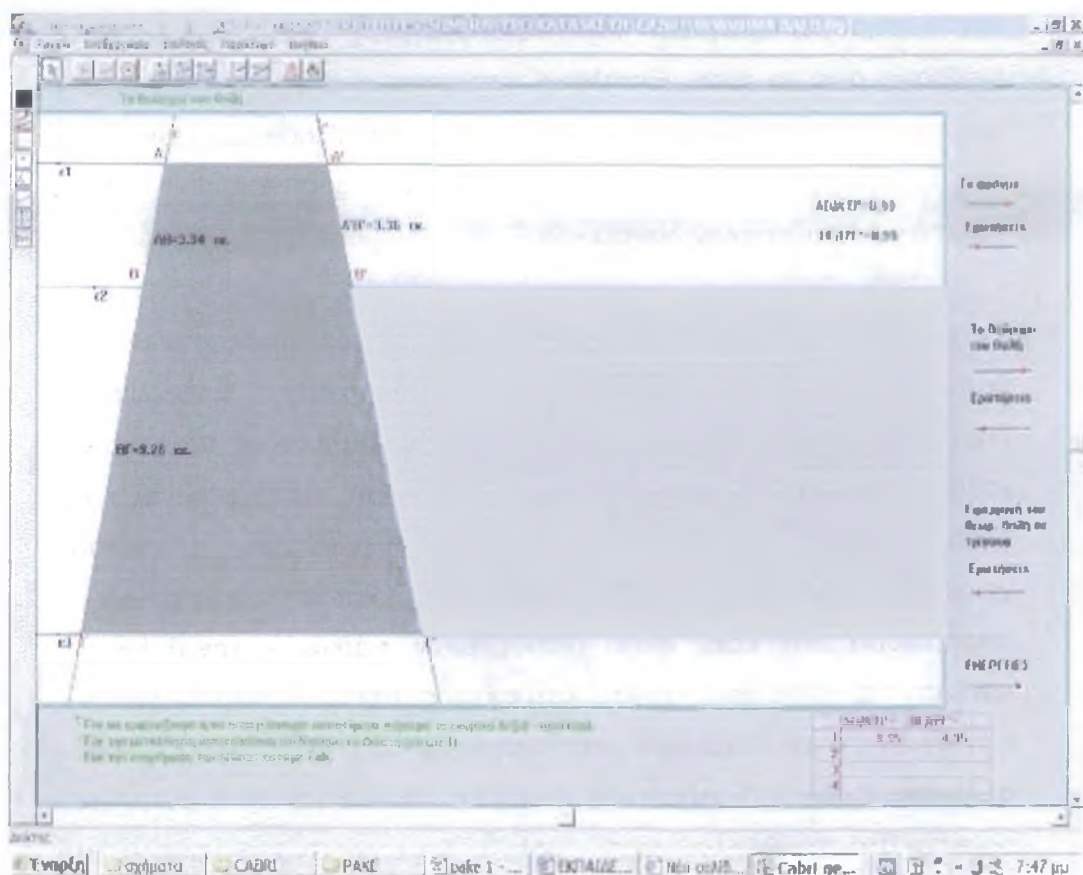
2. Μετρήσεις. Στο κύριο μέρος (αριστερό πάνω μέρος) της οθόνης εμφανίζεται ένας πίνακας ο οποίος επικοινωνεί με τα δεδομένα της αλληλεπιδραστικής εικόνας και μπορεί να ενημερώνεται από τους μαθητές κατά τη διάρκεια της μεταβολής της εικόνας μέσω του συρσίματος των κορυφών της στην οθόνη του υπολογιστή. Εδώ φαίνεται ένας πίνακας με τρεις στήλες σε κάθε

μία από τις οποίες μπορούν να αποθηκεύονται οι μετρήσεις των γωνιών Δ, Ε και Ζ.

3. Βασικές υποέννοιες και ερωτήσεις. Στο δεξιό μέρος της οθόνης (σε μια στήλη) υπάρχει η ανάλυση της έννοιας σε υποέννοιες κάθε μία από τις οποίες συνοδεύεται από τις κατάλληλες ερωτήσεις. Πιο συγκεκριμένα, στη στήλη αυτή ίδια στήλη υπάρχουν κουμπιά (κουκίδες) οι οποίες μπορούν να μετακινηθούν πάνω σε ευθύγραμμα τμήματα προς τα δεξιά ή τα αριστερά και αντίστοιχα να εμφανίζονται ή να αποκρύπτονται κάποια περιεχόμενα τα οποία μπορεί να είναι εικόνες ή κείμενα. Τα κουμπιά χωρίζονται σε ζεύγη κάθε ένα από τα οποία παραπέμπει σε μια υποέννοια της προς μάθηση έννοιας. Σε κάθε ζευγάρι κουμπιών το ένα κουμπί παραπέμπει στο σχετικό αλληλεπιδραστικό σχήμα και το άλλο σε ένα σύνολο σχετικών ερωτήσεων αντίστοιχα. Στην Εικόνα 3 μπορεί κανείς να δει τα κουμπιά που αναφέρονται στις έννοιες και τα αντίστοιχα κουμπιά ερωτήσεων. Το περιεχόμενο κάθε ερώτησης εμφανίζεται στο κάτω αριστερό πλαίσιο της οθόνης. Στη Εικόνα 3 έχει επιλεγεί το θεώρημα Θαλή και εμφανίζεται το αντίστοιχο αλληλεπιδραστικό σχήμα και ο πίνακας για τις μετρήσεις.

προσωπικού υπολογιστή για κάθε καθηγητή ή σύνδεσης με το Διαδίκτυο από το σπίτι. Επιπλέον, προκύπτει η ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών σε βασικές δυνατότητες του Διαδικτύου, όπως και στις δυνατότητες του περιβάλλοντος Cabri – geometry II ή άλλων πακέτων εκπαιδευτικού λογισμικού.

- **Τα μαθηματικά που διδάσκονται.** Η αλλαγή των μαθηματικών που κατασκευάζονται στο περιβάλλον Cabri – geometry II αποτελεί ένα βασικό σημείο συζήτησης. Σε αυτό το περιβάλλον οι γεωμετρικές κατασκευές γίνονται με διαφορετικό τρόπο απ' ό,τι με κανόνα και διαβήτη στο τετράδιο ή στον πίνακα. Γενικότερα, η επίλυση γεωμετρικών προβλημάτων και οι γεωμετρικές κατασκευές έρχονται ως αποτέλεσμα των κάθε φορά διατιθέμενων πόρων – εργαλείων. Η επίλυση της ίδιας γεωμετρικής κατασκευής, όπως το παράδειγμα της κατασκευής των διαμέσων ενός τριγώνου στο περιβάλλον Cabri – geometry II, δίνει διαφορετικές ευκαιρίες για μάθηση από αυτές που δίνονται στο περιβάλλον χαρτί – μολύβι. Συγκεκριμένα, οι μαθητές στο περιβάλλον Cabri – geometry II 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, ενόσω στον πίνακα ή στο χαρτί – μολύβι θα χρειαζόνταν πολύ περισσότερο χρόνο. Επιπλέον, στο περιβάλλον Cabri – geometry II οι μαθητές θα μπορούσαν ευκολότερα να διατυπώσουν εικασίες για τις κοινές ιδιότητες των διαφορετικών μορφών αυτών των κατασκευών απ' ό,τι στο περιβάλλον χαρτί – μολύβι. Η προσφορά της εικονικής ανατροφοδότησης των ενεργειών του μαθητή στο παράδειγμα των γεωμετρικών τόπων στο περιβάλλον Cabri – geometry II δίνει την ευκαιρία στους διδασκόμενους να διατυπώσουν εικασίες για τη μορφή του γεωμετρικού τόπου, ώστε στη συνέχεια να προχωρήσουν με μεγαλύτερη σιγουριά στην απόδειξη. Γενικότερα, παρέχεται η ευκαιρία στο μαθητή να κάνει αφαιρέσεις και να αναπτύξει τη γεωμετρική λογική μέσα από τον πειραματισμό του με τα δυναμικά σχήματα και τις κατασκευές που είναι εφικτό να υλοποιήσει στο περιβάλλον Cabri – geometry II. Εδώ τίθενται επίσης θέματα



Εικόνα 3. Παράδειγμα βασικού δομικού στοιχείου μαθησιακού υλικού

4. Παροχή οδηγιών για τις βασικές τεχνικές δεξιότητες πειραματισμού με την αλληλεπιδραστική εικόνα. Στο δεξιό μέρος της οθόνης (στο κάτω μέρος της στήλης που προαναφέρθηκε) Ακόμη υπάρχει ένα κουμπί (ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ) το οποίο παρέχει οδηγίες στους μαθητές (πλαίσιο κάτω αριστερά) για το πώς θα πειραματιστούν με την αλληλεπιδραστική κατασκευή.

Τι αλλάζει στο περιβάλλον της τάξης με τη χρήση ανοικτών υπολογιστικών περιβαλλόντων μάθησης όπως το Cabri – Geometry II

- **Οι συνθήκες υποδομής.** Γενικότερα, με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού το τοπίο του σχολείου αλλάζει. Δημιουργείται η αναγκαιότητα 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 το μάθημα των Μαθηματικών. Επιπλέον, τίθενται ζητήματα όπως η ανάγκη αγοράς

επιστημολογικής φύσης, όπως το αν η μαθηματική γνώση των παιδιών αποτελεί μεταφορά ενός συνόλου κανόνων από τους γνωρίζοντες στους μη γνωρίζοντες ή αν μπορεί να κατασκευάζεται από τους μαθητές σε κατάλληλα πλαίσια συμφραζομένων. Με άλλα λόγια, αν μπορεί να αναπτυχθεί η επαγωγική λογική στη γεωμετρία, όπου από το σχήμα μεταφερόμαστε στην εικασία και στην απόδειξή της, ή πρέπει να εφαρμόζεται αποκλειστικά η απαγωγική λογική, όπου από τους κανόνες και τα θεωρήματα προχωράμε στις ασκήσεις και στα προβλήματα. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι είναι αποδεκτά γενικότερα ζητήματα που αφορούν την κατασκευή της μαθηματικής γνώσης από τους επιστήμονες μέσα από το πείραμα, την αναίρεση και τη διόρθωση μέσω της επαγωγικής λογικής.

- **Θέματα προβληματισμού.** «Αν χρησιμοποιούν τα παιδιά το περιβάλλον Cabri – geometry II, μήπως χάσουν τη σχεδιαστική τους ικανότητα;», «Θα εγκαταλείψουμε τα χαρτιά, τα μολύβια και το μαυροπίνακα;» και παρόμοια ζητήματα τίθενται σε συζητήσεις από τους καθηγητές. Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινιστεί ότι, όταν θέλουμε να διδάξουμε μια έννοια, δε χρησιμοποιούμε ποτέ μια αυτόματη λειτουργία του υπολογιστή. Δηλαδή, αν θέλουμε να διδάξουμε το μαθητή τι σημαίνει ύψος ή πώς μετράμε μια γωνία, δε θα τον προτρέψουμε να τη μετρήσει αυτόματα ή να χαράξει το ύψος πατώντας ένα κουμπί, διότι έτσι του υποκαθιστούμε τη σκέψη. Μπορούμε όπως να τον καλέσουμε να πραγματοποιήσει αυτόματα τις λειτουργίες που προαναφέρθηκαν όταν πρόκειται να χρησιμοποιήσει τις έννοιες αυτές για την κατανόηση άλλων, όπως, για παράδειγμα, για την κατανόηση των ιδιοτήτων της μεσοκαθέτου ενός ευθύγραμμου τμήματος. Στην περίπτωση της χρήσης αυτόματων λειτουργιών πρέπει να δοθεί έμφαση στην κατανόηση του ότι εκείνο που θα κάνει τους μαθητές να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη είναι η φύση των ερωτήσεων που τους απευθύνονται και πώς αυτές αλλάζουν ανάλογα με τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα, δε θα καλέσουμε το μαθητή να σχεδιάσει ένα ζεύγος κάθετων ευθειών στο περιβάλλον Cabri –

geometry II, αλλά θα του ζητήσουμε να διερευνήσει τι συμβαίνει όταν αυτό το ζεύγος ευθειών περιστρέφεται.

- **Μαθηματικά για ποιον;** Το βασικό ερώτημα «Μαθηματικά για όλους ή για τους καλούς μαθητές;» τίθεται ξανά στα πλαίσια μιας διδασκαλίας με τη βοήθεια του Cabri – geometry II από τους καθηγητές, 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 είναι καλό να τονιστεί η ανάγκη του να παραδίδονται στο σχολείο μαθηματικά για όλους τους μαθητές. Ο πειραματισμός με γεωμετρικά σχήματα δίνει τη δυνατότητα διατύπωσης εικασίας για το ποιες ιδιότητες του σχήματος ή μιας γεωμετρικής κατασκευής διατηρούνται μέσα από τις μεταβολές της μορφής τους. Η διατύπωση εικασίας διευκολύνεται στο περιβάλλον Cabri – geometry II, σε σχέση με το περιβάλλον χαρτί – μολύβι, ενώ ένας μαθητής που μπορεί να προχωρήσει στην απόδειξη αισθάνεται σιγουριά για το τι είναι αυτό που πρέπει να αποδείξει. «Θα μπορέσουν όλοι οι μαθητές να φτάσουν στην απόδειξη;». Το σημείο αυτό φέρνει στο προσκήνιο τη συζήτηση των εξής 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; Παρ' ότι φαίνεται να γίνεται ολοένα και περισσότερο αποδεκτή η θεώρηση της αξιολόγησης της μάθησης του μαθητή σε σχέση με τον εαυτό του, εντούτοις υπάρχουν δυσκολίες με την πραγμάτωση αυτών των ιδεών, λόγω του ότι οι επικρατούσες κοινωνικές αντιλήψεις αναγνωρίζουν την αξιολόγηση του παιδιού σε σχέση με τα άλλα παιδιά και όχι σε σχέση με τον εαυτό του.
- **Ο ρόλος του δασκάλου.** Ο ρόλος του δασκάλου αλλάζει όταν χρησιμοποιείται εκπαιδευτικό λογισμικό ως μέσο μάθησης. Από αυθεντία και κυρίαρχο άτομο μέσα στην τάξη, το οποίο έχει οργανώσει μια διδασκαλία την οποία προσπαθεί να φέρει σε πέρας, μετατρέπεται

σε εξυπηρετητή της γνώσης των μαθητών. Χρειάζεται περισσότερη προετοιμασία και ίσως οι μαθητές να έχουν αποκτήσει καλύτερες δεξιότητες στη χρήση του υπολογιστή και του λογισμικού. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι και στο πλαίσιο μιας τάξης θα έπρεπε ο καθηγητής να μην αποδίδει στον εαυτό του το ρόλο της αυθεντίας, αλλά να αποδέχεται την προσωπικότητα των μαθητών ως ισότιμη και να τους παρέχει ευκαιρίες για πρωτοβουλία. Βεβαίως, η εμπειρία του καθηγητή είναι σημαντική στην αλληλεπίδρασή του με τους μικρούς μαθητές, αλλά η τεχνολογία δεν αναιρεί την εμπειρία του καθηγητή, απλώς την τοποθετεί σε ένα άλλο πλαίσιο, στο οποίο και ο καθηγητής κερδίζει. Ο ίδιος ο καθηγητής έχει το πλεονέκτημα να διερευνήσει μαθηματικά θέματα που τον απασχολούν, όπως και να κάνει μαθηματικά έχοντας στη διάθεσή του διαφορετικά εργαλεία από αυτά που είχε μέχρι σήμερα. Επιπλέον, μπορεί να πειραματίζεται με τις μακροκατασκευές και να λύνει δυσκολότερα προβλήματα που τυχόν αποτελούν πρόκληση γι' αυτόν.

- **Ο ρόλος του μαθητή.** Ο ρόλος του μαθητή επίσης αλλάζει όταν χρησιμοποιείται εκπαιδευτικό λογισμικό ως μέσο μάθησης. Συγκεκριμένα, ο μαθητής συμμετέχει σε ομάδες και εκφράζει συχνότερα τη γνώμη του και, ορισμένες φορές, ξέρει περισσότερα από τον καθηγητή του. Έτσι, η προσωπικότητά του έχει την ευκαιρία να είναι πιο ανεξάρτητη. Γενικότερα, με τη μείωση της αυθεντίας του καθηγητή και την ενίσχυση της έκφρασης της προσωπικότητας του μαθητή αλλάζει το πολιτισμικό περιβάλλον στη μαθηματική τάξη.
- **Η οργάνωση της τάξης.** Η διδασκαλία γεωμετρικών εννοιών με τη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού Cabri – geometry II πρέπει να διεξάγεται στο εργαστήριο ηλεκτρονικών υπολογιστών, το οποίο έχει δημιουργηθεί γι' αυτόν το σκοπό στο σχολείο. Δεν είναι απαραίτητο να προηγηθεί η διδασκαλία της θεωρίας στην τάξη. Η θεωρία τις πιο πολλές φορές είναι αποτέλεσμα πειραματισμού των μαθητών στο περιβάλλον Cabri – geometry II. Οι μαθητές κάθονται δύο ή τρεις ανά υπολογιστή και επικοινωνούν μεταξύ τους προκειμένου να φέρουν σε πέρας τις δραστηριότητες που τους τίθενται. Πολλές φορές, οι

καθηγητές αμφισβητούν την αξία της συνεργατικής μάθησης λέγοντας «Είναι δυνατόν να μάθουν οι μαθητές συνεργαζόμενοι; Θα τα λύνει ένας και οι άλλοι θα χαζεύουν. . .». Σε αυτό το σημείο μπορεί κανείς να επικαλεστεί τη θεωρία του Vygotsky (1978) για το ρόλο της συνεργασίας στη διερεύνηση της «ζώνης εγγύτερης ανάπτυξης» του παιδιού και να εξειδικεύσει υποστηρίζοντας ότι οι πιο αδύνατοι μαθητές μαθαίνουν από τους καλύτερους, ενώ στους τελευταίους δίνεται η ευκαιρία για την εμπέδωση της ύλης. Όσον αφορά τα ζητήματα της διεύθυνσης μιας τάξης οργανωμένης σε ομάδες, τίθεται το ερώτημα πώς μπορεί κανείς να εξασφαλίσει ότι οι μαθητές δε θα συζητούν για άσχετα θέματα προς το μάθημα ή δε θα παίζουν παιχνίδια κρυφά πίσω από τους υπολογιστές. Εδώ αποκτά μεγάλη σημασία η προετοιμασία τέτοιων δραστηριοτήτων, ώστε να ανήκουν στα ενδιαφέροντα των μαθητών και να ταιριάζουν με το διαθέσιμο διδακτικό χρόνο. Οι καθηγητές θα πρέπει να επαγρυπνούν όσον αφορά το χρόνο που δίνουν στους μαθητές προκειμένου να ολοκληρώσουν τις δραστηριότητες. Πρέπει αφενός να επαρκεί για να σκεφτούν και να πραγματοποιήσουν όλες τις απαραίτητες ενέργειες, αφετέρου όμως να μην πλεονάζει ώστε αυτοί να ασχολούνται με άλλα θέματα εκτός της δραστηριότητας, όπως παιχνίδια, ζωγραφική κ.ά. Βεβαίως, οι μαθητές θα συζητούν μεταξύ τους προκειμένου να λύσουν τα προβλήματα που τους τίθενται, και αυτό δεν είναι κακό, αντίθετα είναι πολύ χρήσιμο και κάτι που συνηθίζεται ιδιαίτερα σε χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής.

- **Οι δραστηριότητες.** Οι δραστηριότητες που δίνονται στους μαθητές συνιστάται να τους ενδιαφέρουν ώστε να τους δημιουργούν κίνητρο για να τις φέρουν σε πέρας. Θα πρέπει, εξάλλου, να έχουν ένα διερευνητικό χαρακτήρα, ώστε η γνώση που κατασκευάζεται σε αυτά τα πλαίσια να είναι λειτουργική, και θα πρέπει να είναι ανοικτές, δηλαδή να μπορούν να αντιμετωπιστούν με πολλαπλούς τρόπους από τους μαθητές ώστε να τους δίνουν ευκαιρίες για να εκφράσουν τις ιδιαιτερότητές τους στη μάθηση. Ειδικότερα, στο περιβάλλον Cabri – geometry II η χρήση δραστηριοτήτων της μορφής που προαναφέρθηκε είναι σημαντική λόγω του ότι ταιριάζουν με τη φύση του περιβάλλοντος και αξιοποιούν τις

δυνατότητές του. Οι δραστηριότητες, επίσης, που δίνονται στους μαθητές θα πρέπει να είναι προσεκτικά επιλεγμένες ώστε να αφορούν ουσιώδη και βασικά σημεία της γεωμετρίας και όχι λεπτομέρειες. Η ικανότητα του καθηγητή και το καθήκον του ως δασκάλου των μαθηματικών δεν είναι να απαγγείλει το βιβλίο της γεωμετρίας στους μαθητές του και να λύσει όλες τις ασκήσεις που αυτό περιέχει, αλλά να ξεχωρίσει τα κύρια και βασικά σημεία και να μην επικεντρωθεί στα δευτερεύοντα, να προτείνει προς επίλυση προβλήματα – κλειδιά, με τη λύση των οποίων επιλύονται μια σειρά από άλλα. Επιτυχημένος δεν είναι ο καθηγητής που δίνει έμφαση στην ποσότητα, μετατρέποντας το νου των μαθητών του σε αποθηκευτικό χώρο και λύνοντας ο ίδιος, με την αράδα, όσο περισσότερες ασκήσεις μπορεί, αλλά εκείνος ο οποίος δίνει έμφαση στην ποιότητα και τους παρέχει ευκαιρίες ώστε να ακονίσουν το μυαλό τους για να λύσουν προβλήματα.

- **Ο διδακτικός χρόνος και η διαδικασία σχεδίασης με τα εργαλεία του περιβάλλοντος Cabri – geometry II.** Σε συζήτηση με εκπαιδευτικούς τέθηκε το εξής ερώτημα: «Μέχρι να σχεδιάσει ο μαθητής ένα σχήμα με αυτό το εργαλείο, πάει η ώρα». Εάν κανείς χρονομετρήσει τη διαδικασία σχεδίασης μιας απλής κατασκευής, όπως στο παράδειγμα της σχεδίασης ενός τριγώνου και των διαμέσων του στο περιβάλλον Cabri – geometry II, θα παρατηρήσει ότι ο χρόνος κατασκευής δεν ξεπερνά τα πέντε λεπτά. Σε μια πιο σύνθετη κατασκευή παρέχεται, σίγουρα, περισσότερος χρόνος, όμως ο μαθητής κερδίζει διότι οι επιμέρους ενέργειές του για την κατασκευή γίνονται συνειδητές, ενώ στο περιβάλλον χαρτί – μολύβι αρκετές από αυτές γίνονται αυθόρμητα, όπως, π.χ., το σημείο τομής δύο ευθειών γίνεται με τη χάραξή τους χωρίς να είναι ανάγκη να οριστεί ως αντικείμενο – σημείο, κάτι απαραίτητο κατά τη σχεδίαση στο περιβάλλον Cabri – geometry II. Επιπλέον, με αυτό τον τρόπο σχεδίασης, οι μαθητές προετοιμάζονται για την κατανόηση εννοιών που αφορούν τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό.

- **Η δημιουργία ενός περιβάλλοντος εργασίας για τους μαθητές.** Οι μαθητές θα πρέπει να χρησιμοποιούν το τετράδιο εργασίας που συνοδεύει το εκπαιδευτικό λογισμικό Cabri – geometry II και να συμπληρώνουν τις ερωτήσεις που υπάρχουν σε αυτό. Το τετράδιο αυτό αποτελεί ένα χώρο εργασίας για το μαθητή, τον βοηθά να συγκεντρωθεί, όπως και τον δεσμεύει να ανταποκριθεί στα ζητούμενα μιας δραστηριότητας. Τα τετράδια εργασίας, σε συνδυασμό με το περιβάλλον του υπολογιστή, το οποίο επίσης αποτελεί έναν αλληλεπιδραστικό πειραματικό χώρο εργασίας, βοηθούν το μαθητή να εμπλακεί και να παραμείνει συγκεντρωμένος σε μια δραστηριότητα. Αντίθετα, μόνον η παρουσίαση από τον καθηγητή των μαθηματικών εννοιών με λεκτικό τρόπο ή και με τη βοήθεια του πίνακα, αποτελεί μια διαδικασία που δεν επαρκεί ώστε να συγκεντρώσει τους μαθητές για πολύ χρόνο στη δραστηριότητα, παρά τους αφήνει περιθώριο να σκέπτονται άλλα πράγματα και συντελεί ώστε να γίνεται βαρετή και μονότονη η διαδικασία της μάθησης.
- **Η επικοινωνία.** Προκειμένου να αξιοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η δυναμική – διερευνητική διάσταση του περιβάλλοντος Cabri – geometry II, σημαντικό ρόλο παίζει η δημιουργία ενός διερευνητικού περιβάλλοντος επικοινωνίας. Προς την κατεύθυνση αυτή αποφασιστικής σημασίας κρίνεται ο διερευνητικός χαρακτήρας των ερωτήσεων του καθηγητή. Οι διερευνητικές ερωτήσεις συνήθως είναι ανοικτού τύπου και έχουν στόχο να προκαλέσουν την εξωτερίκευση της σκέψης του μαθητή και σε καμία περίπτωση να την κατευθύνουν. Τέτοιες ερωτήσεις διατυπώνονται στην αρχή του μαθήματος μετά την παρουσίαση της δραστηριότητας στους μαθητές και έχουν ως εξής: τι να συμβαίνει άραγε εδώ, πώς βλέπετε εσείς την αντιμετώπιση αυτού του θέματος, ποιες εικασίες μπορείτε να διατυπώσετε, τι πιστεύετε για αυτό το πρόβλημα. Το βασικότερο χαρακτηριστικό αυτών των ερωτήσεων είναι ότι δεν προτείνουν κάτι στο μαθητή με το οποίο πρέπει αυτός να διαφωνήσει ή να συμφωνήσει, αλλά διερευνούν τι σκέπτεται ο μαθητής για τις μαθηματικές δραστηριότητες τις οποίες καλείται να φέρει σε πέρας. Αφού εκφραστεί η σκέψη των μαθητών, ο καθηγητής τους

καλεί να προχωρήσουν στη διαμόρφωση και στην εκτέλεση της γεωμετρικής κατασκευής. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες του περιβάλλοντος Cabri – geometry II για άμεση διαχείριση των γεωμετρικών – υπολογιστικών αντικειμένων στην οθόνη του υπολογιστή, οι μαθητές είναι καλό να καλούνται να διατυπώσουν εικασίες. Αυτό σημαίνει ότι ο καθηγητής προτρέπει τους μαθητές να εξαγάγουν τη δομή ή τις ιδιότητες μιας κατασκευής αφού στηριχθούν στα εικονικά δεδομένα τα οποία έχουν προκύψει με την προηγούμενη διαδικασία της άμεσης διαχείρισης. Οι απαντήσεις των μαθητών, οι οποίες είναι χρήσιμο να προέρχονται από δια-μαθητική συνεργασία, συνιστάται να ταξινομούνται και να αξιολογούνται από τους ίδιους, ώστε να εξάγονται συμπεράσματα.

Οποιοσδήποτε ερωτήσεις καλούν τους μαθητές απλώς και μόνο να συμφωνήσουν ή να διαφωνήσουν με μια μαθηματική σκέψη ή άποψη, στην πραγματικότητα υποκαθιστούν τη σκέψη και τον προβληματισμό του μαθητή και, ουσιαστικά, του προτείνουν αυτή την άποψη. Επιπλέον, οι ερωτήσεις που επικεντρώνουν την προσοχή του μαθητή σε συγκεκριμένα σημεία ενός προβλήματος υποκαθιστούν εκείνες τις νοητικές ενέργειες του μαθητή που απαιτούνται προκειμένου ο ίδιος να επιλέξει τα κρίσιμα σημεία και να επικεντρωθεί σε αυτά. Βεβαίως, όλοι οι μαθητές δεν μπορούν στο χρόνο που τους διατίθεται να επιλέξουν τα κατάλληλα σημεία και με βάση αυτά να προχωρήσουν σε μαθηματικές σκέψεις. Σε αυτούς τους μαθητές θα πρέπει οπωσδήποτε να δίνεται η κατάλληλη γνώση με τη μορφή βοήθειας, η οποία θα διευρύνει τη ζώνη της εγγύτερης τους ανάπτυξης και, ενδεχομένως, θα εσωτερικευτεί από αυτούς ώστε να αποκτήσουν νέα γνώση. Όμως, ο καθηγητής πρέπει να επαγρυπνά ώστε να δίνει στους μαθητές του μόνο εκείνη την απαραίτητη βοήθεια προκειμένου να προχωρήσουν στη μάθησή τους, και να έχει επίγνωση του ότι οτιδήποτε προσφέρει στους μαθητές του δε σημαίνει ότι εσωτερικεύεται οπωσδήποτε από αυτούς. Πιο γενικά μιλώντας, η γνώση που κατασκευάζουν οι μαθητές μόνοι τους αποτελεί την πραγματική τους γνώση, ενώ επιπλέον προσπάθεια πρέπει να καταβάλουν προκειμένου να ιδιοποιηθούν τη γνώση που κάθε φορά τους προσφέρεται από τον καθηγητή τους.

Το υλικό σε αυτή τη μορφή δοκιμάστηκε σε τάξη 5 φορές ως σήμερα. Από τις πρώτες μας παρατηρήσεις φαίνεται ότι οι μαθητές πλοηγούνται πολύ εύκολα και το βρίσκουν ενδιαφέρον. Δεν σπαταλάτε χρόνος στη μαύηση των ειδικών λειτουργιών του λογισμικού μιας και οι μαθητές έρχονται στο ΚΕ.ΜΑ.Τ. μόνο για λίγες ώρες. Διορθώσεις είναι χρήσιμο να γίνουν ως προς τις ερωτήσεις κατανόησης λόγω του ότι οι μαθητές εργάζονται σε εικονικά συστήματα και τους ζητείται να απαντήσουν σε φυσική γλώσσα κάτι δύσκολο γι αυτούς. Επιπλέον, εμπλουτισμός του μαθησιακού υλικού σε περισσότερες ενότητες του αναλυτικού προγράμματος και με χρήση και άλλων λογισμικών βρίσκονται στα μελλοντικά μας σχέδια. Ακόμη κρίνεται αναγκαία η επέκταση της υποδομής: σε εκπαιδευτικό λογισμικό, σε συγκεκριμένα υλικά ή/και παιχνίδια ειδικά για τη μάθηση των μαθηματικών, για δημιουργία και λειτουργία δανειστικής βιβλιοθήκης, σε μία τηλεόραση και ένα video για την προβολή μαγνητοσκοπημένων διδασκαλιών προκειμένου για τη συζήτηση και την επεξεργασία τους με τους καθηγητές των μαθηματικών.

8. ΣΧΕΔΙΟ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται ένα σχέδιο προετοιμασίας για την κατασκευή μιας δραστηριότητας που αφορά τις τέμνουσες κύκλου. Η μορφή του, είναι πρωτόλεια, και σε αυτήν καταγράφονται οι σκέψεις και τα βήματα υλοποίησης της δραστηριότητας. Η σημαντικότερη δυσκολία στο σχεδιασμό μιας δραστηριότητας είναι το ότι πρέπει να απεμπλακούμε από τον τρόπο παρουσίασης που είχαμε συνηθίσει στη συμβατική τάξη μιας και με τον υπολογιστή έχουμε ένα δυνατότερο μέσο και δεν ήταν σκόπιμο να αντιγράψουμε τον τρόπο και την μορφή που παρουσιάζεται η αντίστοιχη έννοια στο σχολικό βιβλίο.

1. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

- Περισσότερα “εργαλεία”, περισσότερες δυνατότητες, περισσότερες απαιτήσεις, ..

- Δυνατότητα μετακίνησης, μέτρησης, πινακοποίησης, ...

2. ΣΚΕΨΕΙΣ

- Να κατασκευάσω ένα σχήμα με δύο τέμνουσες και να δείξω ότι $PA \cdot PB = PG \cdot PD$;
- Να κατασκευάσω περισσότερες τέμνουσες και να δείξω ότι $PA \cdot PB = PG \cdot PD = PE \cdot PZ =$;
- Να κατασκευάσω μία τέμνουσα και να δείξω ότι $PA \cdot PB = c$;

3. ΣΤΟΧΟΣ

να κατανοήσουν οι μαθητές ότι:

- Το γινόμενο $PA \cdot PB$ είναι σταθερό και τη σχέση του με το $d^2 - R^2$.

να ανακαλέσουν προηγούμενες γνώσεις:

- Τα ποσά PA και PB είναι αντιστρόφως ανάλογα.

να συμπεράνουν:

- Το εμβαδό του ορθογωνίου με διαστάσεις PA και PB είναι σταθερό.

να συνδυάσουν γνώσεις:

- Το σημείο με συντεταγμένες (PA, PB) διαγράφει υπερβολή.

4. ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- Σχήμα για τις τέμνουσες.
- Πίνακας για τις τιμές των μεγεθών.
- Σχήμα για το εμβαδό.
- Γραφική παράσταση για την υπερβολή.

5. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Σχήμα για τις τέμνουσες

- κύκλος(k_4), σημείο(k_2), σημείο σε αντικείμενο(στον κύκλο)(k_2), τέμνουσες (ευθείες)(k_3), σημεία σε τομή(k_2), ορισμός τμημάτων(k_3), απόκρυψη ευθειών(k_{11}), έλεγχος σχήματος(k_1), ονομασίες(k_{10}), μετρήσεις(k_9).

- Υπολογισμοί - πινακοποίηση
- υπολογισμοί(κ9), πινακοποίηση(κ9).
- Σχήμα για το εμβαδό
- άξονες (κ11), μεταφορά μέτρησης(κ5), κάθετες(κ5), ορθογώνιο(κ3), απόκρυψη (κ11), γέμισμα (κ11), εμβαδόν(κ9), ονομασίες(κ10), μετρήσεις(κ9).
- Γραφική παράσταση
- γραμμή ίχνους(κ10), μετακίνηση(κ1)

7. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται σχέδια διδασκαλίας δραστηριοτήτων με εκπαιδευτικό λογισμικό οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στην αίθουσα του Κέντρου μαθηματικών & Τεχνολογίας. Τα σχέδια αυτά αναφέρονται σε διαφορετικές ενότητες της Γεωμετρίας και αφορούν την όλη διαδικασία σχεδίασης/υλοποίησης της διαδικασίας διδασκαλίας με εκπαιδευτικό λογισμικό. Η δομή τους και το περιεχόμενο το έχουν την αρχική τους μορφή, όπως τα σχεδιάσαμε στη διάρκεια της προετοιμασίας μας. Το πρώτο σχέδιο αναφέρεται στις γωνίες με παράλληλες ή κάθετες πλευρές για την Α' Λυκείου και το δεύτερο στο θεώρημα του Θαλή για την Γ' Γυμνασίου.

1. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

Ποιος είναι ο στόχος μας:

- Να είμαστε προετοιμασμένοι, σίγουροι για αυτό που κάνουμε, να αισθανόμαστε καλά ώστε να μπορούμε να διαχειριστούμε το μάθημα.
- Ευδιάθετοι για να δημιουργηθεί ένα κλίμα ανοικτό και ευχάριστο ώστε τα παιδιά να μάθουν και εμείς να αποδώσουμε.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο ΚΕΜΑΤ τα Μαθηματικά:

- Είναι συγκεκριμένα και όχι αφημένα.
 - Όλοι μπορούν να κάνουν κάτι.
 - Θα κάνετε μόνοι σας πράγματα και δεν θα ακούτε μόνο.
-
- Θα χρησιμοποιήσετε μοντέρνο τρόπο που είναι στην κουλτούρα σας.
 - Θα ανακαλύψετε τη γνώση και δεν θα σας τη δώσουν έτοιμη.

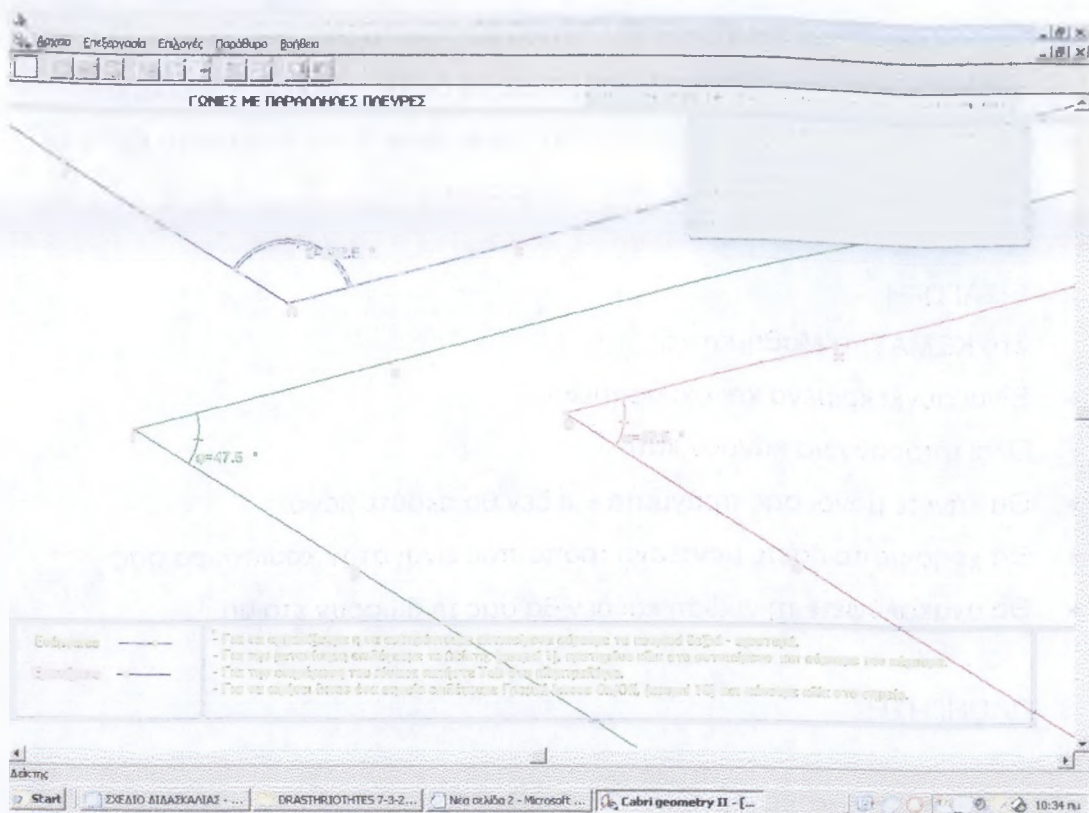
3. ΠΛΟΗΓΗΣΗ

4. ΤΙ ΘΑ ΜΑΘΟΥΜΕ ΣΗΜΕΡΑ

Τι θα μάθουμε σήμερα: (Τη σχέση των γωνιών με παράλληλες πλευρές (κάθετες πλευρές))

5. ΒΑΣΙΚΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ, ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

(τονίζουμε την αξία του υπολογιστή)



Η επιφάνεια εργασίας των μαθητών.

6. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Τι είναι γωνία, πως ονομάζεται, ποια είναι τα στοιχεία της.
- Γωνίες οξείες, αμβλείες, ορθές, συμπληρωματικές, παραπληρωματικές.
- Παραλληλία ευθειών, καθετότητα.

7. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΛΕΥΡΩΝ

- Μετακινούμε τις γωνίες από τις κορυφές.
- Γράφουμε τις σχέσεις των πλευρών.
- Τονίζουμε – ρωτάμε τι έχουμε μέχρι τώρα.

8. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΓΩΝΙΩΝ

- Μετακινούμε τις πλευρές της γωνίας ω .
- Μεταβάλλεται η ω πως μεταβάλλονται οι άλλες;
- Γράφουμε τις σχέσεις των γωνιών. (οξεία, αμβλεία, κλπ)
- Τονίζουμε – ρωτάμε τι έχουμε μέχρι τώρα.

9. ΠΙΝΑΚΟΠΟΙΗΣΗ

- Μετακινούμε τις πλευρές της γωνίας ω ώστε να είναι οξεία και αμβλεία, μετά ορθή.
- Πινακοποιούμε τα αποτελέσματα
- Τονίζουμε – ρωτάμε τι βρήκαμε;

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Όταν έχουμε τότε.....
- Συμπληρώνουμε τους κανόνες.

ΘΕΩΡΗΜΑ ΤΟΥ ΘΑΛΗ

1. Ποιος είναι ο στόχος μας:

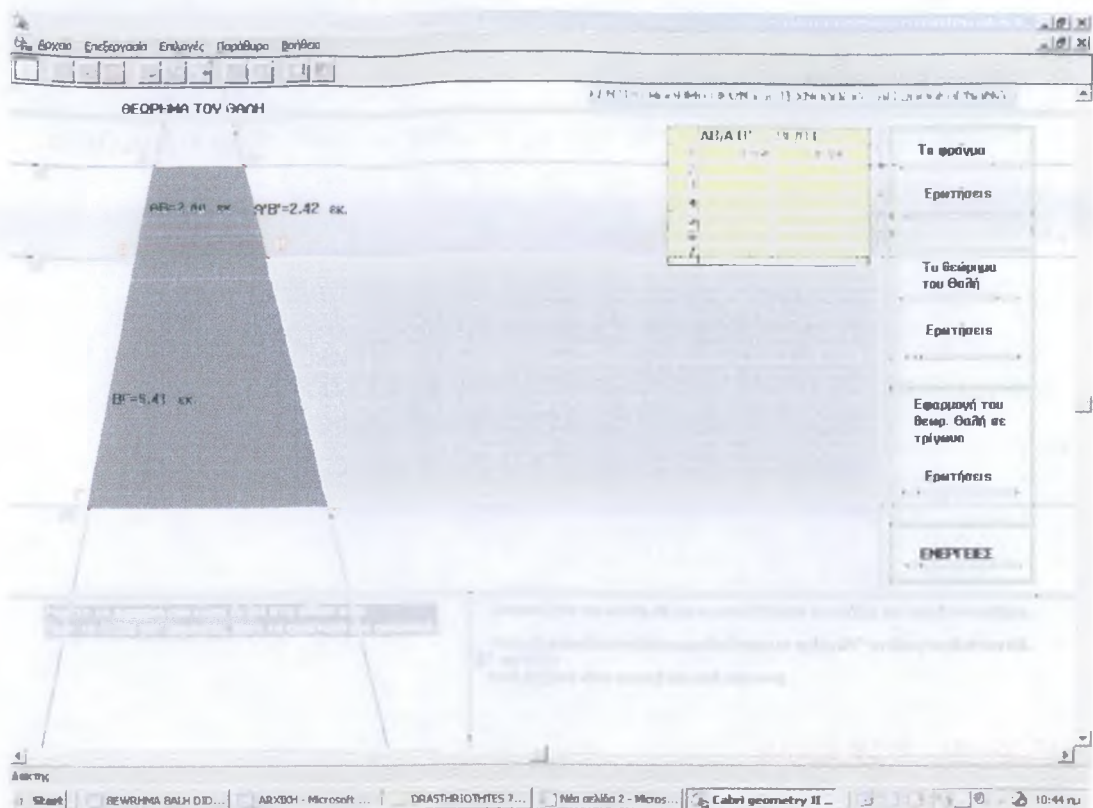
- Προετοιμασμένοι, σίγουροι, για να αισθανόμαστε καλά ώστε να μπορούμε να διαχειριστούμε το μάθημα.
- Ευδιάθετοι για να δημιουργηθεί ένα κλίμα ανοικτό και ευχάριστο ώστε τα παιδιά να μάθουν και εμείς να αποδώσουμε.

2. Στο ΚΕΜΑΤ τα Μαθηματικά:

- Είναι συγκεκριμένα και όχι αφημένα.
- Όλοι μπορούν να κάνουν κάτι.
- Θα κάνετε μόνοι σας πράγματα και δεν θα ακούτε μόνο.
- Θα χρησιμοποιήσετε μοντέρνο τρόπο, είναι στην κουλτούρα σας.
- Θα ανακαλύψετε τη γνώση και δεν θα σας τη δώσουν έτοιμη.

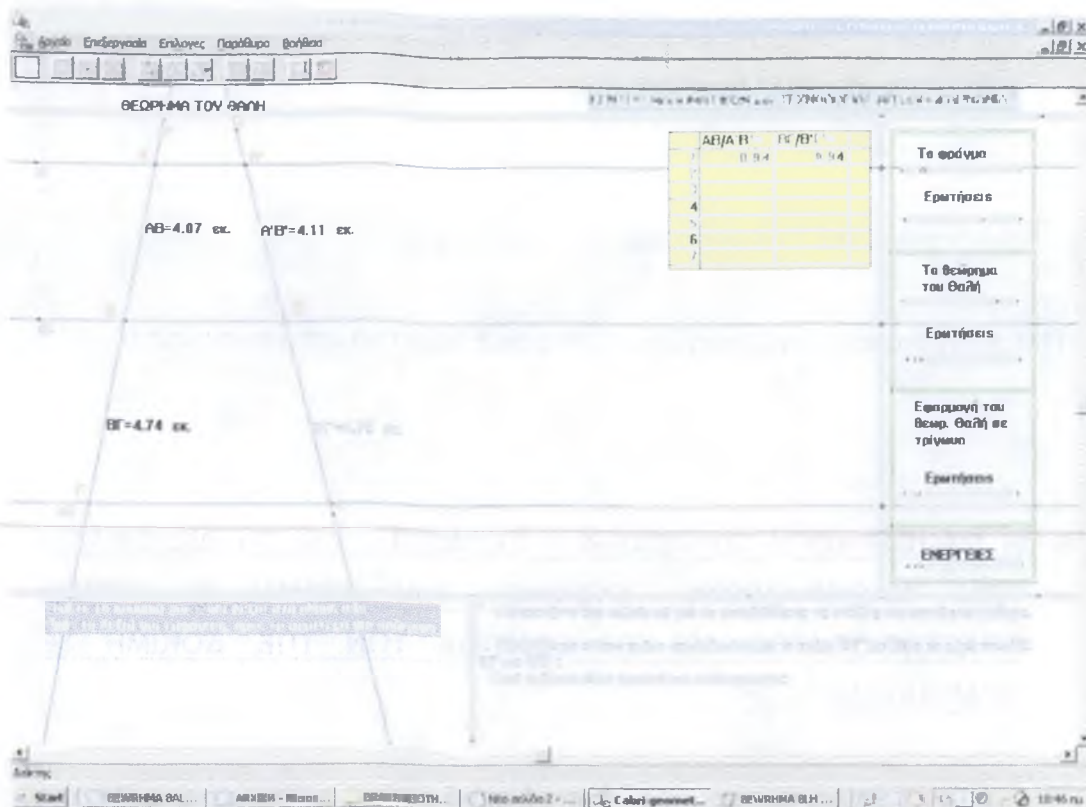
3. Τι θα μάθουμε σήμερα. (Το θεώρημα του Θαλή. Ξέρετε κάτι γι αυτόν;)

4. Ξεκινάμε την πλοήγηση.



Η αρχική επιφάνεια εργασίας των μαθητών στην οποία τίθεται το πρόβλημα που πρέπει να λύσουν.

5. Το φράγμα. Μπορούμε με κάποιο τρόπο να υπολογίσουμε το τμήμα $B\Gamma'$ (που είναι κάτω από το νερό) με βάση τα μήκη των τμημάτων AB , $B\Gamma$ και $A'B'$; Ας βγάλουμε το νερό. (τονίζουμε την αξία του υπολογιστή)



Η επιφάνεια εργασίας των μαθητών στην οποία το πρόβλημα αναπαριστάνεται με γεωμετρικά σχήματα.

6. Τι παρατηρείτε για το σχήμα που βλέπετε; (να αναγνωρίσουν τα γεωμετρικά στοιχεία του σχήματος και την σχέση μεταξύ τους) Εστιάζουμε στο ποια είναι τα δεδομένα και να τα γράψουν (3 παράλληλες ευθείες και 2 τέμνουσες)
7. Να υπολογίσουμε (να κάνουμε κάποιες πράξεις)
8. Κάνουμε τους υπολογισμούς κατά ομάδες. (με τη χρήση της αριθμομηχανής)

AB+BΓ κλπ

9. Η ισότητα $(AB/A'B')=(BΓ/B'Γ')$ ισχύει πάντα; Για να μετακινήσουμε τις παράλληλες (τους δείχνουμε πως γίνεται η μετακίνηση και η ενημέρωση

του πίνακα) Τι παρατηρείτε; Όλοι παρατηρείτε το ίδιο; (τους εστιάζουμε να κοιτάνε στις στήλες του πίνακα)

10. Διατύπωση του θεωρήματος Θαλή με βάση τα δεδομένα και τα συμπεράσματα. (όταν έχουμε τότε ισχύει....)

11. Επανερχόμαστε στο φράγμα. (μπορούμε τώρα να υπολογίσουμε το τμήμα Β'Γ';)

9. Η ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ CABRI II GEOMETRY ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ 5 ΤΥΠΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ ΤΠΕ ΔΟΚΙΜΗ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΗ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η δομή 5 τύπων φύλλων παρουσίασης δραστηριοτήτων (φύλλα έργου) με χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού Cabri-Geometry II, για τη μάθηση μαθηματικών εννοιών:

- α) Φύλλα σε περιβάλλον χαρτί μολύβι,
- β) Ηλεκτρονικά φύλλα,
- γ) Αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές για επί μέρους έννοιες,
- δ) Αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές για μια ενότητα και
- ε) Αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές με δυνατότητα εμπλουτισμού του περιεχομένου από το χρήστη.

Κατασκευάστηκαν δραστηριότητες για τη μάθηση γεωμετρικών εννοιών με τη βοήθεια του περιβάλλοντος Cabri-Geometry II. Οι δραστηριότητες αυτές παρουσιάστηκαν με τους 5 διαφορετικούς τύπους που προαναφέρθηκαν. Για κάθε τύπο παρουσιάζονται σχετικά παραδείγματα και στοιχεία από τη χρήση τους στην τάξη με μαθητές στα πλαίσια της λειτουργίας του Κέντρου Μαθηματικών & Τεχνολογίας Αιτωλοακαρνανίας. Βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε τύπου συζητούνται με βάση τα αποτελέσματα από τη δοκιμασία τους στην τάξη.

Η παρούσα μελέτη είναι μια ποιοτική μελέτη η οποία στοχεύει να διερευνήσει την χρήση διαφόρων μορφών δραστηριοτήτων με τη χρήση εργαλείων του Cabri-Geometry II. Αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης έρευνας για την κατασκευή δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία των Μαθηματικών σε μαθητές Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου με τη χρήση εργαλείων του Cabri-Geometry II. Κατά τη διάρκεια της έρευνας αυτής χρησιμοποιήθηκαν πέντε τύποι δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία Γεωμετρικών εννοιών σε μαθητές διαφορετικών σχολείων που για πρώτη φορά μάθαιναν μαθηματικά με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού. Στην παρούσα εργασία συζητιέται η διδασκαλία με εκπαιδευτικό λογισμικό Γεωμετρικών εννοιών σε μαθητές Γυμνασίου. Οι μαθητές, που προέρχονταν από διάφορα Σχολεία του νομού Αιτωλοακαρνανίας, δεν είχαν καμία εξοικείωση με το Cabri-Geometry II και αυτό ήταν επιλογή για την ερευνά μας ώστε να εκτιμήσουμε την όλη διεργασία της μάθησης με αυτές τις συνθήκες.

Ο χώρος της έρευνας ήταν το Κέντρο Μαθηματικών & Τεχνολογίας του Νομού Αιτωλοακαρνανίας που βρίσκεται στο 3^ο Γυμνάσιο Ναυπάκτου. Οι μαθητές εργάζονταν σε ομάδες, ανά τρεις σε κάθε υπολογιστή. Οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν από 12 διαφορετικά τμήματα και βρέθηκαν στην αίθουσα των Μαθηματικών μόνο μία φορά το καθένα. Συνολικά εκτέλεσαν τις δραστηριότητες περισσότεροι από 300 μαθητές. Τα θέματα των δραστηριοτήτων είχαν σχέση με την πορεία της ύλης του σχολικού τους βιβλίου, χωρίς όμως να έχουν διδαχθεί την αντίστοιχη έννοια στη συμβατική τάξη. Στη διαδικασία του μαθήματος - δραστηριότητας που εκτελούσαν οι μαθητές παρευρίσκονταν στην αίθουσα οι καθηγητές τους χωρίς να κάνουν καμία παρέμβαση βοήθειας. Ο ρόλος ο δικός μας ήταν περισσότερο καθοδηγητικός και υποστηρικτικός στην πορεία εκτέλεσης της δραστηριότητας. Προσπάθειά μας ήταν να εκμαιεύσουμε από τους μαθητές την εικασία που διατύπωναν με βάση τις παρατηρήσεις τους στην επιφάνεια εργασίας του Cabri Geometry II.

Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων ακολουθούσε μια τυπική διαδικασία όπως: καθορισμός απαιτήσεων του προβλήματος, διατύπωση προδιαγραφών, σχεδιασμός, υλοποίηση, έλεγχος και βελτίωση του αποτελέσματος. Στο ξεκίνημα μαθήματος έπρεπε να αποβάλουμε το άγχος των μαθητών και την πίεση που ενδεχομένως αισθανόταν στο καινούργιο μαθησιακό περιβάλλον που βρισκόταν, να τους δώσουμε να καταλάβουν ότι δεν εξετάζονται και δεν βαθμολογούνται,

ώστε να εστιαστούν περισσότερο στις απαιτήσεις δραστηριότητας. Ήμασταν προετοιμασμένοι για τη διαχείριση του μαθήματος και των προβλημάτων που ενδεχομένως θα προέκυπταν στη χρήση των υπολογιστών, σίγουροι για αυτό που κάνουμε, ευδιάθετοι, για να δημιουργηθεί ένα κλίμα ανοικτό και ευχάριστο ώστε τα παιδιά να μάθουν και εμείς να αποδώσουμε.

Από το ξεκίνημα λειτουργίας του Κέντρου Μαθηματικών & Τεχνολογίας μέχρι σήμερα δοκιμάστηκαν 5 τύποι παρουσίασης δραστηριοτήτων προκειμένου να πραγματοποιηθούν από τους μαθητές. Για την κατασκευή των φύλλων έργου πάρθηκαν υπόψη οι σύγχρονες κοινωνικές και εποικοδομιστικές θεωρήσεις για τη γνώση και τη μάθηση (von Glasersfeld, 1987; Vygotsky, 1978; Noss & Hoyles, 1996). Με βάση αυτές τις θεωρήσεις διατυπώθηκαν προδιαγραφές οι οποίες έγινε προσπάθεια να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό των δραστηριοτήτων που προτείνονται στους μαθητές μέσω των φύλλων έργου (Nardi, 1996; Kordaki, 2003; 2004). Οι προδιαγραφές που διατυπώθηκαν παρατίθενται παρακάτω και χωρίζονται σε 4 κατηγορίες.

- 1) Προδιαγραφές που αφορούν το αντικείμενο μάθησης, όπως: α) ποιος είναι ο επιστημονικός ορισμός του προς μάθηση αντικείμενου, β) με ποιες βασικές δραστηριότητες μπορεί να δομηθεί το αντικείμενο μάθησης,
- 2) Προδιαγραφές που αφορούν στο μαθητή, όπως: α) πως οι μαθητές μαθαίνουν το συγκεκριμένο μαθησιακό αντικείμενο, β) ποιο είναι το προφίλ των μαθητών,
- 3) Προδιαγραφές που αφορούν στις κοινωνικές συνθήκες μάθησης, όπως: α) πως θα αναπτύσσεται εσωτερικό κίνητρο στο μαθητή (δραστηριότητες από την καθημερινή ζωή, παιχνίδια, να δίνεται η ευκαιρία στο μαθητή να μελετά τα δικά του αντικείμενα), β) πως θα ενθαρρύνεται ο μαθητής: να μπαίνει στη θέση του ερευνητή, να εκφράσει τις ατομικές και ενδο-ατομικές του διαφορές στη μάθηση, να εξελίσσεται, να αυτο-διορθώνεται, να επαληθεύει εικασίες, να επαληθεύει σχέσεις, να συνεργάζεται,
- 4) Προδιαγραφές που αφορούν στην καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του λογιστικού από τους μαθητές, όπως: α) αλληλεπιδραστικότητα, β) άμεση διαχείριση μαθηματικών αντικειμένων, γ) εικονική ανατροφοδότηση, δ) εμφάνιση

ίχνους, ε) αριθμητική ανατροφοδότηση, στ) ποικιλία εργαλείων για εννοιολογική κατασκευή διαφόρων μαθηματικών εννοιών, ζ) εργαλεία κυμαινόμενης διαφάνειας για επίλυση ποικιλίας σημαντικών προβλημάτων, η) πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα (γραφικά, πινακοποίηση, εξισώσεις, υπολογισμοί), θ) εργαλεία βοήθειας και ι) επεκτασιμότητα. Με βάση τις παραπάνω προδιαγραφές δημιουργήθηκαν 5 τύποι παρουσίασης δραστηριοτήτων.

Οι τύποι αυτοί παρατίθενται παρακάτω:

Α) Φύλλα σε περιβάλλον χαρτί μολύβι. Στα φύλλα αυτά μπορούν να πραγματοποιηθούν δραστηριότητες που αφορούν επί μέρους θέμα μιας μαθησιακής ενότητας, παρουσιάζονται με φύλλα εργασίας σε περιβάλλον χαρτί μολύβι, πραγματοποιούνται στο εκπαιδευτικό λογισμικό και συνοδεύονται από ερωτήσεις τις οποίες απαντούν οι μαθητές σε περιβάλλον χαρτί μολύβι.

Β) Ηλεκτρονικά φύλλα. Στα φύλλα αυτά μπορούν να πραγματοποιηθούν δραστηριότητες που αφορούν επί μέρους θέμα μιας μαθησιακής ενότητας, παρουσιάζονται μέσω ηλεκτρονικών φύλλων εργασίας στα οποία κυριαρχεί το κείμενο το οποίο υπερσυνδέεται με αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές στο περιβάλλον του εκπαιδευτικού λογισμικού και συνοδεύονται από ερωτήσεις τις οποίες απαντούν οι μαθητές μέσω ηλεκτρονικών φύλλων εργασίας.

Γ) Αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές για επί μέρους έννοιες. Δραστηριότητες που αφορούν επί μέρους θέμα μιας μαθησιακής ενότητας, πραγματοποιούνται μέσω απ ευθείας πειραματισμού των μαθητών με αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές στο περιβάλλον του εκπαιδευτικού λογισμικού στις οποίες ενσωματώνεται κείμενο που παρουσιάζει τη δραστηριότητα, τις οδηγίες χρήσεις όπως και ερωτήσεις.

Δ) Αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές για μια ενότητα. Δραστηριότητες που αφορούν μια ολόκληρη μαθησιακή ενότητα, πραγματοποιούνται μέσω απ ευθείας πειραματισμού των μαθητών με αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές στο περιβάλλον του εκπαιδευτικού λογισμικού στις οποίες ενσωματώνεται συμπυκνωμένο κείμενο που παρουσιάζει τη δραστηριότητα, και τις οδηγίες χρήσεις ενώ οι ερωτήσεις παρουσιάζονται μέσω κουμπιών. Για κάθε επί μέρους θέμα της μαθησιακής ενότητας υπάρχει και ξεχωριστό κουμπί που παραπέμπει σε αυτήν.

Ε) Αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές με δυνατότητα εμπλουτισμού του περιεχομένου. Δραστηριότητες που αφορούν ευρύτερες

μαθησιακές ενότητες στις οποίες υπάρχει η δυνατότητα εμπλουτισμού του περιεχομένου από τον εκπαιδευτικό. Στις δραστηριότητες αυτές δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή της επιφάνειας εργασίας ώστε να προσηλώνεται περισσότερο ο μαθητής στη δραστηριότητα και να μην αποσπάται η προσοχή του από τα εργαλεία του Cabri και τα κουμπιά επιλογών που δημιουργήθηκαν για τη ανάπτυξη της δραστηριότητας. Ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει τη δραστηριότητα στις ανάγκες του μαθήματος και του προφίλ των μαθητών του έχοντας ελάχιστες γνώσεις υπολογιστών.

Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται η δομή των 5 τύπων παρουσίασης δραστηριοτήτων και δίνονται αντίστοιχα παραδείγματα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρήση των 4 τύπων σε πραγματική τάξη. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά συζητούνται βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε τύπου. Οι δραστηριότητες που αναφέρονται σε αυτήν την ενότητα έχουν όλες το ίδιο θέμα, το Θεώρημα του Θαλή, έτσι ώστε να είναι εμφανέστερη η διαφορά μεταξύ τους, να μπορούν να γίνουν συγκρίσεις και να εξαχθούν συμπεράσματα.

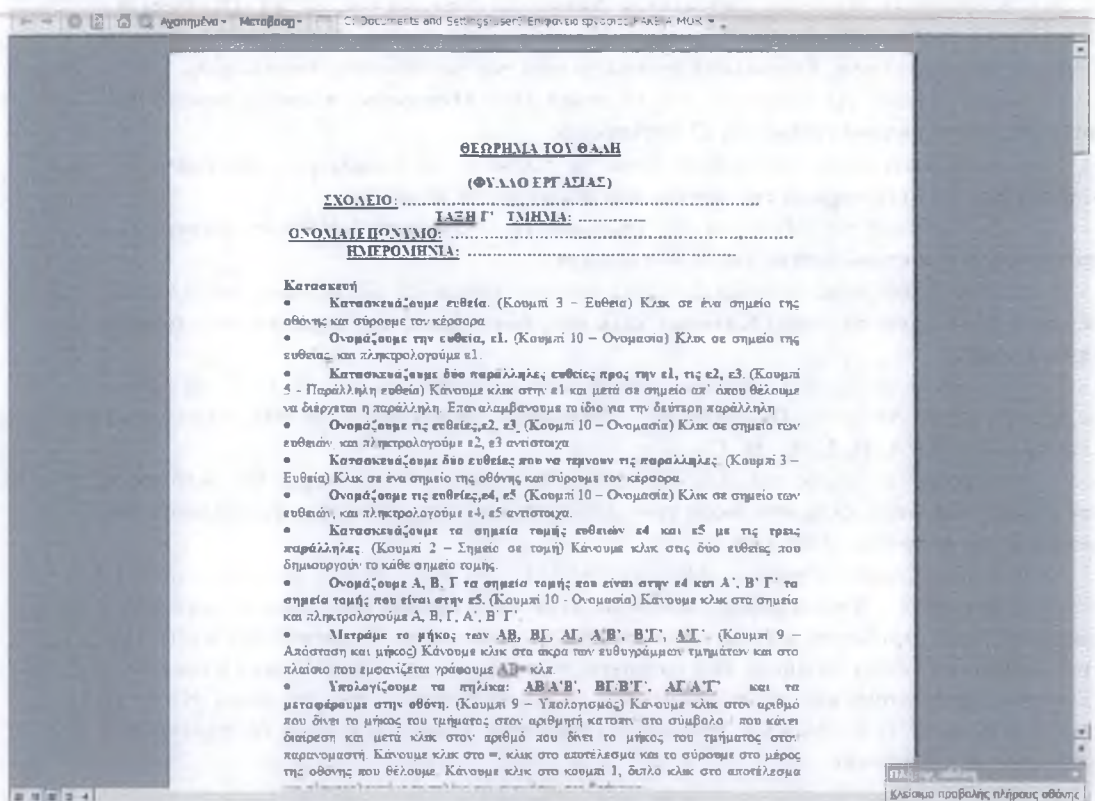
A) ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΧΑΡΤΙ - ΜΟΛΥΒΙ

Στα φύλλα αυτά παρουσιάζονται δραστηριότητες που αφορούν ένα επί μέρους θέμα μιας μαθησιακής ενότητας, πραγματοποιούνται στο εκπαιδευτικό λογισμικό και συνοδεύονται από ερωτήσεις τις οποίες απαντούν οι μαθητές σε περιβάλλον χαρτί μολύβι. Η δομή των φύλλων είχε τη μορφή:

- α) περιγραφή του στόχου της δραστηριότητας,
- β) περιγραφή των πληκτρολογήσεων προκειμένου να κατασκευαστεί η γεωμετρική κατασκευή την οποία καλούνταν να μελετήσουν οι μαθητές,
- γ) ανοικτές ερωτήσεις διερευνητικού τύπου,
- δ) εστιασμένες διερευνητικές ερωτήσεις.

Στην Α' μορφή δραστηριοτήτων δίνεται στους μαθητές το φύλλο εργασίας στο οποίο αναφέρονται αναλυτικά οι οδηγίες κατασκευής του σχήματος. Το φύλλο κατασκευής – εργασίας δίνεται στους μαθητές φωτοτυπημένο. Οι δραστηριότητες της μορφής αυτής είναι όμοιες με εκείνες που προτείνει το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο στο πακέτο εκπαιδευτικού λογισμικού που έχει εγκρίνει και αποστέλλει στα σχολεία του προγράμματος «Οδύσσεια»

Η διδασκαλία στην τάξη απέδειξε ότι οι μαθητές αισθάνονταν ικανοποίηση που κατασκεύαζαν το σχήμα αλλά χρειάζονταν αρκετό χρόνο εξοικείωσης με το Cabri-Geometry II και ολοκλήρωσης του σχήματος. Παρατηρήθηκε ότι προσηλωνόταν περισσότερο στην χρήση του λογισμικού και λιγότερο στο θέμα της δραστηριότητας. Οι μαθητές έδειχναν να κουράζονται με την διαδικασία κατασκευής. Επίσης το λάθος στην κατασκευή του σχήματος ενός μαθητή οδηγούσε σε καθυστέρηση ολοκλήρωσης της δραστηριότητας της ομάδας - τάξης. Επί πλέον υπήρξε δυσκολία βοήθειας στους μαθητές σε λάθη που έκαναν στον υπολογιστή τους ειδικά όταν στην αίθουσα υπάρχει μόνο ένας εκπαιδευτικός.



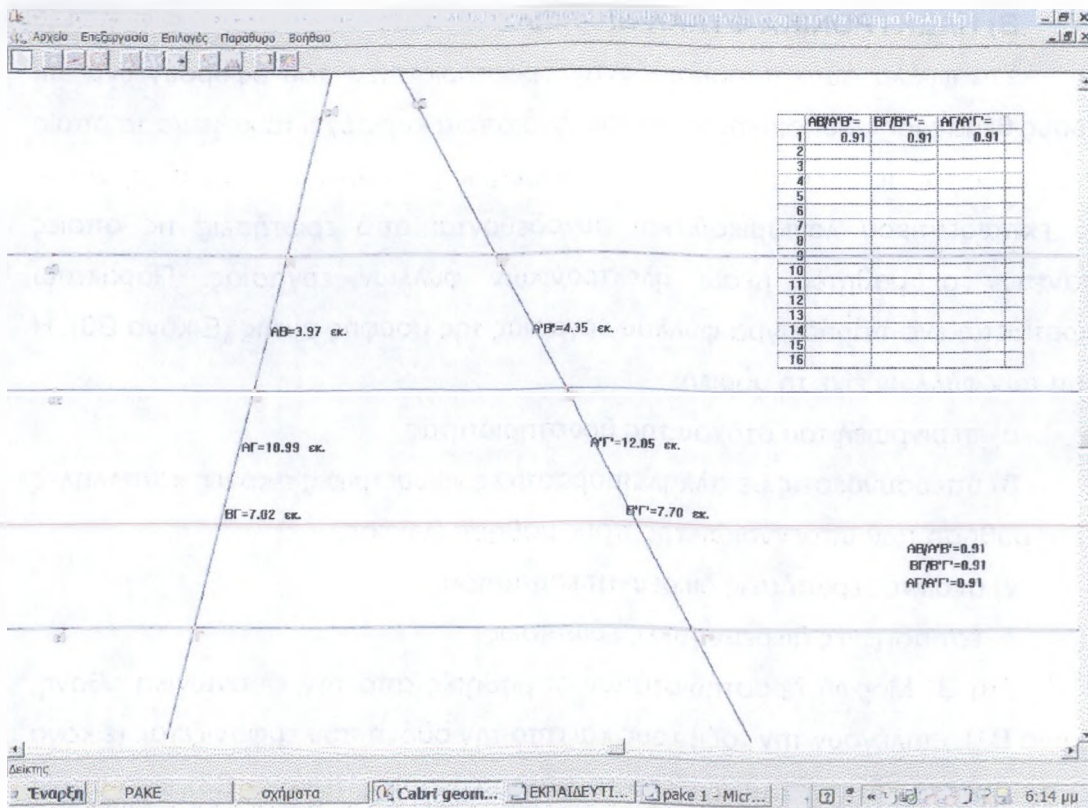
Εικόνα Α1: Το φύλλο εργασίας στην οθόνη του υπολογιστή.

Παρακάτω παρατίθεται ένα φύλλο εργασίας της μορφής αυτής.

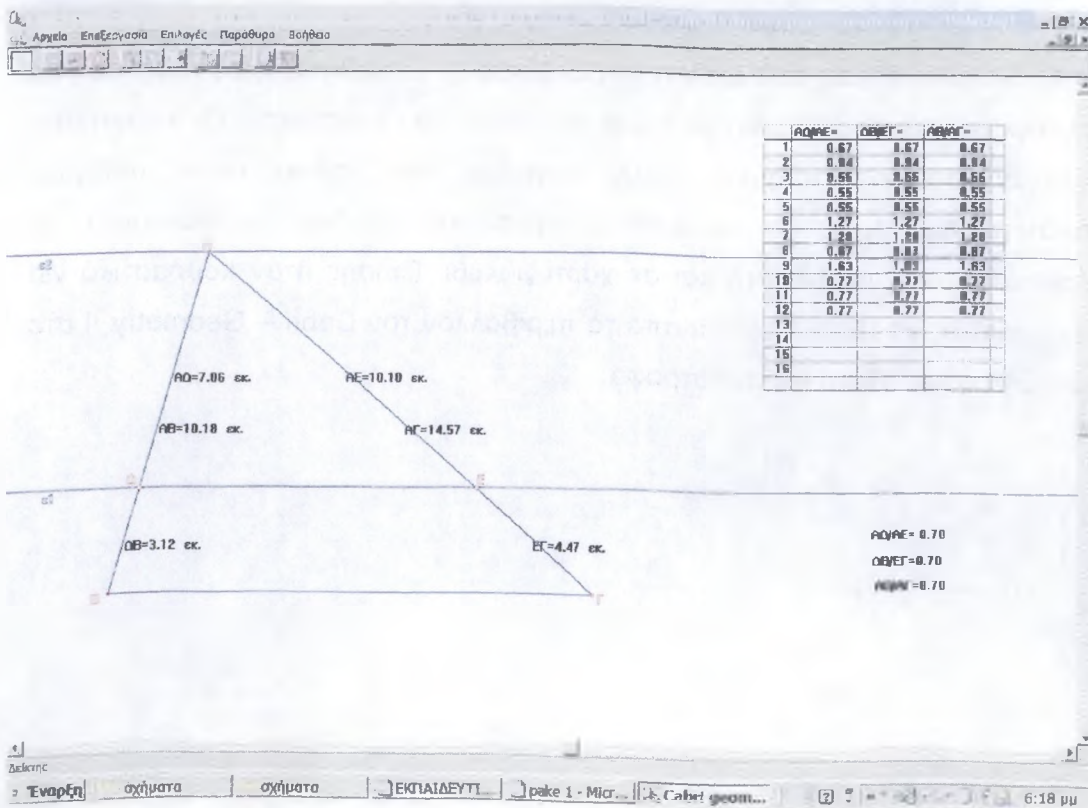
ΤΟ ΘΕΩΡΗΜΑ ΤΟΥ ΘΑΛΗ (ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ)	
ΣΧΟΛΕΙΟ:	ΤΑΞΗ Γ' ΤΜΗΜΑ:
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:
Κατασκευή	
• Κατασκευάζουμε ευθεία. (Κουμπί 3 – Ευθεία) Κλικ σε ένα σημείο της οθόνης και σύρουμε τον κέρσορα.	
• Ονομάζουμε την ευθεία, ε1. (Κουμπί 10 – Ονομασία) Κλικ σε σημείο της ευθείας, και πληκτρολογούμε ε1.	
• Κατασκευάζουμε δύο παράλληλες ευθείες προς την ε1, τις ε2, ε3. (Κουμπί 5 – Παράλληλη ευθεία) Κάνουμε κλικ στην ε1 και μετά σε σημείο απ' όπου θέλουμε να διέρχεται η παράλληλη. Επαναλαμβάνουμε το ίδιο για την δεύτερη παράλληλη.	
• Ονομάζουμε τις ευθείες, ε2, ε3. (Κουμπί 10 – Ονομασία) Κλικ σε σημείο των ευθειών, και πληκτρολογούμε ε2, ε3 αντίστοιχα.	
• Κατασκευάζουμε δύο ευθείες που να τέμνουν τις παράλληλες. (Κουμπί 3 – Ευθεία) Κλικ σε ένα σημείο της οθόνης και σύρουμε τον κέρσορα.	
• Ονομάζουμε τις ευθείες, ε4, ε5. (Κουμπί 10 – Ονομασία) Κλικ σε σημείο των ευθειών, και πληκτρολογούμε ε4, ε5 αντίστοιχα.	
• Κατασκευάζουμε τα σημεία τομής ευθειών ε4 και ε5 με τις τρεις παράλληλες. (Κουμπί 2 – Σημείο σε τομή) Κάνουμε κλικ στις δύο ευθείες που δημιουργούν το κάθε σημείο τομής.	
• Ονομάζουμε Α, Β, Γ τα σημεία τομής που είναι στην ε4 και Α', Β' Γ' τα σημεία τομής που είναι στην ε5. (Κουμπί 10 - Ονομασία) Κάνουμε κλικ στα σημεία και πληκτρολογούμε Α, Β, Γ, Α', Β' Γ'.	
• Μετράμε το μήκος των ΑΒ, ΒΓ, ΑΓ, Α'Β', Β'Γ', Α'Γ'. (Κουμπί 9 – Απόσταση και μήκος) Κάνουμε κλικ στα άκρα των ευθυγράμμων τμημάτων και στο πλαίσιο που εμφανίζεται γράφουμε ΑΒ= κλπ.	
• Υπολογίζουμε τα πηλίκια: ΑΒ/Α'Β', ΒΓ/Β'Γ', ΑΓ/Α'Γ' και τα μεταφέρουμε στην οθόνη. (Κουμπί 9 – Υπολογισμός) Κάνουμε κλικ στον αριθμό που δίνει το μήκος του τμήματος στον αριθμητή κατόπιν στο σύμβολο / που κάνει διαίρεση και μετά κλικ στον αριθμό που δίνει το μήκος του τμήματος στον παρανομαστή. Κάνουμε κλικ στο =, κλικ στο αποτέλεσμα και το σύρουμε στο μέρος της οθόνης που θέλουμε. Κάνουμε κλικ στο κουμπί 1, διπλό κλικ στο αποτέλεσμα και πληκτρολογούμε το πηλίκιο των τμημάτων που βρήκαμε.	
Τι παρατηρείτε;	
Διερεύνηση: (Κουμπί 1) Πιάνουμε με τον κέρσορα μία – μία τις ευθείες και τις μετακινούμε. Τι παρατηρείτε;	

Εικόνα Α2: Η πρώτη σελίδα από το φύλλο εργασίας του θεωρήματος

Θαλή:



Εικόνες A3 και A4 Τα σχήματα που προέκυψαν από τις ενέργειες των μαθητών



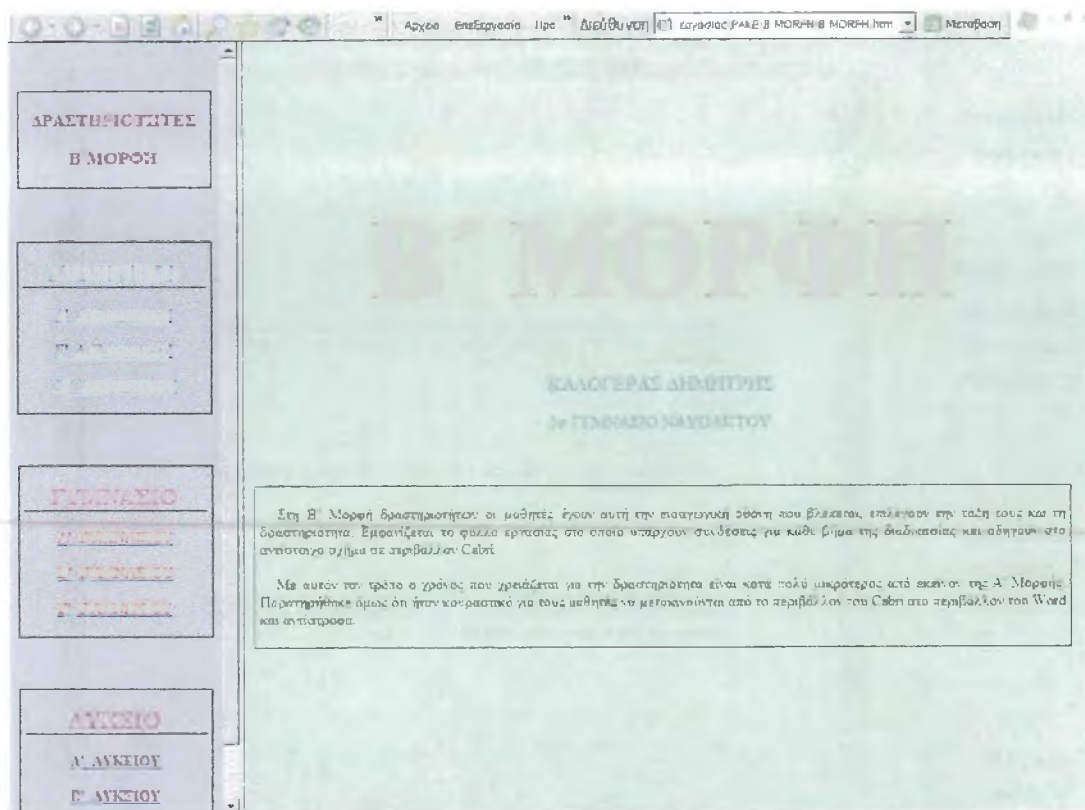
B) ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στα φύλλα αυτά παρουσιάζονται δραστηριότητες που αφορούν ένα επί μέρους θέμα μιας μαθησιακής ενότητας, στα οποία κυριαρχεί το κείμενο το οποίο υπερσυνδέεται με αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές στο περιβάλλον του εκπαιδευτικού λογισμικού και συνοδεύονται από ερωτήσεις τις οποίες απαντούν οι μαθητές μέσω ηλεκτρονικών φύλλων εργασίας. Παρακάτω παρατίθεται ένα παράδειγμα φύλλου εργασίας της μορφής αυτής (Εικόνα Β3). Η δομή των φύλλων είχε τη μορφή:

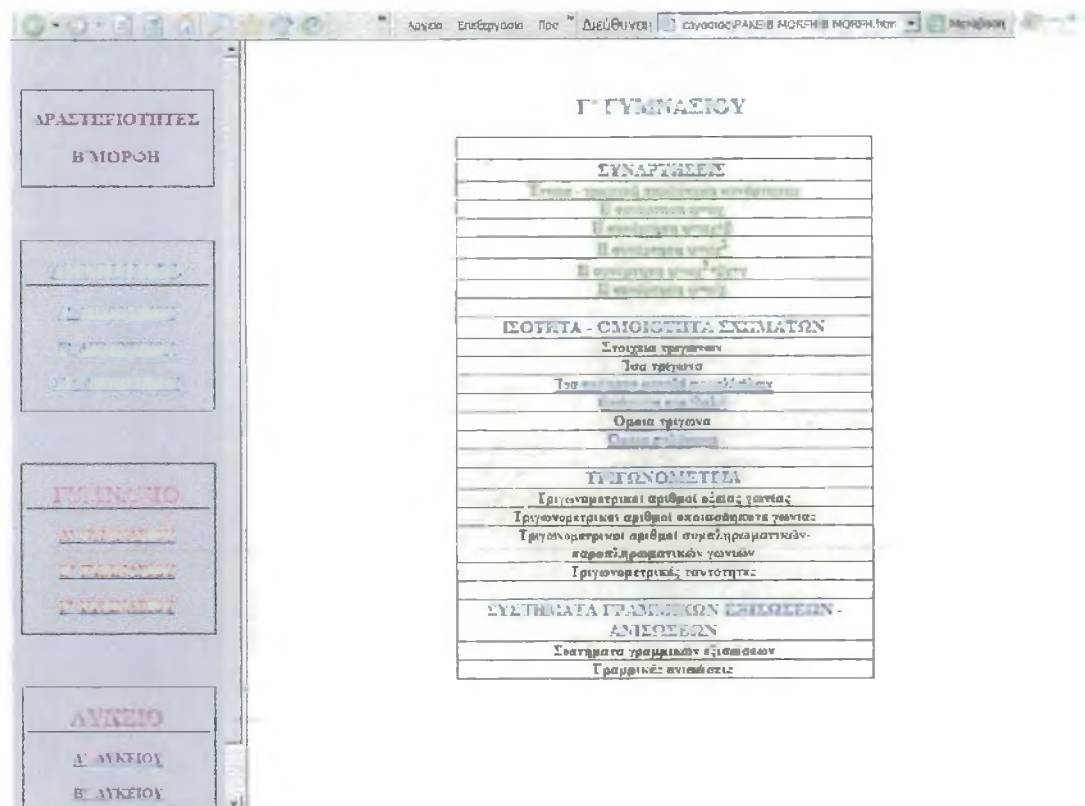
- α) περιγραφή του στόχου της δραστηριότητας,
- β) υπερσυνδέσεις με αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές εικόνες κατάλληλες για τη μάθηση των υποεννοιών της προς μάθηση έννοιας,
- γ) ανοικτές ερωτήσεις διερευνητικού τύπου,
- δ) εστιασμένες διερευνητικές ερωτήσεις.

Στη Β΄ Μορφή δραστηριοτήτων οι μαθητές από την εισαγωγική οθόνη, (εικόνα Β1), επιλέγουν την τάξη τους και από την οθόνη που εμφανίζεται, (εικόνα Β2), τη δραστηριότητα. Εμφανίζεται το φύλλο εργασίας, (εικόνα Β3), στο οποίο υπάρχουν συνδέσεις σε κάθε βήμα της διαδικασίας και οδηγούν στο αντίστοιχο σχήμα σε περιβάλλον Cabri - Geometry II

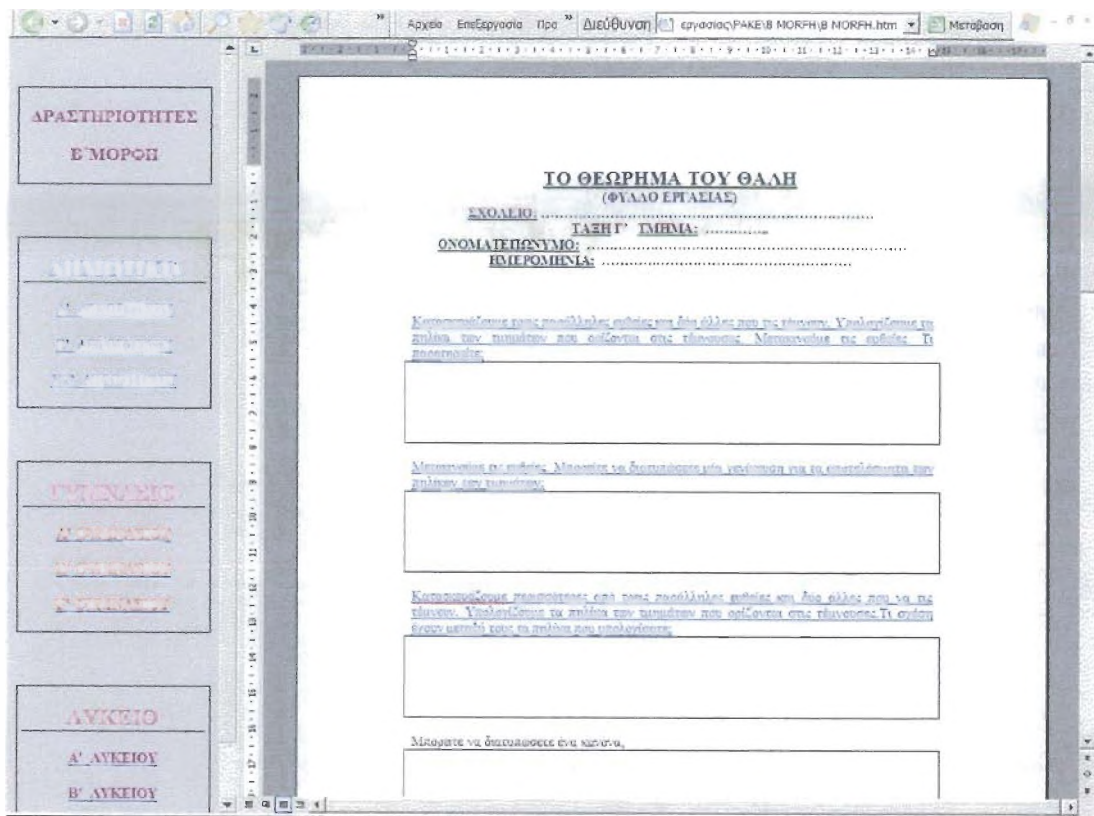
Με αυτόν τον τρόπο ο χρόνος που χρειάζεται για την δραστηριότητα είναι κατά πολύ μικρότερος από εκείνον της Α΄ Μορφής. Οι μαθητές ήταν περισσότερο εστιασμένοι στη δραστηριότητα παρά στη χρήση του λογισμικού. Οι απαντήσεις δίνονταν στο φωτοτυπημένο φύλλο εργασίας που δόθηκε στους μαθητές. Παρατηρήθηκε όμως ότι οι μαθητές εργαζόταν σε δύο περιβάλλοντα, το περιβάλλον του υπολογιστή και σε χαρτί μολύβι. Επίσης ήταν κουραστικό για τους μαθητές να μετακινούνται από το περιβάλλον του Cabri – Geometry II στο περιβάλλον του Word και αντίστροφα.



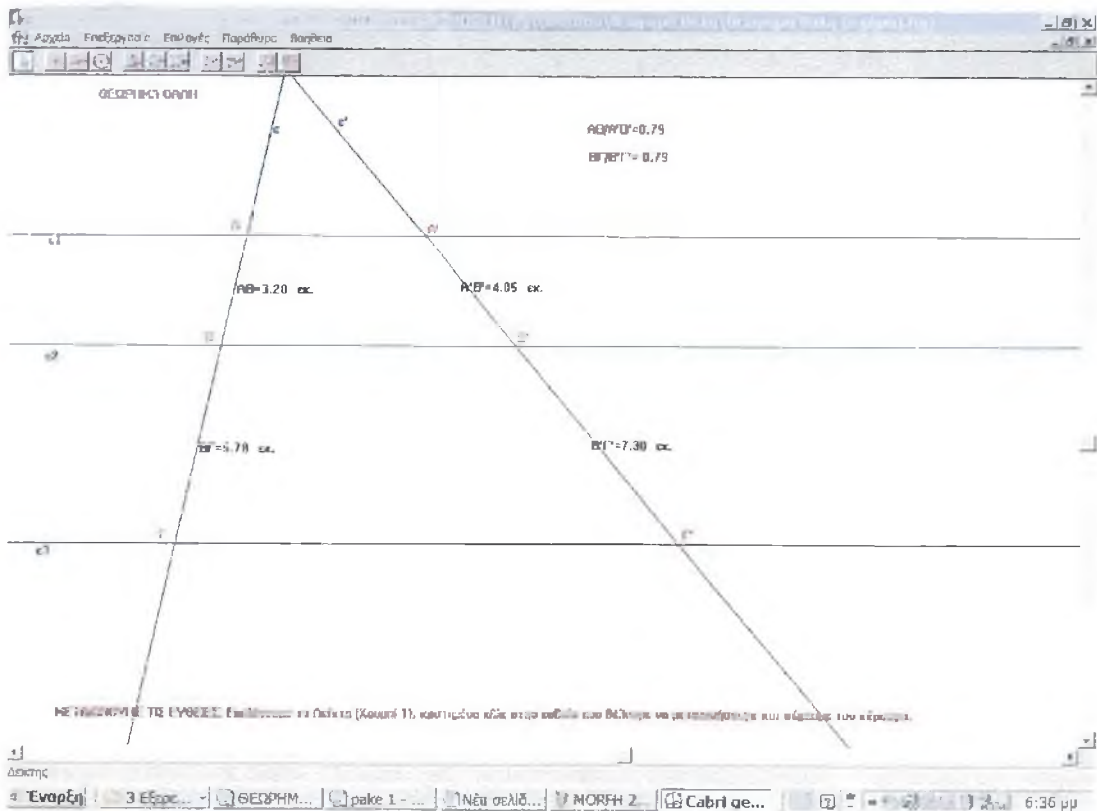
Εικόνα Β1: Η εισαγωγική οθόνη για την πλοήγηση.



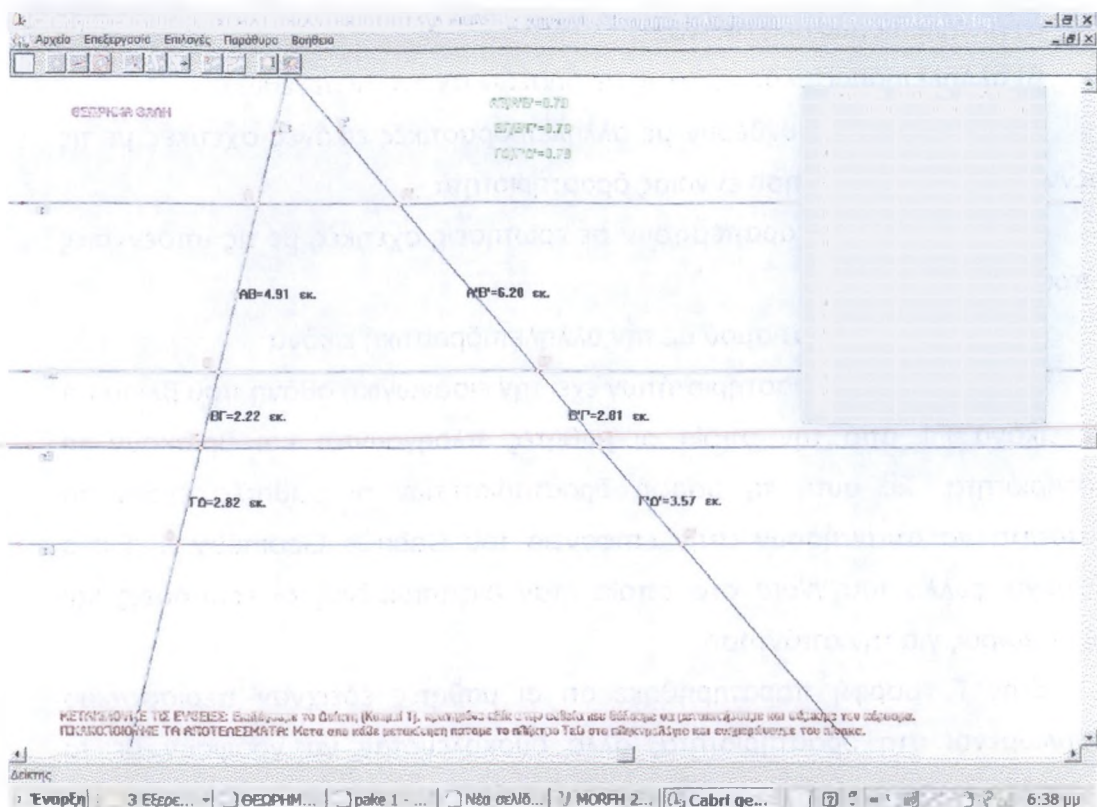
Εικόνα Β2: Οι μαθητές επιλέγουν τη δραστηριότητα



Εικόνα Β3: Αλληλεπιδραστικό φύλλο εργασίας.



Εικόνα Β4: Αλληλεπιδραστική εικόνα υπερσυνδεδεμένη με ηλεκτρονικό φύλλο.



Εικόνα Β5: Η οθόνη σε περιβάλλον Cabri – Geometry II στην οποία δίνονται και βασικές οδηγίες για τις ενέργειες που έπρεπε να κάνουν οι μαθητές.

Στην Εικόνα Β3 για παράδειγμα με κλικ στον υπερσύνδεσμο που αναφέρεται στο θεώρημα του Θαλή εμφανίζεται η αλληλεπιδραστική κατασκευή η οποία παρουσιάζεται στην Εικόνας Β4 και Β5. Η αλληλεπιδραστική εικόνα δίνει την ευκαιρία στο μαθητή να πειραματιστεί και να διατυπώσει εικασία για τις ιδιότητες του θεωρήματος. Στην εικόνα δίνονται επίσης δυνατότητες ενημέρωσης πίνακα με βάση μετρήσεις κατάλληλα επιλεγμένων μεγεθών (μήκη των ευθυγράμμων τμημάτων), οδηγίες για το πώς να πειραματιστεί ο μαθητής και ερωτήσεις σχετικές με το θέμα.

Γ) ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Με τη βοήθεια αυτών των κατασκευών μπορούν να πραγματοποιούνται δραστηριότητες που αφορούν επί μέρους θέμα μιας μαθησιακής ενότητας, πραγματοποιούνται μέσω απ ευθείας πειραματισμού των μαθητών με τις

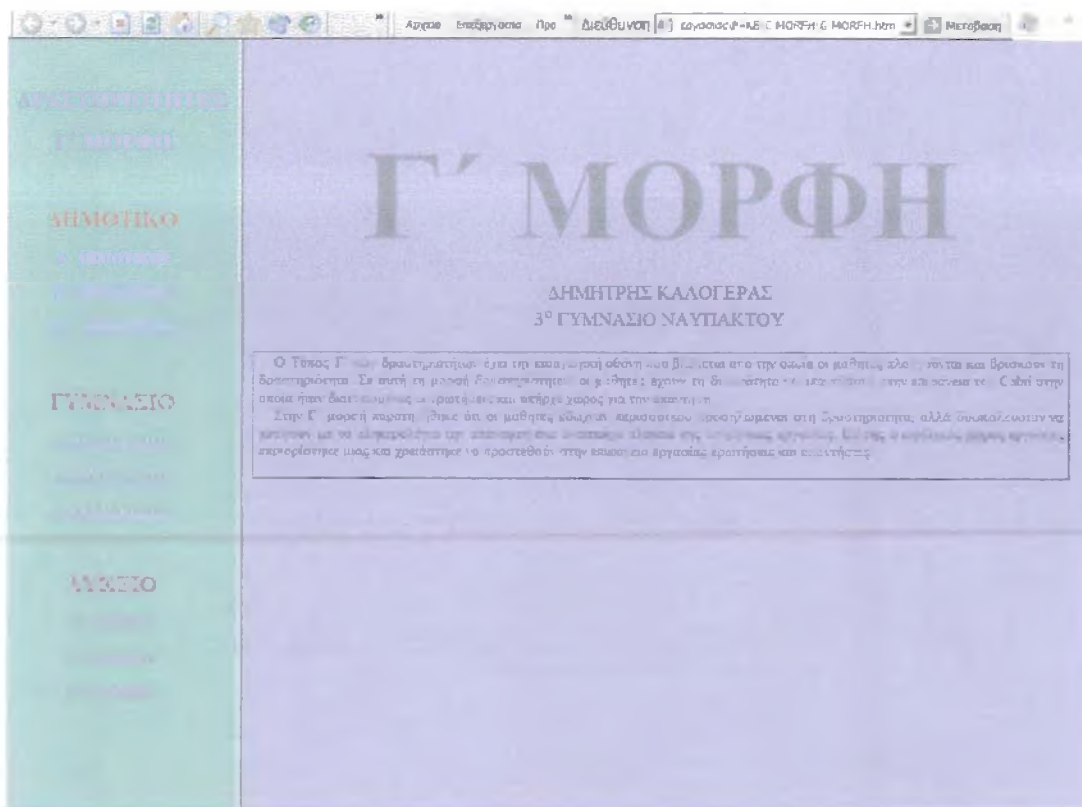
αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές στο περιβάλλον του εκπαιδευτικού λογισμικού. Η δομή του περιβάλλοντος διεπαφής που ακολουθήθηκε είναι:

- α) αλληλεπιδραστική εικόνα,
- β) αλληλεπιδραστικός πίνακας μετρήσεων σχετικών μεγεθών,
- γ) κουμπιά που συνδέουν με αλληλεπιδραστικές εικόνες σχετικές με τις υποέννοιες της προς μάθηση έννοιας δραστηριότητα,
- δ) κουμπιά που παραπέμπουν σε ερωτήσεις σχετικές με τις υποέννοιες της προς μάθηση έννοιας,
- ε) οδηγίες πειραματισμού με την αλληλεπιδραστική εικόνα.

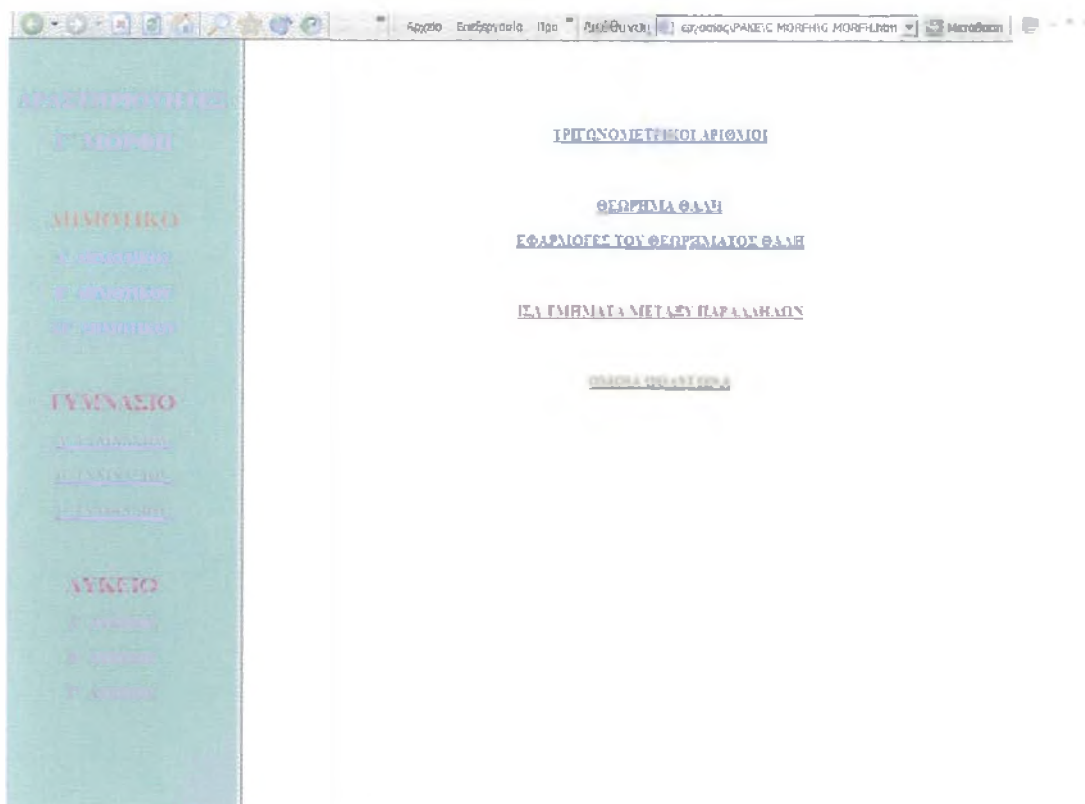
Ο Τύπος Γ' των δραστηριοτήτων έχει την εισαγωγική οθόνη που βλέπεται στην εικόνα Γ1 από την οποία οι μαθητές πλοηγούνται και βρίσκουν τη δραστηριότητα. Σε αυτή τη μορφή δραστηριοτήτων οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να απαντήσουν στην επιφάνεια του Cabri – Geometry II η στο αντίστοιχο φύλλο του Word στα οποία ήταν διατυπωμένες οι ερωτήσεις και υπήρχε χώρος για την απάντηση.

Στην Γ' μορφή παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές έδειχναν περισσότερο προσηλωμένοι στη δραστηριότητα, αλλά δυσκολευόταν να γράψουν με το πληκτρολόγιο την απάντηση στο αντίστοιχο πλαίσιο της επιφάνειας εργασίας, αλλά τους άρεσε περισσότερο από το να γράφουν με μολύβι στο χαρτί. Επίσης ο ωφέλιμος χώρος εργασίας στο περιβάλλον Cabri περιορίστηκε μιας και χρειάστηκε να προστεθούν στην επιφάνεια εργασίας ερωτήσεις και απαντήσεις. Τα χρώματα αποσπούσαν ίσως την εστίασή τους στη δραστηριότητα.

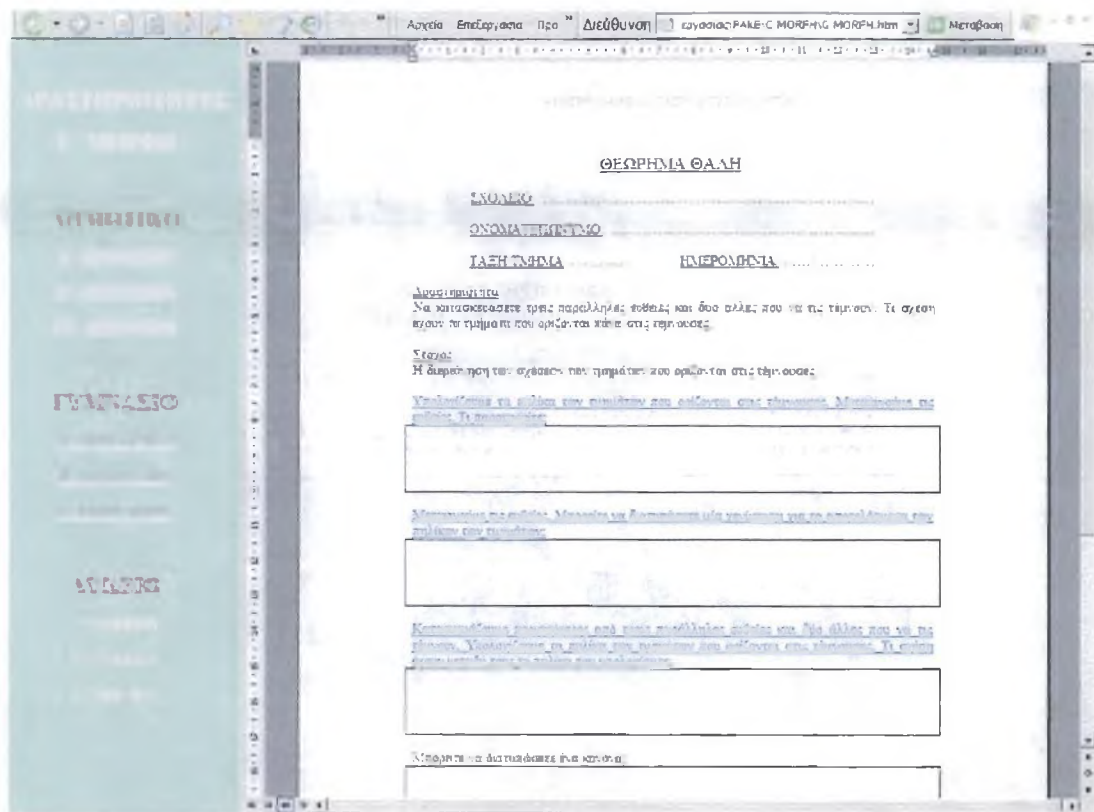
Στην εικόνα Γ4 φαίνεται το περιβάλλον διεπαφής με το μαθητή μιας δραστηριότητας που αφορά το θεώρημα του Θαλή.



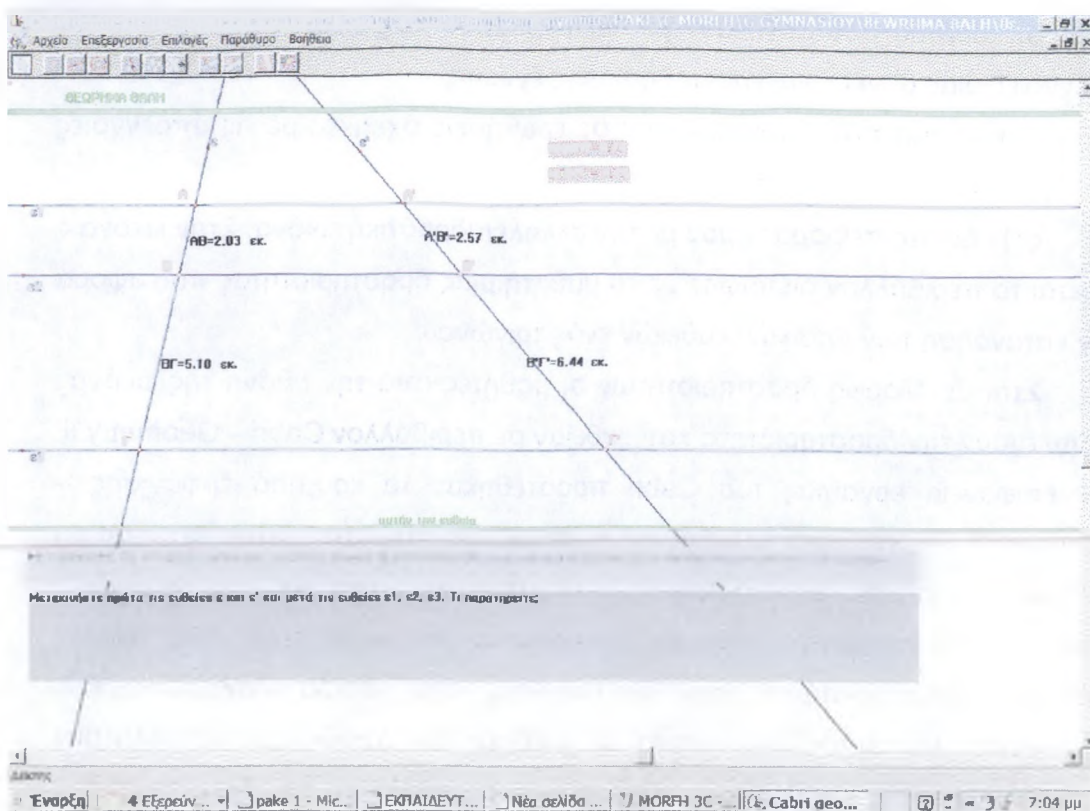
Εικόνα Γ1: Η εισαγωγική οθόνη πλοήγησης των μαθητών.



Εικόνα Γ2: Η οθόνη επιλογής της δραστηριότητας.



Εικόνα Γ3: Το φύλλο εργασίας με τους υπερσυνδέσμους στο οποίο δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να γράψουν τις απαντήσεις τους (στα πλαίσια).



Εικόνα Γ4: Η διεπιφάνεια με το μαθητή μιας αλληλεπιδραστικής εικόνας για τη μάθηση του θεωρήματος του Θαλή στην οποία διατυπώνονται ερωτήσεις και υπάρχει χώρος για την απάντηση των μαθητών.

Δ) ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΜΙΑ ΕΝΟΤΗΤΑ

Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να πραγματοποιηθούν έχοντας επαναληπτικό χαρακτήρα που αφορούν μια ολόκληρη μαθησιακή ενότητα, πραγματοποιούνται μέσω απ ευθείας πειραματισμού των μαθητών με αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές στο περιβάλλον του εκπαιδευτικού λογισμικού στις οποίες ενσωματώνεται συμπυκνωμένο κείμενο που παρουσιάζει τη δραστηριότητα, και τις οδηγίες χρήσεις ενώ οι ερωτήσεις παρουσιάζονται μέσω κουμπιών. Η δομή του περιβάλλοντος διεπαφής που ακολουθήθηκε είναι:

- α) αλληλεπιδραστική εικόνα,
- β) αλληλεπιδραστικός πίνακας μετρήσεων σχετικών μεγεθών,
- γ) κουμπιά που παραπέμπουν στις βασικές έννοιες που αφορούν στην ενότητα μάθησης,

δ) κουμπιά που συνδέουν με αλληλεπιδραστικές εικόνες σχετικές με τις υποέννοιες μιας συγκεκριμένης μαθησιακής έννοιας,

ε) κουμπιά που παραπέμπουν σε ερωτήσεις σχετικές με τις υποέννοιες της συγκεκριμένης έννοιας προς μάθηση,

στ) οδηγίες πειραματισμού με την αλληλεπιδραστική εικόνα. Στην εικόνα 4 φαίνεται το περιβάλλον διεπαφής με το μαθητή μιας δραστηριότητας που αφορά στην κατανόηση των βασικών ευθειών ενός τριγώνου.

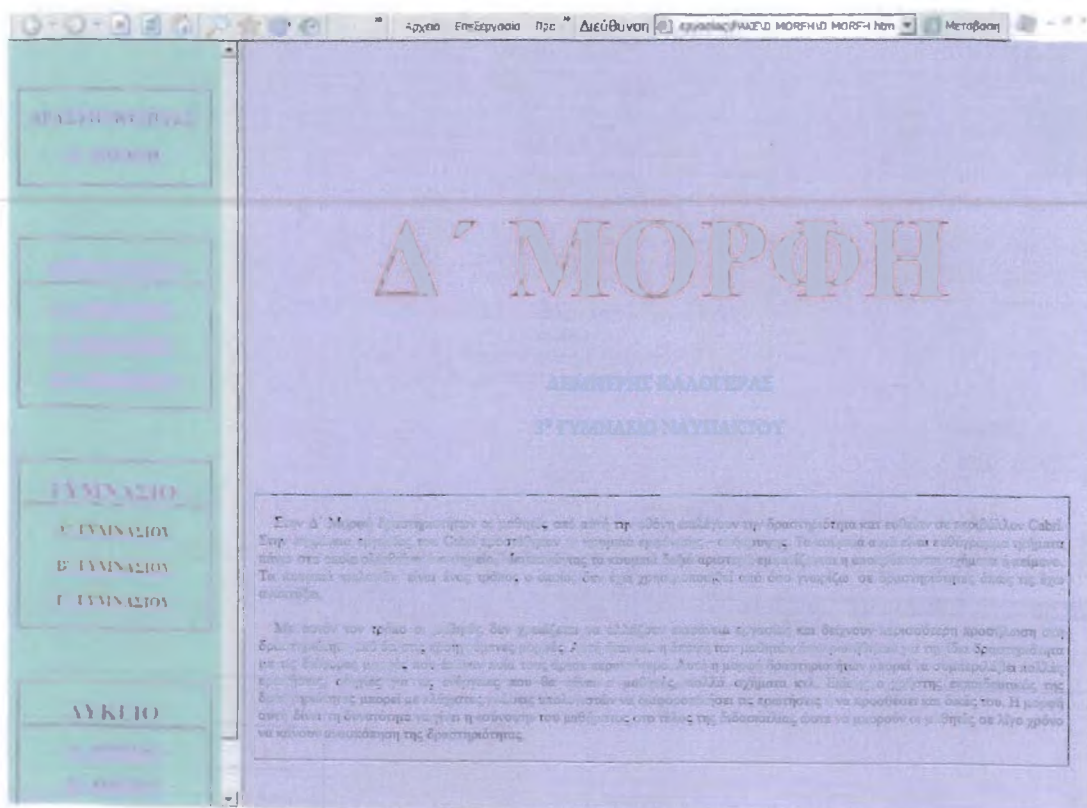
Στην Δ΄ Μορφή δραστηριοτήτων οι μαθητές από την οθόνη της εικόνας Δ2 επιλέγουν την δραστηριότητα κατ' ευθείαν σε περιβάλλον Cabri – Geometry II. Στην επιφάνεια εργασίας του Cabri προστέθηκαν τα κουμπιά εμφάνισης – απόκρυψης. Τα κουμπιά αυτά είναι ευθύγραμμα τμήματα πάνω στα οποία ολισθαίνει ένα σημείο. Μετακινώντας τα κουμπιά δεξιά αριστερά εμφανίζονται η αποκρύπτονται σχήματα ή κείμενο. Τα κουμπιά επιλογών είναι ένας τρόπος ανάπτυξης δραστηριοτήτων που αναπτύχθηκε στο Κέντρο Μαθηματικών & Τεχνολογίας. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές δεν χρειάζεται να αλλάζουν επιφάνεια εργασίας και δείχνουν περισσότερη προσήλωση στη δραστηριότητα από ότι στις προηγούμενες μορφές.

Αυτή η μορφή δραστηριοτήτων μπορεί να συμπεριλάβει πολλές ερωτήσεις, οδηγίες για τις ενέργειες που θα κάνει ο μαθητής, πολλά σχήματα κτλ. Μπορεί να συμπεριλάβει ομαδοποιημένες δραστηριότητες για αντίστοιχες έννοιες σε ενότητες των μαθηματικών. Η μορφή αυτή δίνει τη δυνατότητα να γίνει η «σύνοψη» του μαθήματος στο τέλος της διδασκαλίας ώστε να μπορούν οι μαθητές σε λίγο χρόνο να κάνουν ανασκόπηση της δραστηριότητας. Επίσης ο χρήστης / εκπαιδευτικός μπορεί με ελάχιστες γνώσεις υπολογιστών να διαφοροποιήσει τη δραστηριότητα, τροποποιώντας την πορεία υλοποίησης της μέσω του σχήματος και των ερωτήσεων.

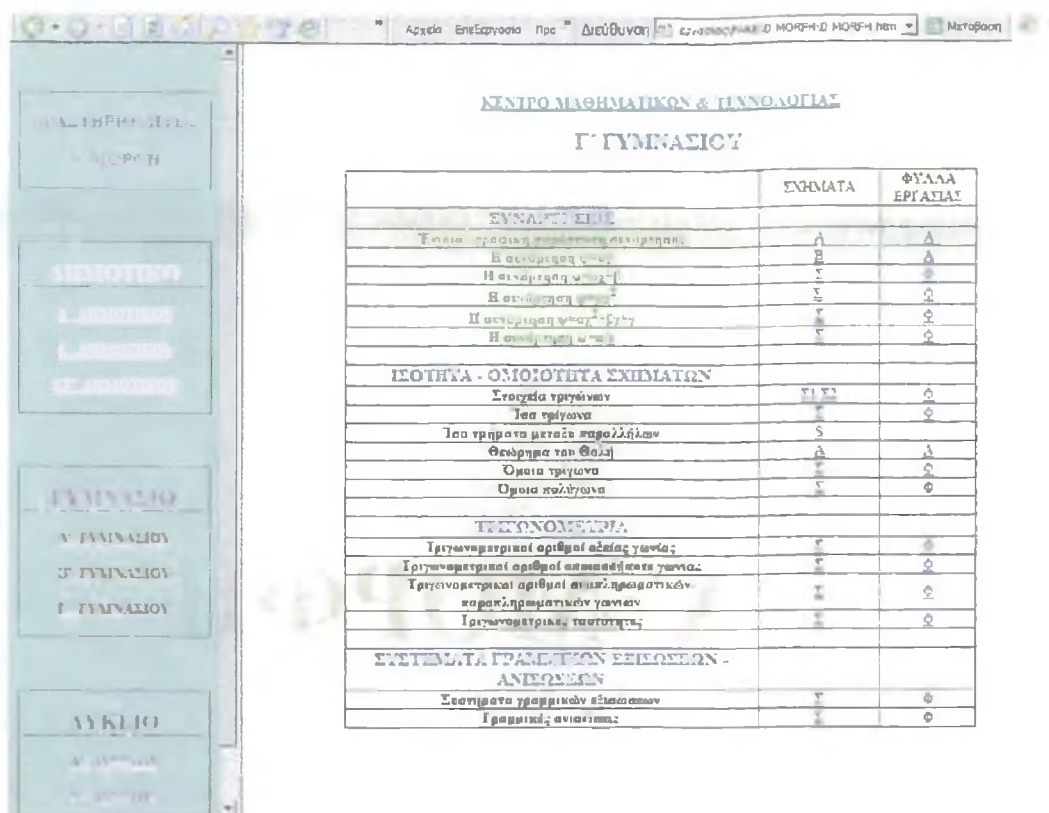
Τα πλεονεκτήματα για το μαθητή και τον καθηγητή είναι πολλά. Προέρχονται κυρίως από το ότι αυτή η μορφή δραστηριότητας είναι προσαρμόσιμη στο προφίλ των μαθητών μας, μιας και υπάρχει δυνατότητα να επιλέξει ο καθηγητής τα βήματα και το βάθος της έννοιας που θα διδάξει. Για τον εκπαιδευτικό ίσως αποτελεί και ένα εργαλείο καλής εξοικείωσης στη διδασκαλία με τη χρήση των ΤΠΕ. Το σημαντικότερο όμως είναι η βελτίωση και η προσαρμογή που μπορεί να κάνει ο εκπαιδευτικός προσθέτοντας τα στοιχεία εκείνα που αυτός θεωρεί απαραίτητα, με ελάχιστες γνώσεις υπολογιστών. Η

δραστηριότητα αυτής της μορφής δεν αποτελεί «κλειστό κουτί» για τον καθηγητή, και θα ικανοποιηθεί απόλυτα όταν την προσαρμόσει στο δικό του διδακτικό προφίλ. Αποτελεί μια καλή «πλατφόρμα» εκπαιδευτικού λογισμικού, παρά μίας δραστηριότητας.

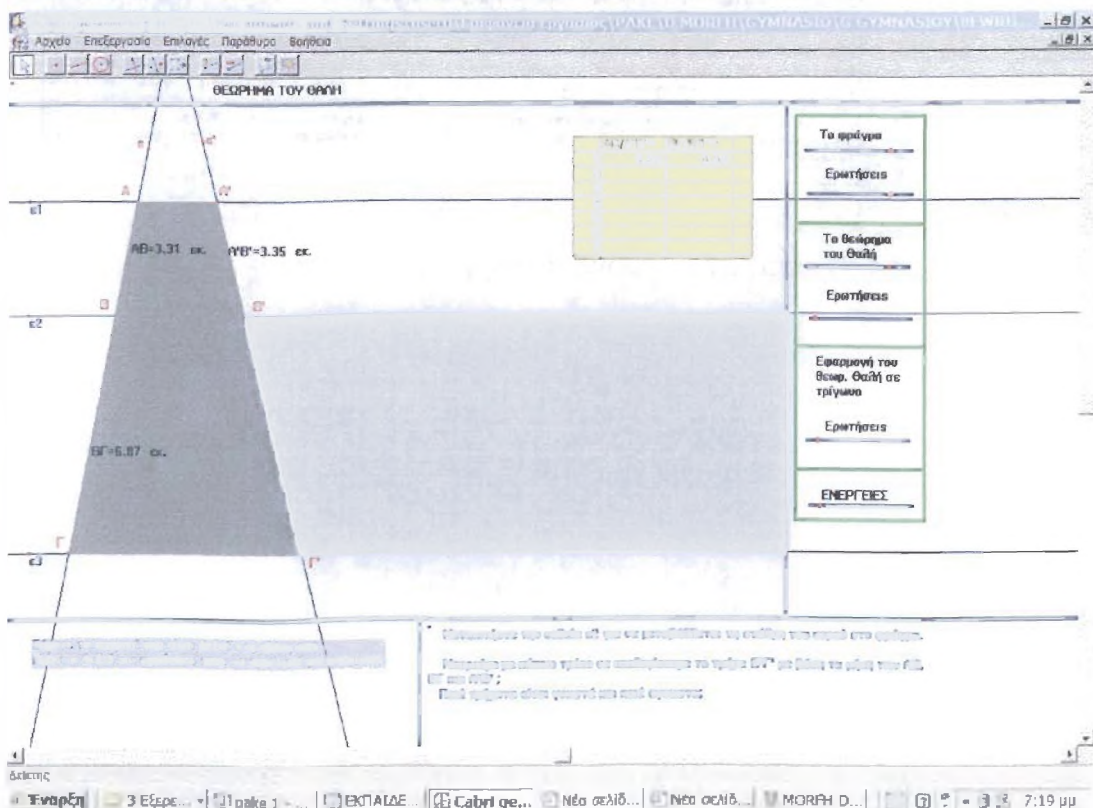
Η διεπιφάνεια μιας αλληλεπιδραστικής εικόνας για τη μάθηση των του θεωρήματος του Θαλή και των εφαρμογών του εμφανίζεται στην εικόνα Δ3.



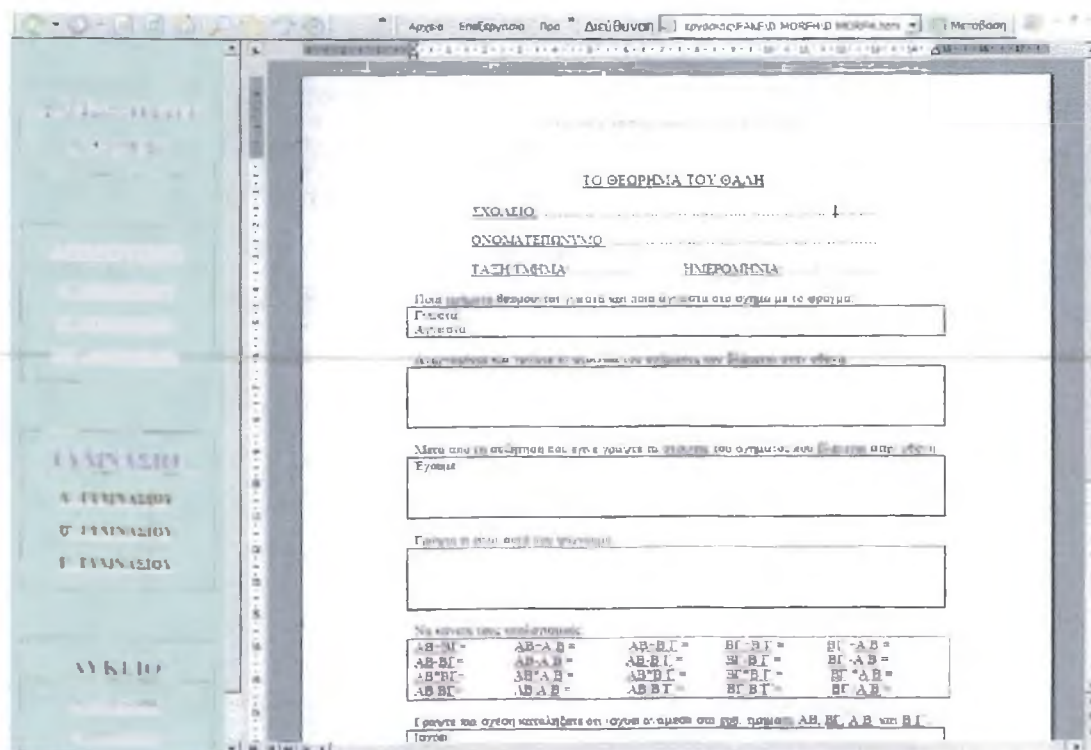
Εικόνα Δ1: Η εισαγωγική οθόνη πλοήγησης.



Εικόνα Δ2: Από την οθόνη αυτή οι μαθητές επιλέγουν τη δραστηριότητα σε περιβάλλον Cabri – Geometry II, και το αντίστοιχο φύλλο εργασίας.



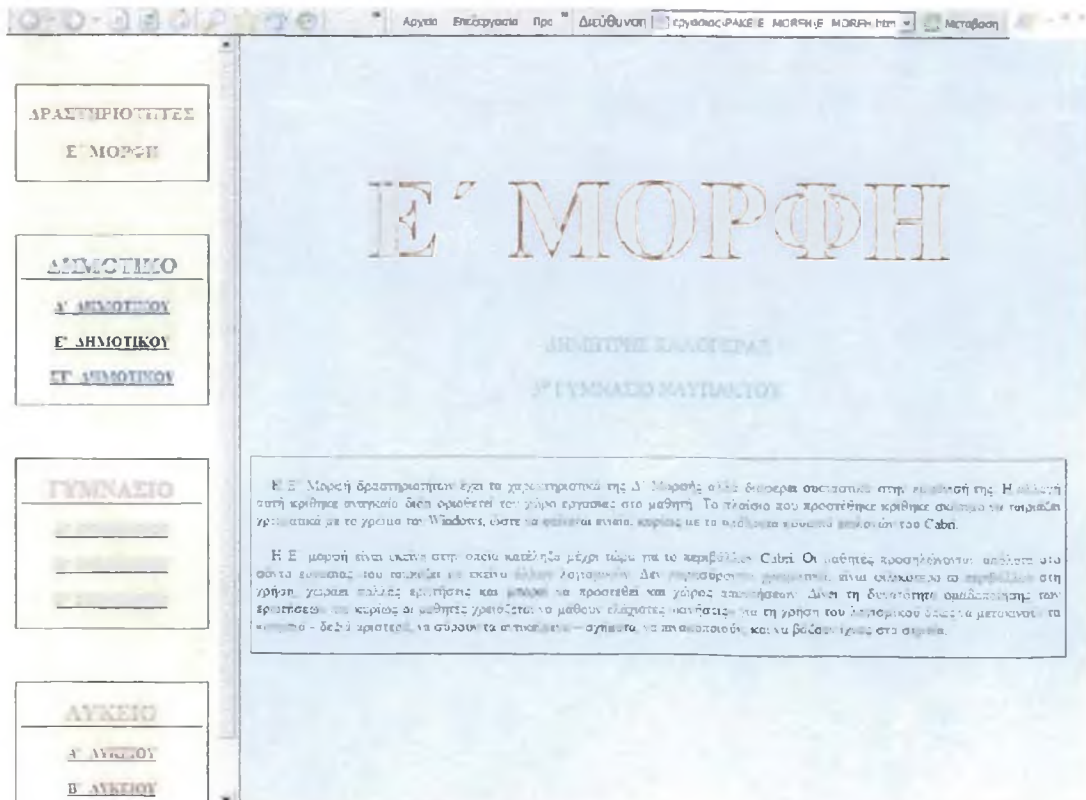
Εικόνα Δ3: Η δραστηριότητα σε περιβάλλον Cabri – Geometry II. Το μεγάλο της πλεονέκτημα είναι τα κουμπιά επιλογών (δεξιά στην οθόνη) που εμφανίζουν ή αποκρύπτουν αντικείμενα/κείμενα. Μπορεί να εμπλουτιστεί με νέα κουμπιά επιλογών για σχήματα/ερωτήσεις



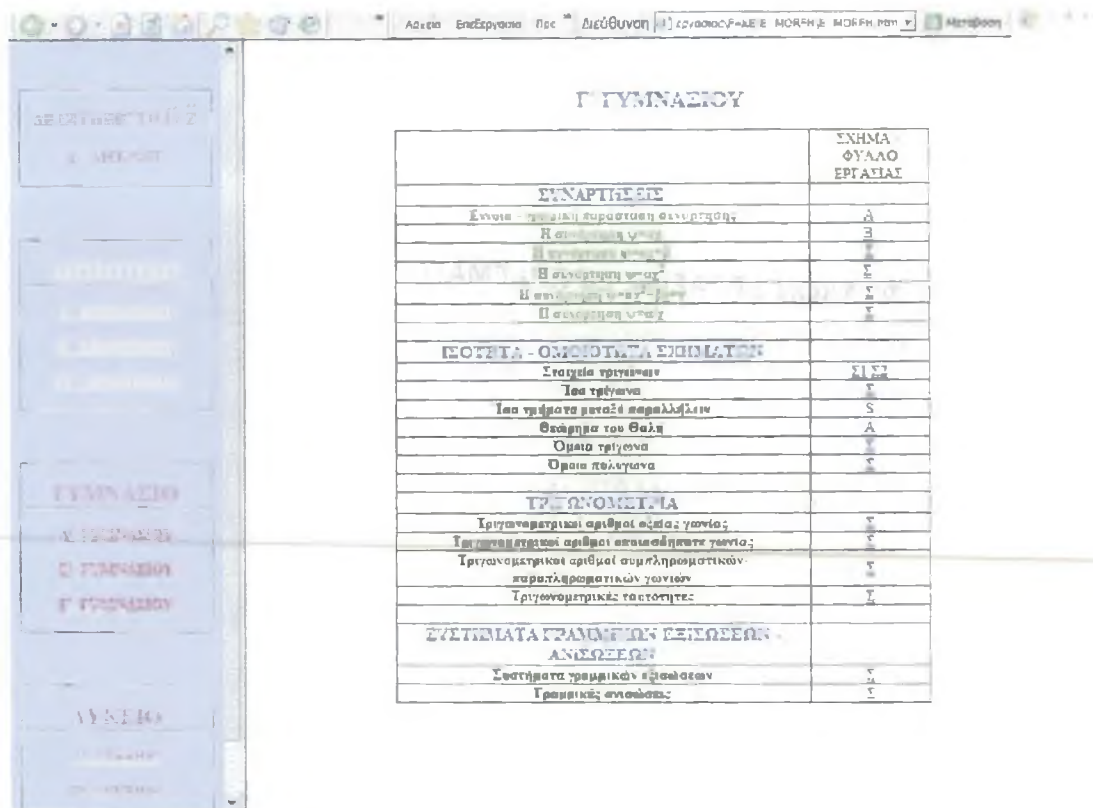
Εικόνα Δ4: Το αντίστοιχο φύλλο εργασίας

Ε) ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥΣ

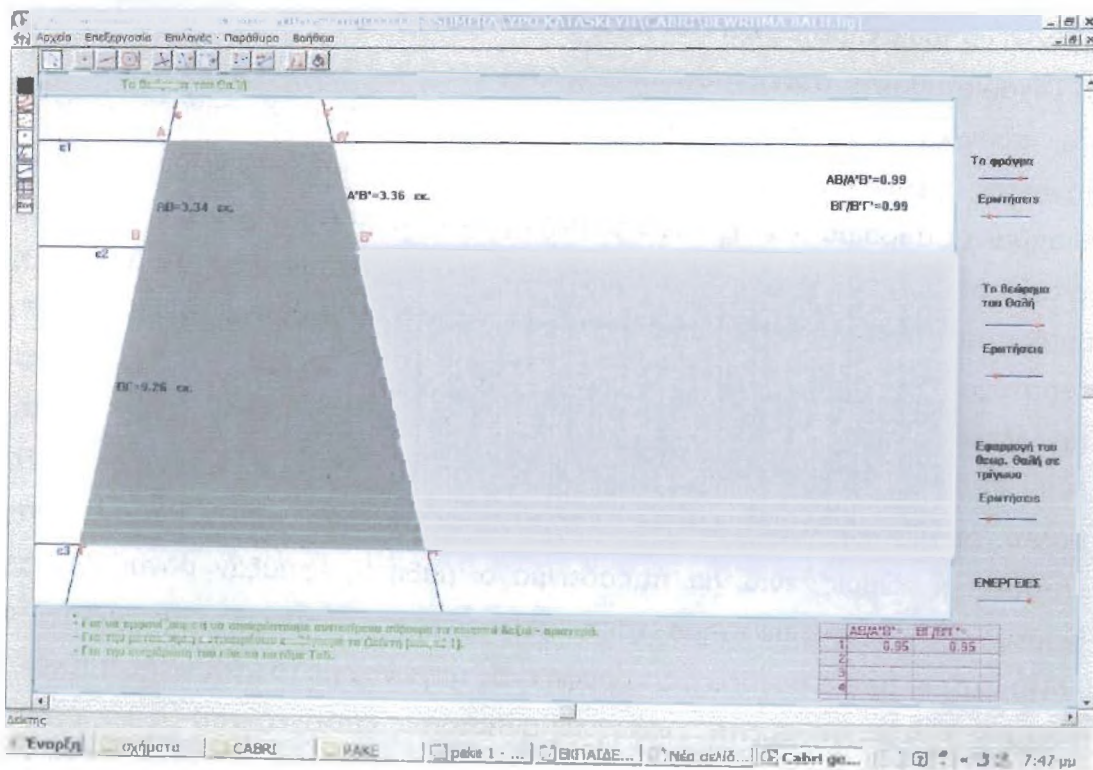
Η Ε΄ Μορφή δραστηριοτήτων έχει τα χαρακτηριστικά της Δ΄ Μορφής αλλά διαφέρει ουσιαστικά στην εμφάνισή της. Η αλλαγή αυτή κρίθηκε αναγκαία διότι οριοθετεί τον χώρο εργασίας στο μαθητή. Το πλαίσιο που προστέθηκε κρίθηκε σκόπιμο να ταιριάζει χρωματικά με το χρώμα των Windows, ώστε να «δένει», κυρίως με τα υπόλοιπα κουμπιά επιλογών του Cabri – Geometry II. Η Ε΄ μορφή είναι εκείνη στην οποία καταλήξαμε μέχρι τώρα για το περιβάλλον Cabri – Geometry II. Οι μαθητές προσηλώνονται απόλυτα στο φόντο εργασίας που ταιριάζει με εκείνα άλλων λογισμικών. Δεν παρασύρονται χρωματικά, είναι φιλικότερο το περιβάλλον στη χρήση, χωράει πολλές ερωτήσεις και μπορεί να προστεθεί και χώρος απαντήσεων. Δίνει τη δυνατότητα ομαδοποίησης των ερωτήσεων και κυρίως οι μαθητές χρειάζεται να μάθουν ελάχιστες «κινήσεις» για τη χρήση του λογισμικού όπως να μετακινούν τα κουμπιά - δεξιά αριστερά, να σύρουν τα αντικείμενα – σχήματα, να πινακοποιούν, και να βάζουν ίχνος στα σημεία.



Εικόνα Ε1: Η εισαγωγική οθόνη



Εικόνα Ε2: Η οθόνη επιλογής της δραστηριότητας



Εικόνα Ε3: Η δραστηριότητα σε περιβάλλον Cabri - Geometry. Η σημαντική διαφορά με τις προηγούμενες είναι η σχεδίασή της με την οποία οι μαθητές εστιάζουν στο σχήμα. Ενσωματώνει τα εργαλεία του Cabri με τα κουμπιά επιλογών της δραστηριότητας.

Τα φύλλα που προαναφέρθηκαν δοκιμάστηκαν σε πραγματική τάξη στο Κέντρο Μαθηματικών & Τεχνολογίας νομού Αιτωλοακαρνανίας. Συμμετείχαν δώδεκα τμήματα μαθητών Γυμνασίου. Σε κάθε ένα τμήμα χρησιμοποιήθηκε και ένα διαφορετικό τύπο φύλλου έργου από αυτά που προαναφέρθηκαν. Παρακάτω παρατίθενται πρώτες εκτιμήσεις ύστερα από την ανάλυση των δεδομένων τα οποία αποτέλεσαν τα φύλλα εργασίας που δόθηκαν.

α) **Φύλλα εργασίας στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι.** Από την εργασία στην τάξη προέκυψαν τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στη χρήση αυτού του τύπου παρουσίασης δραστηριοτήτων:

Οι μαθητές χρειάστηκαν σημαντικό χρόνο (1 διδακτική ώρα) στην κατασκευή του σχήματος και έτσι μπορούσαν ευκολότερα να εστιαστούν σε αυτό, β) ευχαριστήθηκαν συνειδητοποιώντας ότι μπορούν να χειριστούν τα εργαλεία του προγράμματος πολύ γρήγορα (1 διδακτική ώρα), γ) ευχαριστήθηκαν κάνοντας σχεδίαση με ένα διαφορετικό τρόπο και γρήγορα δ) συνειδητοποίησαν τι σημαίνει 'σύρσιμο' και τις δυνατότητες εξεικόνισης απειρίας σχημάτων με τις ίδιες ιδιότητες, ε) κατανόησαν το χειρισμό των αυτόματων μετρήσεων και της αυτόματης πινακοποίησης. Μπορούσαμε να τους θέσουμε την ερώτηση αναστοχασμού 'ΟΤΑΝ ΕΧΩ ΑΥΤΑ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ... (ποια δεδομένα? ποια είναι τα δεδομένα του προβλήματος? Εσύ τι κατασκευές - έκανες?) ΤΟΤΕ ... (Εσύ μέσα από τον πειραματισμό σου τι συμπέρανες?) και αυτοί να απαντήσουν. Τα φύλλα αυτά είναι κατάλληλα για τη συνειδητοποίηση των ιδιοτήτων μιας κατασκευής. Όμως, ενώ για παράδειγμα οι μαθητές έφτιαξαν μόνοι τους τη διάμεσο ως ευθύγραμμο τμήμα (χρησιμοποιώντας την αντίστοιχη επιλογή από το λογισμικό) το οποίο συνδέει μια κορυφή ενός τριγώνου με το μέσον της απέναντι πλευράς (χρησιμοποιώντας επίσης τις αντίστοιχες επιλογές από το λογισμικό) τους ήταν δύσκολο να συνειδητοποιήσουν και να κατονομάσουν το τι έκαναν. Δηλαδή να κατονομάσουν το ότι η διάμεσος είναι ευθύγραμμο τμήμα και ότι

συνδέει μια κορυφή με το μέσο της απέναντι πλευράς. Όταν όμως τους ζητήθηκε να εστιάσουν στο τι ενέργειες έκαναν τότε ήταν πιο εύκολο να απαντήσουν. Συνολικά η πραγματοποίηση της δραστηριότητας πήρε 2 διδακτικές ώρες.

Πειραματισμός

Οι μαθητές χρειάστηκαν πολύ χρόνο για την εξοικείωσή τους με το λογισμικό προκειμένου την κατασκευή του σχήματος. Αυτό το θέμα δεν είναι αρνητικό όταν οι μαθητές εργάζονται συχνά στο περιβάλλον του λογισμικού. Για τις ανάγκες όμως του Κέντρου Μαθηματικών & Τεχνολογίας το οποίο λειτουργεί με στόχο να μπορεί να κινητοποιήσει θετικά προς τα μαθηματικά μαθητές μέσα σε λίγο χρόνο η παρουσίαση δραστηριοτήτων με αυτό τον τρόπο έχει αυτό το μειονέκτημα το οποίο πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη στον προγραμματισμό των εργασιών του κέντρου και στις προσδοκίες μας από τις πειραματικές διδασκαλίες που πραγματοποιούνται με φύλλα αυτού του τύπου.

β) **Ηλεκτρονικά φύλλα εργασίας.** Από την εργασία στην τάξη προέκυψε ότι:

Γνωστικό αντικείμενο

Οι μαθητές δεν χρειάστηκαν πολύ χρόνο για την εξοικείωσή τους με το λογισμικό προκειμένου την κατασκευή του σχήματος. Συνολικά η πραγματοποίηση της δραστηριότητας με τη χρήση αυτού του τύπου παρουσίασης διήρκεσε 1 διδακτική ώρα. Η εστίαση πρέπει να γίνεται στη δυναμική μεταβολή του σχήματος και στο τι παραμένει σταθερό σε αυτό κατά τη διάρκεια αυτής της μεταβολής. Τα φύλλα αυτά είναι κατάλληλα για διατύπωση ή επαλήθευση εικασίας. Ακόμη για διερεύνηση ιδιοτήτων μιας κατασκευής.

Εξοπλισμός

Ήταν κουραστικό το γεγονός ότι οι μαθητές αναγκάζονταν να περάσουν πολλές φορές από το ηλεκτρονικό κείμενο στην αντίστοιχη ηλεκτρονική εικόνα και αντιστρόφως (διότι αντιστοιχεί μία εικόνα για την κάθε υποέννοια). Στο παράδειγμα με τις διαμέσους επίσης οι μαθητές δυσκολεύονταν να συνειδητοποιήσουν και να κατονομάσουν το ότι η διάμεσος είναι ευθύγραμμο τμήμα που συνδέει μια κορυφή με το μέσο της απέναντι πλευράς.

γ) **Αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές για επί μέρους έννοιες.** Από την εργασία στην τάξη προέκυψε ότι:

Γλώσσα

α) Οι μαθητές δεν χρειάστηκαν πολύ χρόνο για την εξοικείωσή τους με το λογισμικό προκειμένου την κατασκευή του σχήματος β) Δεν μπερδεύονταν στην πλοήγηση αλλά μπορούσαν να περάσουν πολύ εύκολα από την αρχική φάση της κατασκευής στην τελική της μορφή (δεν άλλαζαν οι ηλεκτρονικές εικόνες αλλά πάνω στην αρχική μπορούσαν να οικοδομηθούν οι επόμενες) γ) δεν κουράστηκαν με αλλαγές στην επιφάνεια εργασίας μιας και οι ερωτήσεις βρίσκονταν στην ίδια οθόνη με τις αλληλεπιδραστικές κατασκευές δ) δεν κουράστηκαν μελετώντας οδηγίες πειραματισμού και δυναμικής διαχείρισης της γεωμετρικής κατασκευής μιας και οι οδηγίες αυτές βρίσκονται στο ίδιο περιβάλλον εργασίας. Συνολικά η πραγματοποίηση της δραστηριότητας πήρε 1 διδακτική ώρα.

Εκπαίδευση

Και εδώ οι μαθητές δυσκολεύονταν να συνειδητοποιήσουν και να διατυπώσουν το θεώρημα του Θαλή. Αυτό οφείλεται στο ότι οι μαθητές κατασκευάζουν γνώση σε εικονικά συστήματα και τους ζητείται να απαντήσουν ερωτήσεις σε φυσική γλώσσα. Απαιτείται προσαρμογή των ερωτήσεων κατανόησης ώστε οι μαθητές να μπορούν να απαντήσουν με βάση την εικόνα.

δ) **Αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές για μια ενότητα.** Από την εργασία στην τάξη προέκυψε ότι:

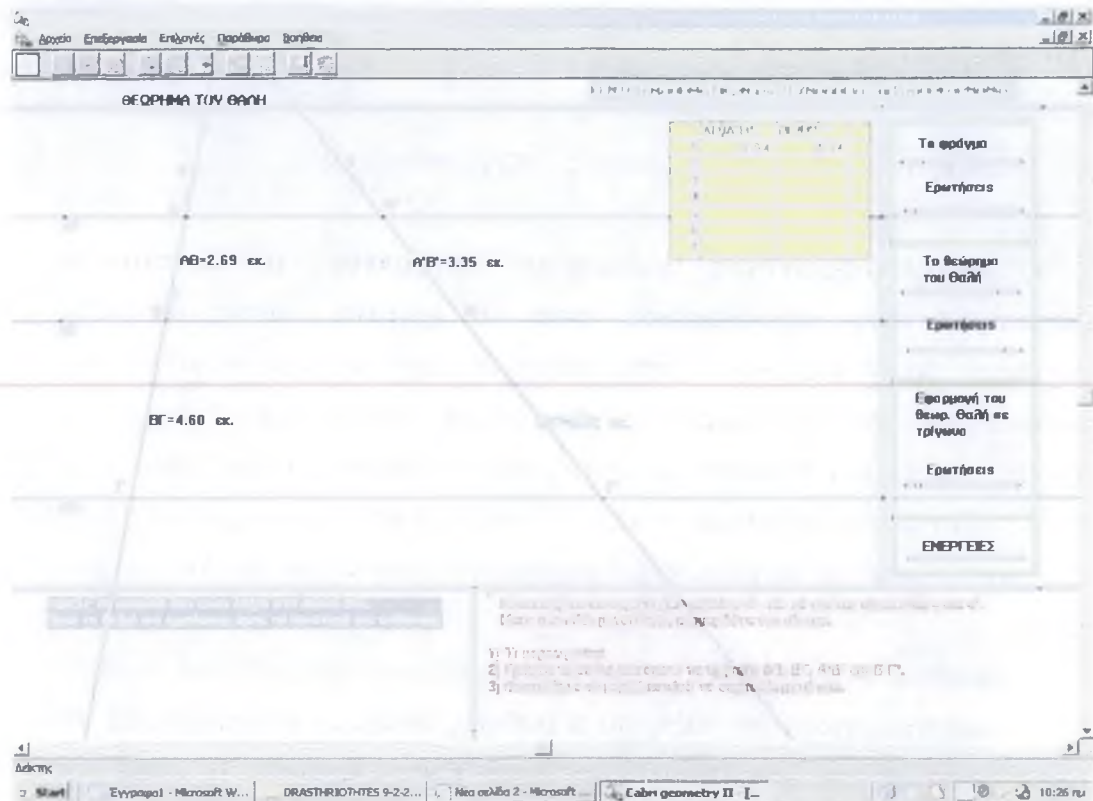
Γλώσσα

α) Οι μαθητές χρειάστηκαν ελάχιστο χρόνο για την εξοικείωσή τους με το λογισμικό μιας και οι βασικές ενέργειες γίνονταν με τα κουμπιά εμφάνισης απόκρυψης που προστέθηκαν στην επιφάνεια εργασίας. β) Οι μαθητές έδειχναν ενθουσιασμένοι με τον τρόπο ανάδειξης των κειμένων και των σχημάτων στην πορεία της δραστηριότητας. γ) Οι μαθητές δεν κουράστηκαν με εναλλαγές στην οθόνη του υπολογιστή μιας και υπήρχε η δυνατότητα να διαμορφώνεται η επιφάνεια εργασίας ανάλογα με τη εξέλιξη της δραστηριότητας. δ) Οι εκπαιδευτικοί που παρακολούθησαν κατάλαβαν ότι υπάρχει η δυνατότητα να επιλέξουν εκείνοι τη ροή της δραστηριότητας ανάλογα με το δικό τους τρόπο διδασκαλίας και το προφίλ των μαθητών τους.

Εκπαίδευση

Οι μαθητές και εδώ δυσκολεύτηκαν να διατυπώσουν ή να γράψουν τα συμπεράσματά τους αν και ήταν πεισμένοι για αυτά από τις παρατηρήσεις και τα

δεδομένα της επιφάνειας εργασίας. Είναι χαρακτηριστικό το πώς απάντησαν στην ερώτηση: Αναγνωρίστε και γράψτε τα στοιχεία του σχήματος που βλέπεται στην οθόνη.



Εικόνα Z1: Το θεώρημα του Θαλή.

Οι απαντήσεις των μαθητών ομαδοποιήθηκαν και καταγράφηκαν στον επόμενο πίνακα.

Βλέπουμε κάποια σημεία. και κάποιες παράλληλες.	M1
Παράλληλες γραμμές	M3 M4 M17 M18 M2
3 παράλληλες γραμμές και 2 παράλληλες γραμμές κάθετα.	M5
Παράλληλες γραμμές, ευθύγραμμα τμήματα	M6 M7
2 παράλληλες που δεν τέμνονται ποτέ.	M8
3 παράλληλες οι οποίες τέμνονται από 2 ευθείες.	M9 M14
Ένα τρίγωνο που τέμνεται με γραμμές.	M10
3 παράλληλες ευθείες, 2 κάθετες	M11

Ευθύγραμμα τμήματα και παράλληλες γραμμές.	M12
Τραπέζια, παράλληλες γραμμές, ευθύγραμμα τμήματα	M15 M16
Παράλληλες ομάδες	M19
Δύο παράλληλες	M13

Πίνακας απαντήσεων: Μ ο μαθητής. (Μ3 ο μαθητής 3)

ε) **Αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές με δυνατότητα εμπλουτισμού του περιεχομένου από το χρήστη.** Αυτός ο τύπος παρουσίασης δραστηριοτήτων διαπιστώθηκε ότι έχει τα χαρακτηριστικά των δραστηριοτήτων της Δ' Μορφής με επί πλέον **πλεονεκτήματα** όπως: α) Φιλικότερο περιβάλλον εργασίας. β) Ενσωματώνει τα εργαλεία του Cabri με τα κουμπιά επιλογών της δραστηριότητας. γ) Εστιάζονται καλύτερα οι μαθητές στην δραστηριότητα μιας και οι χρωματικοί συνδυασμοί ταιριάζουν με εκείνων των Windows

Γενικότερα διαπιστώθηκε, με βάση τα λεγόμενα των μαθητών κατά τη διάρκεια του πειράματος στην τάξη, ότι οι μαθητές βρίσκουν ενδιαφέρουσα την αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό λογισμικό Cabri-Geometry II μέσω της χρήσης και των τριών τύπων παρουσίασης δραστηριοτήτων που προαναφέρθηκαν. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές εξέφρασαν τη θετική τους άποψη για τη μάθηση μαθηματικών με το παραπάνω λογισμικό και την αιτιολόγησαν με τα επιχειρήματα: α) μπορούν να μετασχηματίζουν ένα σχήμα εύκολα και να παρατηρούν τι αλλάζει και τι παραμένει σταθερό, β) μαθαίνουν μαθηματικά κάνοντας, γ) τους αρέσουν τα χρώματα στα σχήματα, δ) τους αρέσει να συνεργάζονται, ε) τους αρέσει το εργαστήριο γιατί έχει περισσότερα και πιο σύγχρονα μέσα (PCs, video projector, καινούργιες αναπνευστικές καρτέλες και πάγκους εργασίας) από μια διδακτική τάξη, στ) τους αρέσει να έχουν περισσότερους από έναν καθηγητές, ζ) δεν έχουν άγχος, η) χρησιμοποιούν τον υπολογιστή κάτι το οποίο τους ενθουσιάζει γιατί είναι μέρος της κουλτούρας της εποχής τους, θ) ξεκινούν από την πεποίθηση ότι είναι όλοι ίσοι (δεν χωρίζονται σε καλούς και κακούς μαθητές). Τέλος θα ήταν παράλειψη το να μην αναφερθούμε στο ότι οι μαθητές έρχονται με ενθουσιασμό στο Κέντρο Μαθηματικών & Τεχνολογίας, χωρίς άγχος, δε θέλουν να φύγουν και τις πιο

πολλές φορές οι πιο 'αδύνατοι' μαθητές αποδίδουν εξίσου με τους 'καλούς'. Αυτό μας δείχνει τη θετική επίδραση της χρήσης της τεχνολογίας στη μάθηση των μαθηματικών και στη δυνατότητα να συμβούν με τη χρήση της θετικές αλλαγές στη μαθηματική τάξη.

10. Ο ΑΝΤΙΛΟΓΟΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Η συζήτηση γύρω από τη χρήση της νέας τεχνολογίας στην εκπαίδευση έχει μεγάλο εύρος και ολοένα περισσότεροι μελετητές εμπλέκονται τα τελευταία χρόνια. Έχουν αναπτυχθεί όλων των ειδών τα επιχειρήματα τόσο υπέρ όσο και κατά της χρήσης αυτής. Είναι χαρακτηριστικό ότι πολλά συγγράμματα παρουσιάζουν δίπλα-δίπλα και ισοβαρώς τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα (Schwier R., 1994). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει την πολυπλοκότητα του ζητήματος και το πλήθος των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται η πετυχημένη ή μη εφαρμογή.

Έχουν εκφραστεί ορισμένες βασικές επιφυλάξεις σε ό,τι αφορά στη γενικευμένη χρήση του η/υ στην εκπαίδευση, τόσο ως υποβοηθητικού μέσου όσο και ως μέσου διδασκαλίας. Η προβληματική που αναπτύχθηκε έχει συνοπτικά ως εξής:

Μεγάλες κατηγορίες πληθυσμού έχουν αρνητική στάση απέναντι στην εκπαιδευτική χρήση του η/υ, που εκδηλώνεται με ποικίλες μορφές και οφείλεται σε διάφορους λόγους. Μία από τις βασικές αιτίες του φαινομένου είναι ότι η πλειοψηφία του πληθυσμού δεν είναι εξοικειωμένη με τη χρήση του η/υ ή δεν την γνωρίζει. Στην Αγγλία λ.χ., αν και πρόκειται για χώρα με διαδεδομένη τεχνολογία, πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι οι κάτοικοι εκτός των μεγάλων αστικών κέντρων είναι ακόμα πολύ περισσότερο εξοικειωμένοι με το έντυπο και το μαγνητόφωνο παρά με τον υπολογιστή (Mason R., 1995).

Στην Ελλάδα, η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία υπολόγισε ότι οι χρήστες του η/υ δεν ξεπερνούν το του πληθυσμού. Κατά συνέπεια, ένα πρόγραμμα σπουδών που θα προϋπέθετε πρόσβαση στους υπολογιστές θα απέκλειε από τη μάθηση σημαντικά πληθυσμιακά στρώματα. Αποτέλεσμα θα ήταν η αναπαραγωγή της ανισότητας των εκπαιδευτικών ευκαιριών, αλλά και η

αλλοίωση της αξιοκρατίας, δεδομένου ότι θα επιλέγονταν να φοιτήσουν άτομα που θα χειρίζονταν με τον η/υ, αλλά θα είχαν ενδεχομένως χαμηλότερα εκπαιδευτικά προσόντα από άλλους μη χρήστες συνυποψηφίους τους. Αυτό το πρόβλημα γίνεται ακόμα σοβαρότερο για εκπαιδευτικούς οργανισμούς που υιοθετούν το θεώδες της ανοικτής εκπαίδευσης, καθώς και στοιχεία του οποίου είναι η ελεύθερη πρόσβαση στις σπουδές.

Προέκταση του παραπάνω προβλήματος αποτελούν ορισμένα ζητήματα που σχετίζονται με το κόστος του εξοπλισμού και τις δυσκολίες χρήσης του. Οι φοιτητές που μετέχουν σε ένα πρόγραμμα σπουδών που προϋποθέτει χρήση νέας τεχνολογίας θα πρέπει να διαθέτουν η/υ και σκληρό δίσκο μεγάλης χωρητικότητας. Εάν μάλιστα ο η/υ χρησιμοποιείται ως μέσο τηλεσυναντήσεων, οι φοιτητές επιφορτίζονται με τα τηλεφωνικά τέλη. Για να ανταποκριθούν στις επερχόμενες τεχνολογικές εξελίξεις θα πρέπει, επίσης, να εφοδιαστούν με μικρόφωνο και δύο ηχεία. Επιπλέον, η χρήση του η/υ στο σπίτι προϋποθέτει να υπάρχει αρκετός προσωπικός χώρος, καθώς και διαθέσιμη τηλεφωνική γραμμή εκεί κοντά.

Τέλος, διατυπώνεται μία ακόμα, γενικού χαρακτήρα, ένσταση σε ό,τι αφορά στην αυξανόμενη ενασχόληση του ατόμου με τον η/υ μέσω δικτύων ή διαδικτύου. Η ενασχόληση αυτή έχει αρνητικές κοινωνικές και ψυχολογικές επιπτώσεις. Ο χρήστης μένει πολλές ώρες μόνος χειριζόμενος το μηχάνημα και, έστω και αν ανταλλάσσει μηνύματα με άλλους, δεν έχει τη δυνατότητα της άμεσης ανθρώπινης επαφής.

Αποτέλεσμα είναι να ματαιώνεται η αυθεντική διαπροσωπική επικοινωνία, να συρρικνώνεται η κοινωνική συμμετοχή, να αποδυναμώνονται οι κοινωνικές δομές.

Ο αντίλογος

Η κριτική που ασκείται σε αυτή τη μορφή χρήσης του η/υ αφορά κυρίως στην ποιότητα και την υφή του αλληλεπιδραστικού του στοιχείου. Ασφαλώς, οι δυνατότητες συνδιαλλαγής μεταξύ διδασκομένων και λογισμικού είναι πολύ μεγάλες, όμως, στην περίπτωση που το τελευταίο δεν συνδυάζεται με τη λειτουργία του εκπαιδευτικού, μπορούν να προκύψουν σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις. Οι μαθητές απομονώνονται από τον ανθρώπινο περίγυρο της εκπαιδευτικής κοινότητας, συνεπώς αποστερούνται των μαθησιακών

ερεθισμάτων που μπορούν να τους προσφέρουν ο διδάσκων και οι άλλοι διδασκόμενοι. Ταυτόχρονα, συρρικνώνεται το συγκινησιακό στοιχείο – η έκφραση και ανταλλαγή συναισθημάτων – που αποτελεί ουσιώδες μέρος κάθε εκπαιδευτικής διεργασίας (Mason R., 1995).

Μια άλλη κριτική που διατυπώνεται αφορά στο βάθος στο οποίο είναι δυνατόν να φτάσει η διερεύνηση των γνωστικών αντικειμένων μέσω της αλληλεπίδρασης διδασκομένων και λογισμικού. Η αξιολόγηση και διόρθωση των εργασιών των μαθητών από το εκπαιδευτικό λογισμικό πρέπει να καλύπτει όλες τις πιθανές απαντήσεις τους. Όμως, η πρόβλεψη των αντιδράσεων των χρηστών είναι μία ιδιαίτερα περίπλοκη διαδικασία η οποία δεν μπορεί να γίνεται σε απεριόριστη έκταση, συνεπώς μια σειρά από πιθανές αντιδράσεις μένουν ακάλυπτες. Γι' αυτό το λόγο, στην πράξη τα περισσότερα εκπαιδευτικά λογισμικά έχουν περιεχόμενο μάλλον απλό ή πρακτικού χαρακτήρα και περιλαμβάνουν κυρίως ασκήσεις πολλαπλών επιλογών μία από τις οποίες είναι η σωστή (Race Ph., 1999). Είναι προφανές ότι οι περιορισμοί αυτοί αναιρούν σε σημαντικό βαθμό τη δυνατότητα βαθύτερης διερεύνησης γνωστικών αντικειμένων που δεν έχουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Με άλλα λόγια, η διεξαγωγή μαθημάτων αποκλειστικά μέσω του εκπαιδευτικού λογισμικού δεν ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές επιστημονικών τομέων που χαρακτηρίζονται από αφηρημένο περιεχόμενο και ποιοτικές προσεγγίσεις (ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες), όπου συνήθως απαιτείται από τους μαθητές να εκπονοούν εργασίες ασύμπτωτες με τη λογική της μιας σαφούς απάντησης ή των ποσοτικοποιημένων απαντήσεων (Northedge A., 1994).

Μια ακόμα επιφύλαξη αφορά στην παιδαγωγική διάσταση της αξιολόγησης των εργασιών των μαθητών. Χρειάζεται όχι μόνο να παίρνουν τη «σωστή» απάντηση, αλλά και να ξέρουν γιατί έκαναν λάθος, να τους προσφέρεται διορθωτική ανάδραση εναρμονισμένη με τις ανάγκες και τις δυνατότητές τους, να υποκινούνται δημιουργικά για τη συνέχιση της μαθησιακής τους πορείας. Για να πραγματοποιηθούν όλα αυτά, δεν αρκεί ένα λογισμικό, έστω και αν αυτό, στην καλύτερη περίπτωση, ενσωματώνει πλήθος στοιχείων τεχνητής νοημοσύνης και βασίζεται σε ανάλυση των αναγκών και του μορφωτικού επιπέδου των χρηστών.

Τέλος, έχουν επισημανθεί οι σημαντικές δυσκολίες που έχει η παραγωγή ενός αλληλεπιδραστικού εκπαιδευτικού λογισμικού σε ό,τι αφορά στο χρόνο προετοιμασίας του. Ο D. Rowntree (1992) υπολόγισε ότι για να παραχθεί μία

ώρα διδασκαλίας σε μορφή εκπαιδευτικού λογισμικού χρειάζονται περισσότερες από 200 ώρες εργασίας (όταν για μία ώρα «πρόσωπο με πρόσωπο» διδασκαλίας χρειάζονται 2-10 ώρες και για μία ώρα διδασκαλίας μέσω εντύπου υλικού 50-100 ώρες). Τη διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνει η εμπειρία του Ανοικτού Ινστιτούτου της Μεγάλης Βρετανίας: μια ομάδα ειδικών χρειάζεται δύο έως τέσσερις μήνες πλήρους απασχόλησης για να διαμορφώσει εκπαιδευτικό λογισμικό που θα απασχολήσει επί μια ώρα μαθητές μέσου όρου ικανοτήτων.

Είναι κοινή σχεδόν παραδοχή ότι είναι επιβεβλημένη η παρουσία του εκπαιδευτικού ως συντονιστικού παράγοντα των μαθημάτων. Όμως, σε ό,τι αφορά στη διεξαγωγή προγραμμάτων σπουδών μέσω εκπαιδευτικού λογισμικού, υπάρχουν ορισμένοι διοργανωτές που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη και στις δυνατότητες αλληλεπίδρασης που διαθέτει το λογισμικό, συνεπώς σχεδιάζουν τα προγράμματα χωρίς να προβλέπουν ρόλους διδασκόντων. Μπορεί η επιλογή αυτή να οφείλεται σε μία στάση υπερεμπιστοσύνης στη νέα τεχνολογία, ή ίσως σε οργανωτικά και οικονομικά προβλήματα του εκπαιδευτικού οργανισμού. Ωστόσο, είναι βέβαιο ότι χωρίς τη συμμετοχή εκπαιδευτικού το πρόγραμμα χάνει σημαντικό μέρος από τη δυναμική του. Ο καθηγητής, στο μέτρο βέβαια που έχει επαρκείς παιδαγωγικές ικανότητες, εντοπίζει τις ανάγκες και τις δυνατότητες των διδασκόμενων και τις εναρμονίζει με τους στόχους και το ρυθμό πραγματοποίησης του προγράμματος, προβαίνοντας στις απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες. Αξιολογεί συνεχώς την πορεία της μάθησης, τόσο σε επίπεδο ατόμων όσο και σε επίπεδο ομάδας, και δίνει εναύσματα για την προώθησή της (συμπληρωματική βιβλιογραφία, μεθοδολογικές προσεγγίσεις, ασκήσεις, ερωτήσεις-ερεθίσματα, οδηγίες, προτάσεις για ομαδικές εργασίες κ.ά.). μελετά τις απαντήσεις των μαθητών στις ασκήσεις που θέτει το εκπαιδευτικό λογισμικό και δίνει τις απαντήσεις που εκείνο δεν μπορεί να καλύψει. Και – ίσως το πιο βασικό – φροντίζει για τη δημιουργία κλίματος μάθησης και εμπύχωσης, το οποίο βέβαια προϋποθέτει την προσωπική επαφή όσων συμμετέχουν. Μέσα σε αυτό το κλίμα επιδιώκεται κάθε διδασκόμενος να αισθάνεται ότι γίνεται σεβαστός

ως οντότητα, ότι η προσπάθειά του αναγνωρίζεται, ότι τα προβλήματά του αντιμετωπίζονται εξατομικευμένα και γίνονται κατανοητά. Αν αυτά επιτυγχάνονται, δεν μπορεί παρά να αυξάνει η αυτοεκτίμηση κάθε μαθητή, η αμοιβαιότητα μεταξύ των συμμαθητών, η διάθεση για μάθηση.

Ωστόσο – θα ρωτούσαν πιθανότατα οι υποστηρικτές του η/υ ως αυτοτελούς μέσου διδασκαλίας – δεν υπάρχουν προγράμματα σπουδών (ιδίως στις θετικές επιστήμες) όπου το λογισμικό να εμπεριέχει τεράστια δυνατότητα αλληλεπίδρασεων με τους μαθητές και η οποία να καθιστά λιγότερο απαραίτητη, ίσως και μη αναγκαία, την παρουσία του διδάσκοντα; Ένα τέτοιο λογισμικό δεν μπορεί επίσης να εμπεριέχει πλήθος προσομοιώσεων και άλλων ασκήσεων, που προσφέρουν στους μαθητές σημαντικές δυνατότητες επεξεργασίας των πληροφοριών; Το σώμα των μαθητών εξάλλου δεν είναι πιθανό να αποτελείται από άτομα που έχουν εξοικείωση με τον η/υ και ταυτόχρονα θέλουν να δεσμευτούν να παρακολουθήσουν το πρόγραμμα με συνέπεια, εργατικότητα και αυτοπειθαρχία;

Αυτά μπορούν να ισχύουν σε μεγάλο βαθμό, θα απαντούσαμε, αλλά με τη σειρά μας θα θέταμε ένα τελικό ερώτημα: πώς θα διαμορφωθεί το παραπάνω ακριβώς «συμβόλαιο» μάθησης μεταξύ των μεμονωμένων μαθητών, πώς θα παρακολουθείται η τήρησή του και πώς θα γίνεται η ανατροφοδότησή του, αν όχι μέσω της συντονιστικής λειτουργίας ενός καθηγητή-συμβούλου;

Είναι φανερό ότι η αποτελεσματικότητα και η ποιότητα στην εκπαίδευση δεν εξαρτώνται από τη μορφή της διδασκαλίας. Καμία μορφή διδασκαλίας από μόνη της δεν εγγυάται θετικά αποτελέσματα. Το να έχει η αμφίδρομη τηλεόραση δυνατότητα αλληλεπίδρασης δεν σημαίνει ότι θα υπάρξει δημιουργική συναλλαγή. Το να μπορούν να διεξαχθούν μαθήματα μέσω εκπαιδευτικού λογισμικού δεν εγγυάται ότι ο η/υ θα αποτελέσει κάτι περισσότερο από περιστροφέα σελίδων. Το ίδιο ισχύει, βέβαια, και για τη λειτουργία του καθηγητή-συμβούλου. Η παρουσία του σε ένα πρόγραμμα δεν εγγυάται από μόνη της ότι οι μαθητές θα επικοινωνούν και θα ενεργοποιείται το ενδιαφέρον τους. Καμία μορφή διδασκαλίας, συνεπώς, δεν μπορεί να θεωρηθεί εξ ορισμού ότι υπερέχει των άλλων και ότι μπορεί να καλύψει όλες τις μαθησιακές ανάγκες. Η ποιότητα και η

αποτελεσματικότητα στην εκπαίδευση εξαρτώνται από τον τρόπο παιδαγωγικής χρησιμοποίησης των μορφών διδασκαλίας.

Κάθε μορφή μπορεί να συνεισφέρει στην εκπαιδευτική διεργασία, αρκεί να τηρούνται οι ακόλουθες παιδαγωγικές προϋποθέσεις:

- Πρώτον, χρειάζεται στη λειτουργία κάθε μορφής διδασκαλίας να έχουν ενσωματωθεί τόσο η διάγνωση των μαθησιακών αναγκών των διδασκομένων όσο και οι κατάλληλες τεχνικές εκπαίδευσης.
- Δεύτερον, χρειάζεται εκείνοι που έχουν την ευθύνη για την εφαρμογή των μορφών διδασκαλίας να είναι δεσμευμένοι στην επιδίωξη της ποιότητας στη δουλειά τους και να διαθέτουν τις ανάλογες ικανότητες.
- Τρίτον, η μορφή διδασκαλίας που επιλέγεται κάθε φορά πρέπει να προσιδιάζει στο γνωστικό αντικείμενο στο πλαίσιο του οποίου χρησιμοποιείται. Μπορεί κανείς λ.χ. να μάθει να γράφει και να διαβάζει μία ξένη γλώσσα μέσω διδακτικών εγχειριδίων ή εκπαιδευτικού λογισμικού χωρίς ήχο και κινούμενη εικόνα, όμως για την απόκτηση της δεξιότητας του προφορικού λόγου στην ίδια γλώσσα θα χρειαστούν κασέτες ήχου και βίντεο, καθώς και πρακτική άσκηση σε επαγγελματικό περιβάλλον.
- Τέλος, η επιλεγμένη μορφή διδασκαλίας πρέπει να αντιστοιχεί στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και στις μαθησιακές δυνατότητες εκείνων στους οποίους απευθύνεται. Ας θυμηθούμε εδώ τη θεμελιώδη αρχή μάθησης: κάθε άνθρωπος μαθαίνει με το δικό του τρόπο, ανάλογα με τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά του. Άλλος χρειάζεται περισσότερο την επαφή με το διδάσκοντα, άλλος χρειάζεται υποστήριξη από οπτικοακουστικά μέσα, άλλος προτιμά να συγκεντρώνεται στο διάβασμα, άλλος αναπτύσσεται μέσα από την ομαδική εργασία, άλλος μαθαίνει καλύτερα χρησιμοποιώντας τον ή/υ με τον οποίο είναι από παιδί εξοικειωμένος.

Συνθήκες των μορφών διδασκαλίας – Κριτήρια επιλογής

Οι παραπάνω διαπιστώσεις σχετικά με τα αποτελέσματα που έχουν οι μορφές διδασκαλίας ανάλογα με τον τρόπο παιδαγωγικής χρησιμοποίησής τους οδηγούν στο ακόλουθο γενικό συμπέρασμα: Οι διάφορες μορφές διδασκαλίας δεν είναι ανταγωνιστικές μεταξύ τους. Ισχύει το αντίθετο, για τρεις λόγους:

1. Κάθε μορφή έχει ορισμένα ισχυρά σημεία που δεν τα διαθέτουν οι άλλες.

2. Κάθε μορφή προσιδιάζει περισσότερο από άλλες σε ορισμένα γνωστικά αντικείμενα.
3. Κάθε διδασκόμενος μαθαίνει καλύτερα αξιοποιώντας τις μορφές διδασκαλίας που του ταιριάζουν.

11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΠΕΡΑ ΕΡΕΥΝΑ

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάστηκαν 5 τύποι παρουσίασης δραστηριοτήτων (φύλλα έργου) για τη Γεωμετρία με τη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού Cabri-Geometry II. α) Φύλλα εργασίας στο περιβάλλον χαρτί-μολυβι. Περιγράφουν μια κατασκευή βήμα βήμα και θέτουν κατάλληλες ερωτήσεις διερευνητικού τύπου. Πλεονεκτήματα: η βηματική σχεδίαση με βάση στοιχειώδη στοιχεία-ιδιότητες μιας γεωμετρικής κατασκευής. Μειονεκτήματα: συχνή αλλαγή επιφάνειας εργασίας και μεγάλες απαιτήσεις σε χρόνο. β) Ηλεκτρονικά φύλλα εργασίας. Παρουσιάζουν τη δραστηριότητα με κείμενο κάθε βήμα της οποίας υπερσυνδέεται με αντίστοιχη αλληλεπιδραστική κατασκευή στο λογισμικό. Πλεονεκτήματα: μικρές απαιτήσεις σε χρόνο για την κατασκευή και δυνατότητα αφιέρωσης χρόνου για μαθηματική διερεύνηση. Μειονεκτήματα: προβλήματα από την ανάγκη για συχνή αλλαγή επιφάνειας εργασίας (WORD, CABRI). γ) Αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές για επι μέρους έννοιες. Πλεονεκτήματα: μικρές απαιτήσεις σε χρόνο για την κατασκευή και δυνατότητα αφιέρωσης χρόνου για μαθηματική διερεύνηση. Μειονεκτήματα: Οι δραστηριότητες αυτές εστιάζουν στην αναγνώριση ιδιοτήτων μιας γεωμετρικής κατασκευής και απαιτούν μεγάλη εστίαση από τη μεριά του μαθητή.

Με τις δραστηριότητες που έκαναν οι μαθητές στην αίθουσα των Μαθηματικών παρατηρήθηκε ότι εξαλείφονται οι διαφορές της επίδοσης που υπάρχουν στη συμβατική τάξη. Οι μαθητές φαίνεται να αισθάνονται ισοδύναμοι και να έχουν την ίδια αφετηρία μάθησης. Είναι χαρακτηριστικό το ότι «αδύνατοι» μαθητές στο μάθημα των Μαθηματικών στην συμβατική αίθουσα, μπορούσαν να αποδίδουν πολύ καλύτερα και σε μερικές περιπτώσεις ξεπερνούσαν και τους άριστους συμμαθητές τους στην δραστηριότητα με εκπαιδευτικό λογισμικό. Οι «καλοί» μαθητές απεναντίας έδειχναν να έχουν αυξημένο άγχος στην

προσπάθειά τους να πρωτοστατήσουν και στην μάθηση με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού.

Η «συμπεριφορά» των μαθητών στην αίθουσα διδασκαλίας των μαθηματικών διαφέρει από εκείνη της συμβατικής αίθουσας μιας και όλοι δραστηριοποιούνται, παρατηρούν και μπορούν να διατυπώσουν συμπεράσματα. Αισθάνονται σίγουροι για την απάντησή τους την οποία δεν μπορεί να τους την αμφισβητήσει κανείς αφού προήλθε από τη δική τους παρατήρηση σε πολλές καταστάσεις του σχήματος.

Η προσέλευση των μαθητών στην αίθουσα των Μαθηματικών ήταν έγκαιρη σε σχέση με την προσέλευσή τους στη συμβατική αίθουσα και δεν είχαν την τάση να ασχολούνται με τον υπολογιστή όπως πιθανότατα στην αίθουσα της πληροφορικής αλλά μόνο με το λογισμικό που έπρεπε να χρησιμοποιήσουν για τη δραστηριότητα. Πολλοί από αυτούς έδειξαν ενδιαφέρον να ασχοληθούν και στο σπίτι τους στο δικό τους υπολογιστή, με το αντίστοιχο λογισμικό. Οι εξοικείωση των μαθητών με τον υπολογιστή είναι καταπληκτική και ξεπερνά τις προσδοκίες μας.

Έννοιες όπως η συνάρτηση και η γραφική της παράσταση έγιναν κατανοητές από το σύνολο των μαθητών. Είναι χαρακτηριστικές οι δηλώσεις μαθητών ότι «πρώτη φορά στη ζωή μου, μου άρεσαν τα Μαθηματικά». Οι μαθητές δεν δυσανασχετούσαν ούτε στην περίπτωση που είχαν κάποιο «κενό» να έρθουν στην αίθουσα των Μαθηματικών για κάποια δραστηριότητα αντί να παίζουν στην αυλή.

Για τον διδάσκοντα η εμπειρία είναι μοναδική μιας και αισθάνεσαι ότι όλοι οι μαθητές δραστηριοποιούνται και μαθαίνουν. Είναι λίγες οι φορές που έχεις την ίδια αίσθηση το συμβατικό τρόπο διδασκαλίας. Χρειάζεται βέβαια περισσότερος χρόνος για την κατασκευή της δραστηριότητας και την λειτουργία του εξοπλισμού, αλλά αποζημιώνεσαι με το αποτέλεσμα και την απόδοση των μαθητών σου.

Προβληματίζεσαι όμως και για το γεγονός ότι οι μαθητές δυσκολεύονται στην χρήση των γεωμετρικών οργάνων και την αποτύπωση των απαντήσεών τους με μολύβι και χαρτί. Αυτό ίσως είναι ένα θέμα που χρειάζεται διερεύνηση για να βγάλουμε συμπεράσματα. Περισσότερη έρευνα απαιτείται ώστε οι ερωτήσεις κατανόησης να γίνονται σε εικονικά αναπαραστασιακά συστήματα και όχι μόνον σε φυσική γλώσσα μιας και ο μαθητής εργάστηκε κυρίως με βάση την εικόνα και

όχι με βάση τη λεκτική διατύπωση. Ακόμη περισσότερη έρευνα απαιτείται για τη διατύπωση δοκιμασμένων στην πράξη αποδοτικών ερωτήσεων.

12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Balacheff, N. & Kaput, J. (1996). *Computer-based learning environments in mathematics*. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick and C. Laborde (Eds), *International Handbook on Mathematics education* (pp. 469-501). Dordrecht: Kluwer.
2. 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.
3. Becker, H. J., (1990). *Computer use in United States schools*. Paper presented at the Annual Meeting of the AERA, Boston, MA.
4. Bishop, A. J., (1983). *Space and Geometry*. In R. Lesh and M. Landau (Eds), *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes* (pp. 176-200). London: Academic Press.
5. Bishop, A. J., (1988). *Mathematics Education and culture*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
6. Borba, M., & Confrey, G. (1996). *A student's construction of transformations of functions in a multirepresentational environment*. *Educational Studies in Mathematics*, 31, 319-337.
7. Clements, D. H. (1989). *Computers in elementary mathematics education*. NJ: Prentice-Hall.
8. Cobb, P., & Steffe, L. P. (1983). *The constructivist Researcher as teacher and model builder*. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14(2), 83-94.
9. Cobb, P. (1991). *Reconstructing Elementary School Mathematics*. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 13,(2), 3-32.
10. 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.

11. Dorfler, W. (1993). *Computer use and views of the mind*. In C. Keitel & K. Ruthven (Eds), *Learning from computers: Mathematics Education and Technology* (pp.159-186). Berlin: Springer - Verlag.
12. Dyfour – Janvier, B., Bednarz, N., & Belanger, M. (1987). *Pedagogical considerations concerning the problem of representation*. In C. Janvier (Eds), *Problems of representation in teaching and learning of mathematics* (pp. 109-122). London: Lawrence erlbaum associates.
13. Fischbein, E. (1993). *The theory of figural concepts*. *Educational Studies in Mathematics*, 24, 139-162.
14. Hadas, N., & Arcavi, A. (1997). *An attempt to characterize environments in which students can invert insightful proofs in geometry*. *Proceedings of the 21th PME Conference*, 1 (pp. 237). Lathi, Finland.
15. Hillel, J. (1993). *CA as Cognitive Technologies: Implication for the Practice of Mathematics Education*. In C. Keitel and K. Ruthven (Eds), *Learning from computers: Mathematics Education and Technology* (pp. 18-47). Berlin: Springer-Verlag.
16. Hoyles, C., & Noss, R. (1989). *The Computer as a Catalyst in Children's Proportion Strategies*. *Journal of Mathematical behavior*, 8, 53-75.
17. Kaput, J. J. (1992). *Technology and Mathematics Education*. In D. A. Grouws (Eds), *Hanbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 515-556). New York: Macmillan.
18. Kaput, J. J. (1994). *The Representational Roles of Technology in Connecting Mathematics with Authentic Experience*. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Strasser, B., Winkelman (Eds), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline: The state of the art* (pp. 379- 397). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
19. Kordaki, M. (2003). *The effect of tools of a computer microworld on students' strategies regarding the concept of conservation of area*. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 177-209.
20. Laborde, C. (1993). *The computer as part of the learning environment: the case of geometry*. In C. Keitel & K. Ruthven (Eds), *Learning from computers: Mathematics Education and Technology* (pp. 48-67). Berlin: Springer-Verlag.

21. Lave, J. (1988). *Cognition in Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
22. Lesh, R., Mehr, M., & Post, T., (1987b). *Rational number relations and proportions*. In C. Janvier (Eds), *Problems of representation in teaching and learning of mathematics* (pp. 41-58). London: Lawrence Erlbaum Associates.
23. Mariotti, M., A. (1995). *Images and concepts in geometrical reasoning*. In R. Sutherland & J. Mason (Eds), *Exploiting Mental Imagery with Computers in Mathematics Education* (pp. 97-116). Berlin: Springer-Verlag.
24. Mason R., *Using Communications Media in Open and Flexible Learning*, Kogan.
25. Nardi, B.A. (1996). *Studying context: A comparison of activity theory, situated action models, and distributed cognition*. In B.A. Nardi (Ed.), *Context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction*, Cambridge, MA: MIT Press.
26. Northedge A., *The good study guide*, The Open University Press, 1994.
27. Noss, R., & Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: Learning Cultures and Computers*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
28. Noss, R. (1988). *The computer as a cultural influence in mathematical learning*. *Educational Studies in Mathematics*, 19, 251-268.
29. Page, London, 1995.
30. Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
31. Piaget, J. (1970b). *Genetic epistemology* (2nd ed.). New York: Columbia University Press.
32. Race Ph., *Το Εγχειρίδιο της Ανοικτής Εκπαίδευσης*, εκδ. Μεταίχμιο, Αθήνα, 1999.
33. Rogers A., *Η Εκπαίδευση Ενηλίκων*, Εκδ. Μεταίχμιο, Αθήνα, 1999.
34. Rowntree D., *Exploring Open and Distance Learning*, Kogan Page, London, 1992.
35. Schwier R., "Contemporary and Emerging Interactive Technologies for Distance Education" in B. Willis (ed.) *Distance Education Strategies and*

- Tools, Educational Technology Publications, Englewood Cliffs, N. J., 1994.
36. Steffe, L. P., & Kieren, T. (1994). *Radical Constructivism and Mathematics Education*. Journal for Research in Mathematics Education, 25(6).
37. Strasser, R., & Capponi, B. (1991). *Drawing-Computer model-Figure*. Proceedings of the 15th of PME Conference, (pp. 302-309). Assisi, Italy.
38. Sutherland, R. (1995). *Mediating mathematical action*. In R. Sutherland & J. Mason (Eds), *Exploiting Mental imagery with Computers in Mathematics Education* (pp. 71-81). Berlin: Springer-Verlag.
-
39. Villarreal, E. M. (1997). *Computers, graphics and refutations*. Proceedings of the 21st PME Conference, 1 (pp. 268). Lathi, Finland.
40. 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.
41. Von Glasersfeld, E., (1987). *Preliminaries to Any Theory of Representation*. In C. Janvier eds. *Problems of representation in teaching and learning of mathematics*. Lawrence erlbaum associates, London, 215-226.
42. Von Glasersfeld, E. (1995). *A Constructivist Approach to Teaching*. In L.P. Steffe & J. Gale (Eds), *Constructivism in Education* (pp. 3-16). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum associates.
43. Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society*. Cambridge: Harvard University Press.
44. Woolf B., & Hall W., "*Multimedia Pedagogues*", Computer (IEEE Computer Society), 1995.
45. Καλαβάσης, Φ. (2001). *Μαθηματικός Αλφαριθμητισμός*. 18^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Μ.Ε.
46. Κορδάκη, Μ. (2004). Δραστηριότητες για τη διδασκαλία των μαθηματικών Δημοτικού με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο της ΕΕΕΠ-ΔΤΠΕ με θέμα :"*Παιδαγωγική αξιοποίηση των ΝΤ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*". Διοργάνωση: ΕΕΕΠ-ΔΤΠΕ (Επιστημονική Ένωση Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας για τη διάδοση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση) Οκτώβριος 2004.

47. Κορδάκη, Μ & Καλογεράς, Δ (2004, υπό κρίση). Κέντρο Μαθηματικών & Τεχνολογίας στο νομό Αιτωλοακαρνανίας (ΚΕΜΑΤ): *Σχεδίαση και χρήση φύλλων πραγματοποίησης δραστηριοτήτων με τη βοήθεια των ΤΠΕ.*
48. Κορδάκη, Μ. (2004). *Υποστηρίζοντας το ρόλο της Τεχνολογίας στη διδασκαλία και τη μάθηση των Μαθηματικών: Η περίπτωση των Κέντρων Μαθηματικών και Τεχνολογίας.* Επιστημονική Συνάντηση για την Παιδεία. Πάτρα, 9-10, Ιανουαρίου, 2004.
49. Παπαδόπουλος, Γ., Αναστασιάδης, Ν. & Βαρελιτζής, Γ. (1988). *Γενικές προδιαγραφές εργονομίας, υλικού και λογισμικού του Σχολικού εργαστηρίου πληροφορικής.*
50. Πρακτικά εισηγήσεων συνεδρίου «*Η πληροφορική στη δευτεροβάθμια εκπ/ση*», Αθήνα, 1998.

13. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	2
Εκπαιδευτική χρήση του η/υ και είδη εκπαιδευτικού λογισμικού	2
Βασικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού λογισμικού	5
Πολυμέσα και εκπαίδευση	6
Πλεονεκτήματα χρήσης λογισμικού προσομοιώσεων	8
Τα πολυμέσα σήμερα και στο μέλλον	9
Μερικά πλεονεκτήματα της εφαρμογής λογισμικού πολυμέσων στην εκπαίδευση	9
Ομάδες εργασίας παραγωγής εκπαιδευτικού λογισμικού	10
Οι φάσεις ανάπτυξης της εφαρμογής	12
Απαιτήσεις συγγραφής εκπαιδευτικού λογισμικού	15
Το εργαστήριο ανάπτυξης – εξοπλισμός	16
Η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού	17
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	23
Η διδασκαλία με εκπαιδευτικό λογισμικό	23
Τα πλεονεκτήματα της διδασκαλίας με εκπαιδευτικό λογισμικό	23
Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ	24
Παραδοσιακό διδακτικό μοντέλο	24
Σύγχρονες μαθησιακές αντιλήψεις	25
Μαθηματικά και πληροφορική	25
Ο ρόλος του εκπαιδευτικού	27
Ενεργητικές μέθοδοι μάθησης	27
Ο σχεδιασμός της διδασκαλίας	28
Η επιλογή του προβλήματος	29
Η διδακτική προσέγγιση	30
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ	30
Η ανάπτυξη του Function Probe	30
Περιγραφή του προγράμματος Function Probe	31
Το Function Probe για τον εκπαιδευτικό	32
Εκπαιδευτικοί στόχοι	32
Η προέλευση του Sketchpad	33

Χρήση του Sketchpad στην τάξη	34
Η ανάπτυξη του Cabri-Geometry II	36
Τα χαρακτηριστικά του Cabri-Geometry II	36
Το Cabri-Geometry II	37
Με το Cabri-Geometry II ο χρήστης μπορεί:	37
<u>ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ</u>	
<u>ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ CABRI-GEOMETRY II</u>	
Παραδοσιακές θεωρίες μάθησης και ανάπτυξη εκπ/κού λογ/κού	40
Η γνώση από μια κοινωνική και εποικοδομιστική προσέγγιση	42
Το περιβάλλον Cabri-Geometry II	45
Βασικές δυνατότητες προγράμματος	48
Η γνώση του ατόμου ως διαδικασία νοητικής κατασκευής στηριγμένης στην εμπειρία του και το πειραματικό περιβάλλον Cabri-Geometry II	49
Η σημασία των ενεργειών του ατόμου στη μάθησή του και το αλληλεπιδραστικό περιβάλλον Cabri-Geometry II	51
Η σημασία του αναστοχασμού στη μάθηση του ατόμου και το περιβάλλον εικονικής ανατροφοδότησης Cabri-Geometry II	52
Ο υποκειμενικός χαρακτήρας της γνώσης και η δυνατότητα έκφρασης των ιδιαιτεροτήτων των μαθητών στο περιβάλλον του Cabri-Geometry II	54
Ο ρόλος των εργαλείων στη νοητική εξέλιξη του μαθητή και η διάθεση εργαλείων στο περιβάλλον Cabri-Geometry II	55
Ο ρόλος των εξωτερικών αναπαραστάσεων στην ανάπτυξη της γεωμετρικής λογικής και οι δυναμικές αναπαραστάσεις γεωμετρικών εννοιών στο περιβάλλον Cabri-Geometry II	58
Η σχέση των σχημάτων και των εννοιών στην ανάπτυξη γεωμετρικής αλλαγής	60
Το εκπαιδευτικό λογισμικό ως ένα πολύ σημαντικό στοιχείο του πλαισίου συμφραζομένων στο οποίο συντελείται η μάθηση	63
Η μάθηση και ο διερευνητικός χαρακτήρας των δραστηριοτήτων στο περιβάλλον Cabri-Geometry II	64
<u>ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ- ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ</u>	
<u>ΤΠΕ</u>	
Η χρήση του η/υ στη διδασκαλία των μαθηματικών	66

Βασικές αρχές σχεδίασης μαθησιακού υλικού	67
Η ένταξη των ΤΠΕ στη διδασκαλία των μαθηματικών	69
Σκοπός και τεχνική υποδομή του ΚΕ.ΜΑ.Τ στο Ν. Αιτ/νίας	70
Η τεχνική υποδομή του ΚΕΜΑΤ:	71
Η εργονομία του χώρου, των επίπλων και της αλληλεπίδρασης	71
Πιλοτική φάση λειτουργίας-οργάνωση του μαθησιακού υλικού	73
Η οργάνωση του μαθησιακού υλικού	75
Τι αλλάζει στο περιβάλλον της τάξης με τη χρήση ανοικτών υπολογιστικών περιβαλλόντων μάθησης όπως το Cabri-Geometry II	79
Η δοκιμή των δραστηριοτήτων στην τάξη-συμπεράσματα προτάσεις για το μέλλον	88
<u>ΣΧΕΔΙΟ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ</u>	88
<u>Η ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ CABRI GEOMETRY II ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ 5 ΤΥΠΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ ΤΠΕ. ΔΟΚΙΜΗ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΗ</u>	96
Το περιβάλλον της έρευνας	97
Προδιαγραφές σχεδίασης δραστηριοτήτων	98
Δοκιμή φύλλων εργασίας σε πραγματική τάξη	118
<u>Ο ΑΝΤΙΛΟΓΟΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ</u>	123
Οι γενικές επιφυλάξεις	123
Ο αντίλογος	124
Η δυνατότητα υποκατάστασης του διδάσκοντα από το εκπαιδευτικό λογισμικό	126
Η διαλεκτική σχέση πλεονεκτημάτων-μειονεκτημάτων	127
Συνδυασμός των μορφών διδασκαλίας-Κριτήρια επιλογής	128
<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΠΕΡΑ ΕΡΕΥΝΑ</u>	129
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	132