



Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε.
της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου

**ΠΟΛΥΜΕΣΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ Η ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Πτυχιακή εργασία

ΣΑΛΩΝΙΤΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ, Α.Μ: 512

Υπεύθυνος Καθηγητής:
ΣΤΕΡΓΙΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

Ιούνιος 2014

Ευχαριστώ

Τους καθηγητές μου –που στην πλειοψηφία τους ήταν νεότεροί μου- γιατί οι εκπαιδευτικοί είναι εξ ορισμού άνθρωποι προσφοράς.

Τα μέλη της οικογένειάς μου γιατί άντεξαν τόσα χρόνια σε μένα τον ρόλο της σπουδάστριάς και ό,τι αυτός σήμαινε για την οικογενειακή μας ζωή - σε εξεταστικές περιόδους και όχι μόνο.

Τους φίλους που με ενθάρρυναν να ασχοληθώ με την πτυχιακή.

Την πολιτεία, η οποία με τον νόμο για τους αιώνιους φοιτητές, με προστάτεψε από το να πάρουν τα παιδιά μου πτυχίο πριν από μένα.

Τον Θεό γιατί, εκτός από τα τόσα θαυμάσια Του τα οποία πλαισιώνουν τη ζωή μου, η ενασχόλησή μου με την πτυχιακή ήταν απλά ένα θαύμα!

*«Όταν θωρώ τους ουρανούς σου,
το έργο των δακτύλων σου,
το φεγγάρι και τα αστέρια,
που εσύ θεμελίωσες,
τι είναι ο άνθρωπος,
ώστε να τον θυμάσαι
ή ο γιος του ανθρώπου,
ώστε να τον επισκέπτεσαι;»
(Ψαλμός 8:3-4)*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες επιβάλλεται η αναμόρφωση του Εκπαιδευτικού Συστήματος ώστε να ανταποκρίνεται στις νέες, αλλά και στις διαχρονικές ανάγκες του ανθρώπου και τις προκλήσεις της σύγχρονης κοινωνίας, της «Κοινωνίας της Γνώσης». Στην αναμόρφωση αυτή θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι παιδαγωγικές δυνατότητες των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) και να αξιοποιηθούν ώστε να προσφέρουν στον άνθρωπο, στην κοινωνία, στον πολιτισμό και στη μάθηση. Οι εφαρμογές πολυμέσων στην εκπαίδευση έχουν αλλάξει σημαντικά τον τρόπο διδασκαλίας σε κάθε βαθμίδα της. Η εξάπλωση των εφαρμογών πολυμέσων εκπαιδευτικού περιεχομένου, οφείλεται στη δυνατότητα παροχής ποικίλης μορφής υλικού στη μαθησιακή διαδικασία συνδυάζοντας κείμενο, ήχο στατική ή κινούμενη εικόνα και διάφορες άλλες μορφές δεδομένων, ώστε να φτάσουν στον αποδέκτη μέσω περισσότερων του ενός διαύλου πρόσκτησης της γνώσης.

Η εργασία πραγματεύεται τη χρήση πολυμεσικών εφαρμογών ως εκπαιδευτικό υλικό για την ενίσχυση της διδασκαλίας των μαθηματικών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Αναλύει τη χρήση των εφαρμογών ΤΠΕ στη διδακτική πράξη. Καταγράφει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα χρήσης πολυμεσικών εφαρμογών στη μαθησιακή διαδικασία. Αποτυπώνει τη σημερινή κατάσταση στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση σε σχέση με το εκπαιδευτικό λογισμικό στα μαθηματικά.

Τέλος, περιγράφεται η ανάπτυξη σεναρίου με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού για τη διδασκαλία του μαθήματος της Γεωμετρίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	7
ΟΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΤΠΕ	7
1.1 Εκπαιδευτικές εφαρμογές και θεωρίες μάθησης	8
1.2 Παραδοσιακές θεωρίες μάθησης - συμπεριφοριστικές προσεγγίσεις.....	11
1.2.1 Προσπάθειες ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού	12
1.3 Σύγχρονες θεωρίες μάθησης – εποικοδομιστικές και κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις	14
1.3.1 Παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ	16
1.3.2 Ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού	19
1.3.3 Οικοδόμηση της γνώσης μέσα από την εμπειρία	21
1.3.4 Η γνώση μέσα από τις ενέργειες του ατόμου	23
1.3.5 Η γνώση ως αποτέλεσμα αναστοχασμού.....	24
1.3.6 Ο υποκειμενικός χαρακτήρας της γνώσης.....	24
1.3.7 Χρήση εργαλείων και νοητική εξέλιξη του μαθητή.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	27
ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ.....	27
2.1 Οι αναπαραστάσεις στα μαθηματικά	28
2.2 Σχήματα και έννοιες στην ανάπτυξη της γεωμετρικής λογικής	29
2.3 Δυναμικά γεωμετρικά λογισμικά και ιστορία	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	33
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ.....	33
3.1 Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο στο οποίο συντελείται η μάθηση	33
3.2 Ο ερευνητικός χαρακτήρας των δραστηριοτήτων σε περιβάλλον λογισμικού ..	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	36
ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	36
4.1 Υποδομή	36
4.2 Τα μαθηματικά	36
4.3 Προβληματισμοί των εκπαιδευτικών.....	37
4.4 Ο ρόλος του δασκάλου.....	38
4.5 Ο ρόλος του μαθητή.....	39
4.6 Αξιοποίηση του ερευνητικού περιβάλλοντος.....	39
4.7 Η οργάνωση της τάξης.....	40

4.8	Οι δραστηριότητες	41
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο	43
	ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	43
5.1	Ελληνικά Σχολεία	43
5.2	Η κατάρτιση των εκπαιδευτικών	45
5.3	Λογισμικά των μαθηματικών	46
5.3.1	Cabri - geometry II.....	47
5.3.2	The Geometer's Sketchpad.....	51
5.3.3	Function Probe.....	54
5.3.4	GeoGebra	58
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο	61
	ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ	61
6.1	Σύντομη ανασκόπηση του σεναρίου.....	62
6.2	Παιδαγωγικοί, κοινωνιολογικοί και πολιτισμικοί στόχοι.....	62
6.3	Προσδοκώμενη διαδικασία μάθησης	63
6.4	Διδακτική διαδικασία	63
6.5	Δραστηριότητες	63
6.6	Κριτική προσέγγιση του σεναρίου και της εφαρμογής του	64
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο	66
	ΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ GEOGEBRA	66
7.1	Ανάλυση της δραστηριότητας	68
7.1.1	Ορισμός.....	68
7.1.2	Εκκεντρότητα.....	70
7.1.3	Όμοιες ελλείψεις	72
7.2	Το Geogebra ως μέσο παρουσίασης	72
7.3	Το Geogebra ως μέσο πειραματισμού	73

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια της «Κοινωνίας της Γνώσης» εμφανίζεται στη διεθνή βιβλιογραφία περίπου στα τέλη της δεκαετίας του 1960, στη μεταβιομηχανική κοινωνία, στο πλαίσιο της οποίας η γνώση και η πληροφορία διαδραματίζουν ένα ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο.

Επιπλέον τα πολυμέσα είναι μία από τις πιο πολυσυζητημένες τεχνολογίες των αρχών της δεκαετίας του 90. Το ενδιαφέρον αυτό είναι απόλυτα δικαιολογημένο, αφού τα πολυμέσα αποτελούν το σημείο συνάντησης πέντε μεγάλων βιομηχανιών: της πληροφορικής, των τηλεπικοινωνιών, ηλεκτρονικών εκδόσεων, της βιομηχανίας audio και video καθώς και της βιομηχανίας της τηλεόρασης και του κινηματογράφου.

Σήμερα, η Κοινωνία της Γνώσης προβάλλεται είτε ως μια επανάσταση προκύπτουσα από την επέκταση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), είτε ως μια αναμόρφωση των οικονομικών σχέσεων, μέσα από την αναβάθμιση του ρόλου της γνώσης στο πλαίσιο της εργασιακής διαδικασίας και την αναμόρφωση των κοινωνικών και πολιτικών σχέσεων (ACM Computing Curricula 2001) .

Στο πλαίσιο της αναμόρφωσης των οικονομικών σχέσεων, η Κοινωνία της Γνώσης είχε ως άμεσο αποτέλεσμα την εμφάνιση της έννοιας «Κοινωνία της Μάθησης» και της «Δια Βίου Εκπαίδευσης». Συνεπώς η Κοινωνία της Γνώσης δεν μπορεί να εξεταστεί ανεξάρτητα από την ένταξη των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) σε όλα τα επίπεδα και μορφές της εκπαίδευσης.

Στη Σύνοδο του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της Λισσαβόνας το 2000, οι Αρχηγοί των Κρατών και Κυβερνήσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης έθεσαν στρατηγικούς στόχους για το 2010 στα πλαίσια των οποίων υιοθετήθηκε η άποψη ότι απαιτείται «ένα τολμηρό πρόγραμμα για τον εκσυγχρονισμό των συστημάτων κοινωνικής πρόνοιας και εκπαίδευσης».

Στο Συμβούλιο της Στοκχόλμης της 23^{ης} και 24^{ης} Μαρτίου 2001 επιβεβαιώθηκε ο παραπάνω στόχος και αποφασίστηκε η υιοθέτηση «συγκεκριμένων στρατηγικών στόχων στο πεδίο της εκπαίδευσης και της κατάρτισης». Η περιγραφή δε του στόχου ως προς τη βελτίωση της ποιότητας των συστημάτων εκπαίδευσης και κατάρτισης έχει ως εξής:

« Η εκπαίδευση και η κατάρτιση αντιπροσωπεύουν ένα κατ' εξοχήν μέσο για την κοινωνική και πολιτισμική συνοχή, καθώς και ένα σπουδαίο οικονομικό πλεονέκτημα για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας. Το ζητούμενο είναι να ενισχυθεί η ποιότητα της εκπαίδευσης και της κατάρτισης των εκπαιδευόμενων και των εκπαιδευτών και να καταβληθούν προσπάθειες για την απόκτηση βασικών δεξιοτήτων που θα πρέπει να είναι σύγχρονες ώστε να ανταποκρίνονται στις εξελίξεις της κοινωνίας της γνώσης. Ο στόχος επομένως, είναι να βελτιωθούν τα

εφόδια των πολιτών σε ό,τι αφορά, αφενός στην ανάγνωση, στη γραφή και στην αριθμητική και, αφετέρου, στην απόκτηση δεξιοτήτων σχετικών με τις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας. Η ενίσχυση της ποιότητας του εξοπλισμού των σχολείων και των κέντρων κατάρτισης με τη βέλτιστη χρήση των πόρων αποτελεί επίσης προτεραιότητα. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ανταγωνιστική θέση της Ευρώπης στην αυριανή οικονομία επιδιώκεται η αύξηση του δυναμικού σε κλάδους σχετικούς με τα **μαθηματικά** και τις φυσικές επιστήμες. Η βελτίωση της ποιότητας των συστημάτων εκπαίδευσης και κατάρτισης σημαίνει, τέλος, εξισορρόπηση πόρων και αναγκών, κάτι που θα επιτρέψει στα σχολικά ιδρύματα να πραγματοποιήσουν νέες συμπράξεις που θα τα βοηθήσουν στο νέο τους ρόλο».

Οι ΤΠΕ, όπως είναι γνωστό, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν όχι μόνον ως ένα μαζικό εποπτικό μέσο διδασκαλίας και πηγή πληροφόρησης, αλλά και ως δυναμικό εργαλείο γνωστικής ανάπτυξης, χάρις στις πολλές και ποικίλες ιδιότητες τους, που παρέχουν εξαιρετικές δυνατότητες για τη δημιουργία ενός γόνιμου και προωθημένου μαθησιακού περιβάλλοντος το οποίο με την κατάλληλη διαμεσολάβηση του δασκάλου ευνοεί τη λειτουργία και την ανάπτυξη των μαθητών, αλλά και των εκπαιδευτικών σε πιο προωθημένα επίπεδα μάθησης και επικοινωνίας, καθώς και την εφαρμογή πολλών σύγχρονων παιδαγωγικών αρχών, που δεν ήταν εύκολο να υιοθετηθούν στο περιβάλλον της παραδοσιακής τάξης.

Ήδη οι εφαρμογές πολυμέσων στην εκπαίδευση έχουν αλλάξει σημαντικά τον τρόπο διδασκαλίας σε κάθε βαθμίδα της. Η εξάπλωση των εφαρμογών πολυμέσων εκπαιδευτικού περιεχομένου, που αναμένεται να είναι μεγαλύτερη στα επόμενα χρόνια, οφείλεται στη δυνατότητα παροχής υλικού από κείμενα, εικόνες, ήχους και διάφορες άλλες μορφές δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΟΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΑΞΗ

Τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης των εφαρμογών (πριν δύο ή και τρεις ακόμα δεκαετίες) κυριαρχούσαν κυρίως τα εκπαιδευτικά λογισμικά πρακτικής και εξάσκησης, και η επικρατούσα θεώρηση χρήσης του υπολογιστή ήταν αυτή ως μέσο παρουσίασης υλικού, ή ως μέσο πρακτικής εξάσκησης του κάθε μαθητή χωριστά και εξατομικευμένα. Οι τεχνολογίες της επικοινωνίας δεν είχαν αναπτυχθεί, και η θετική επίδραση της συνεργατικής χρήσης των τεχνολογικών εφαρμογών δεν είχε ακόμα διερευνηθεί.

Κατά την προηγούμενη δεκαετία, μετά την ανάπτυξη ευρείας γκάμας εφαρμογών, αλλά και την ωριμότητα της έρευνας και των πορισμάτων που τα συνοδεύουν, η αξία και η σημασία των εφαρμογών αυτών διαμόρφωσε ένα πιο ευρύ αλλά και ουσιαστικό φάσμα. Οι κύριοι λόγοι αξιοποίησης των εφαρμογών που έχουν διατυπωθεί, και είναι σήμερα σημαντικοί για τη βασική και δευτεροβάθμια εκπαίδευση εντάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- **Επιστημολογικοί λόγοι:** Η χρήση των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες εργάζονται και αναπτύσσουν σήμερα τα γνωστικά τους πεδία. Οι δυνατότητες των γρήγορων υπολογισμών, της επεξεργασίας συμβόλων, της παραγωγής εικόνων, της προσομοίωσης και της μοντελοποίησης φαινομένων, της ενσύρματης και ασύρματης επικοινωνίας έχει μετατρέψει τον υπολογιστή σε βασικό εργαλείο κάθε επιστήμονα. Οι επιστήμονες έχουν αναπτύξει νέες μεθόδους για την επεξεργασία των δεδομένων και των μοντέλων τους, που βασίζονται στις ΤΠΕ. Το γεγονός ότι οι ίδιες οι επιστήμες έχουν εξελιχθεί, έχει ως συνέπεια την αναπροσαρμογή των προγραμμάτων σπουδών των γνωστικών αντικειμένων που διδάσκονται σήμερα στην εκπαίδευση, με την ενσωμάτωση δραστηριοτήτων που είναι πιο κοντά στις σημερινές επιστήμες και κατάλληλες για την εκπαίδευση των μαθητών. Ένας βασικός λόγος λοιπόν της αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαίδευση είναι η δυνατότητα που προσφέρουν, επιτρέποντας να εμπλακούν οι μαθητές σε *«νέες δραστηριότητες»*.
- **Μαθησιακοί λόγοι:** Αρκετά λογισμικά έχουν αναπτυχθεί με βασική υπόθεση τη βελτίωση και υποστήριξη της διαδικασίας μάθησης. Συχνά η υπόθεση αυτή βασίζεται στην εστίασή τους να υποστηρίξουν ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Ουσιαστικές ή αυθεντικές δραστηριότητες με τις οποίες μπορούν πλέον να ασχοληθούν οι μαθητές, και επιτρέπουν προσεγγίσεις μάθησης μέσω διερεύνησης, έκφρασης και δοκιμής ιδεών, εφαρμογής και καλλιέργειας ερευνητικών διαδικασιών, επίλυσης σύνθετων προβλημάτων, συνεργατικής μάθησης, και άλλα.
 2. Εμβάθυνση σε επιμέρους θέματα που δεν είχαν πριν οι μαθητές τη δυνατότητα να τα προσεγγίσουν (π.χ. προσομοίωση και μοντελοποίηση ενός κόσμου μη ορατού). Με τον τρόπο αυτό, μπορούν να επιτευχθούν στόχοι μάθησης υψηλού επιπέδου, οικοδόμηση κριτικής και δημιουργικής γνώσης, ερμηνεία, επίλυση προβλημάτων, κ.ά.
 3. Ανάπτυξη και παροχή επιμέρους γνωστικών εργαλείων που υποστηρίζουν το συλλογισμό των μαθητών αλλά και τη διαδικασία της μάθησης, όπως εργαλεία πολλαπλών και εναλλακτικών αναπαραστάσεων, ή εργαλεία που υποστηρίζουν την ανάπτυξη μεταγνωστικών ικανοτήτων (επιτρέπουν τον αναλογισμό πάνω στη πορεία της δραστηριότητας του ή των μαθητών και την εξέλιξη των συλλογισμών και των διαδικασιών που ενεργοποιήθηκαν).
- **Κοινωνικοί λόγοι:** Οι ΤΠΕ έχουν καταστεί εργαλεία της καθημερινής ζωής. Οι υπολογιστές στην εποχή μας βρίσκονται παντού γύρω μας σε κάθε είδους συσκευές και μέσα, και είναι δεδομένο ότι στον 21^ο αιώνα, οι υπολογιστές παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην εργασία, αλλά και στην καθημερινή μας ζωή. Κατά συνέπεια, το να μάθουμε να χρησιμοποιούμε τα εργαλεία των τεχνολογιών αυτών, να τα θέτουμε στην υπηρεσία των τρεχουσών δραστηριοτήτων και αναγκών μας, και να τα αξιοποιούμε για τις απαιτήσεις των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων από μικρή ηλικία και με φυσικό τρόπο, χρειάζεται να ενταχθεί ανάμεσα στους πιο προφανείς στόχους, των σύγχρονων προγραμμάτων σπουδών εκπαίδευσης.

1.1 Εκπαιδευτικές εφαρμογές και θεωρίες μάθησης

Ο σχεδιασμός εφαρμογών των ΤΠΕ στην εκπαίδευση βασίζεται (ρητά ή άρρητα) σε παιδαγωγικές θεωρίες και θεωρίες μάθησης, οι οποίες προσφέρουν το κατάλληλο θεωρητικό πλαίσιο στη διατύπωση των βασικών προδιαγραφών που διέπουν την υπολογιστική υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης και κατευθύνουν συνακόλουθα την ανάλυση απαιτήσεων κάθε εφαρμογής. Δεν πρέπει εντούτοις να παραγνωρίσουμε ότι πολλές εκπαιδευτικές εφαρμογές με τη χρήση της πληροφορικής έχουν κυρίως σχεδιαστεί και καθοδηγηθεί από την πρόοδο της τεχνολογίας και όχι από την πρόοδο που έχει επιτευχθεί στην ψυχολογία της μάθησης.

Τρεις είναι οι βασικές ψυχολογικές θεωρίες που επηρέασαν και επηρεάζουν στον έναν ή στον άλλο βαθμό την ανάπτυξη υπολογιστικών περιβαλλόντων μάθησης και συνακόλουθα τη θέση των τεχνολογιών στη μαθησιακή διαδικασία: ο **συμπεριφορισμός** (behaviorism), ο **εποικοδομισμός** (constructivism) και οι **κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις**.

Συμπεριφορισμός	Οικοδομισμός	Κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες -Θεωρία της δραστηριότητας
I. Pavlov J.B.Watson E.L.Thorndike B.F.Skinner (Γραμμική Οργάνωση) N. Crowder (Διακλαδισμένη Οργάνωση) R. Gagne (Διδακτικός Σχεδιασμός)	J. Piaget S. Papert (παιδαγωγική θεωρία της LOGO) R. Gagne, A. Newell και H. Simon (Θεωρία της επεξεργασίας της πληροφορίας) Boyle (Μαθησιακά περιβάλλοντα με υπολογιστές)	J. Bruner (ανακαλυπτική μάθηση) L. Vygotsky (επικοινωνιακή και πολιτισμική διάσταση) Vygotsky, Leontiev, Luria, Nardi (Θεωρία της δραστηριότητας)

Εικόνα 1.1 Βασικές Θεωρίες Μάθησης

Οι συμπεριφοριστικές προσεγγίσεις

Δίνουν έμφαση στην αναμετάδοση της πληροφορίας και στην τροποποίηση της συμπεριφοράς. Το πλαίσιο αυτό προσφέρει μια πολύ «τεχνική» προσέγγιση των αντίστοιχων εκπαιδευτικών εφαρμογών. Αυτό που προέχει είναι ο ξεκάθαρος και λειτουργικός ορισμός των παιδαγωγικών και διδακτικών στόχων που πρέπει να επιτευχθούν. Σε μεγάλο βαθμό απευθύνονται στον εκπαιδευτικό και όχι στο μαθητή.

Οι εποικοδομιστικές προσεγγίσεις

Αναγνωρίζουν ότι μαθητές, πριν ακόμα πάνε στο σχολείο διαθέτουν γνώσεις και αυτό που χρειάζεται είναι να βοηθηθούν ώστε να οικοδομήσουν νέες γνώσεις πάνω σε αυτές που ήδη κατέχουν. Οι μαθητές, κάτω από αυτό το πρίσμα, συμμετέχουν ενεργά στην οικοδόμηση των γνώσεων τους. Το πλαίσιο αυτό οδηγεί στην άποψη ότι η εκπαίδευση πρέπει να έχει ως κύριο σκοπό να βοηθήσει τους μαθητές να γεφυρώσουν το χάσμα ανάμεσα στις άτυπες και τις τυπικές γνώσεις τους. Ο

οικοδομισμός με τις διάφορες εκδοχές του, όπως ο κλασικός εποικοδομισμός, ο κονστρακτιονισμός (constructionism) και ο κοινωνικός εποικοδομισμός εντάσσεται στα πλαίσια των γνωστικών θεωριών μάθησης όπως και οι κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις.

Οι κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις

Αντλαμβάνονται τη μαθησιακή δραστηριότητα πλήρως ενταγμένη στο κοινωνικό, ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διαδραματίζεται. Οι γνωστικές διεργασίες δεν νοούνται συνεπώς ως αυτόνομες οντότητες αλλά συστατικά ενός οργανωμένου όλου, του νου, ο οποίος λειτουργεί και αναπτύσσεται μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον ιστορικά προσδιορισμένο. Κάτω από το πρίσμα αυτό, οι συνεργατικές δραστηριότητες συντελούν καταλυτικά στη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης ενώ επίσης σημαντικό ρόλο παίζουν τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία (υλικά και συμβολικά) και ο καταμερισμός εργασίας όπως περιγράφει η **θεωρία της δραστηριότητας** (activity theory).

Η ένταξη των υπολογιστικών περιβαλλόντων διδασκαλίας και μάθησης στη σχολική πρακτική εξαρτάται από ποικίλες παραμέτρους που προσδιορίζουν σε μεγάλο βαθμό το τελικό αποτέλεσμα αυτής της ένταξης. Οι δυσχέρειες τεχνικής και θεσμικής υφής σε συνδυασμό με τον ανθρώπινο παράγοντα δημιουργούν ένα ιδιαίτερα σύνθετο σύστημα, η μελέτη του οποίου απαιτεί μεθοδική αντιμετώπιση μέσω διεπιστημονικής προσέγγισης.



Εικόνα 1.2 Γενικές κατηγορίες εκπαιδευτικού λογισμικού & Θεωρίες Μάθησης

1.2 Παραδοσιακές θεωρίες μάθησης - συμπεριφοριστικές προσεγγίσεις

Οι παραδοσιακές δυτικές φιλοσοφίες θεωρούσαν τον πραγματικό κόσμο ανεξάρτητο από το άτομο που προσπαθούσε να τον γνωρίσει και προσέδιδαν στη γνώση απόλυτη ισχύ. Σύμφωνα με αυτές τις παραδοσιακές θεωρίες μάθησης, που επικρατούσαν και στη δεκαετία του 1960, η γνώση μεταφέρεται με κάποιο τρόπο από το δάσκαλο στο μαθητή (Von Glasersfeld, 1987).

Η εξεύρεση του αποδοτικότερου τρόπου για αυτή τη μεταβίβαση ήταν καθήκον των εκπαιδευτικών και των ερευνητών της εκπαιδευτικής διαδικασίας. 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. Έτσι η γνώση αποκτά έναν απόλυτο χαρακτήρα, γίνεται δηλαδή δόγμα.

Δίνεται έμφαση στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και όχι στη διαδικασία της μάθησης και στην εξέλιξη του μαθητή, ενώ χρησιμοποιούνται εξωτερικά κίνητρα και αμοιβές για την βελτίωση της επίδοσής του. Επιπλέον αγνοούνται οι γνωστικές λειτουργίες του νου και οι ιδιαιτερότητες των ατόμων στη διαδικασία μάθησής 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.



Εικόνα 1.2 Συμπεριφοριστικές προσεγγίσεις

1.2.1 Προσπάθειες ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού

Προς το τέλος της δεκαετίας του 1960, το μεταδοτικό συμπεριφοριστικό μοντέλο μάθησης επηρέασε τις αρχικές 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 μπορούσαν και 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 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 του μαθητή ή με κάποια παρότρυνση να συνεχίσει στην περίπτωση που έκανε λάθος.

Στην δεκαετία του 1970 έγινε μια προσπάθεια αντικατάστασης του δάσκαλου 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 δραστικών περιβαλλόντων μάθησης, η ανάπτυξη των οποίων κυρίως βασίζεται στη χρήση γλωσσών υψηλού επιπέδου και αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού.

Και σήμερα ο συμπεριφορισμός είναι η φιλοσοφία που βρίσκεται πίσω από λογισμικά κυρίως εξάσκησης και πρακτικής και γενικά πίσω από λογισμικά που ρίχνουν το βάρος περισσότερο στην ατομική εργασία του μαθητή.

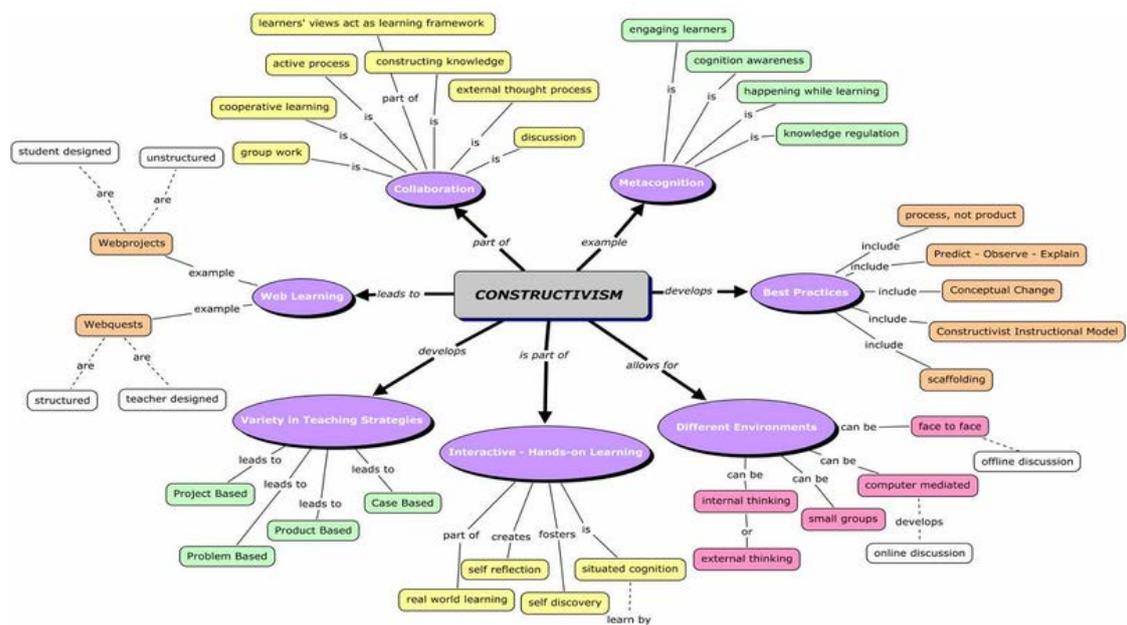
Στα λογισμικά αυτά χρησιμοποιείται εκτενώς η λογική της θετικής ενίσχυσης (με ήχους, εικόνες κλπ.) και ακολουθείται συνήθως γραμμική πορεία, κατανεμημένη σε επάλληλα στάδια κλιμακούμενης δυσκολίας. Ο κάθε μαθητής μπορεί να ακολουθεί το δικό του ρυθμό, κάτι που είναι θετικό, αλλά δεν αξιοποιείται η συνεργατική μάθηση. Στα θετικά αυτών των λογισμικών συγκαταλέγονται η "νομιμοποίηση" του μαθητή να κάνει λάθος (δοκιμή και πλάνη), η άμεση αξιολόγηση της πράξης, η εξατομίκευση και επίτευξη μικρών και σταδιακών επιτυχιών που ενισχύουν το αυτοσυναίσθημα των λιγότερο "προχωρημένων" μαθητών.

Σοβαρό μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι οι μαθητές εθίζονται στην εξάρτηση από μια εξωτερική πηγή ενίσχυσης και από εξωτερικό έλεγχο των πράξεών τους με μικρή ανατροφοδότηση και δυνατότητα για αυτοαξιολόγηση. (Ράπτης, Ράπτη 2007).

1.3 Σύγχρονες θεωρίες μάθησης – εποικοδομιστικές και κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις

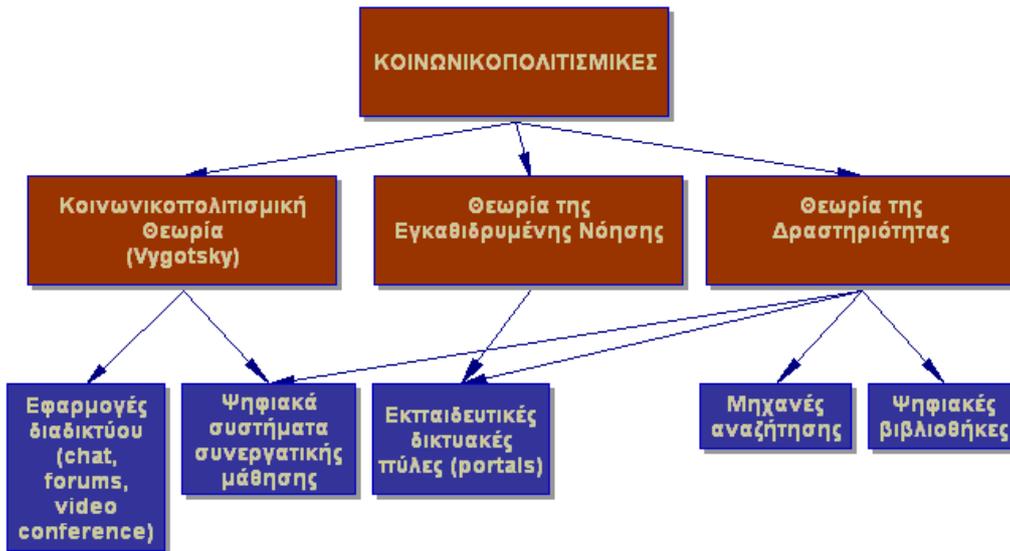
Ο εποικοδομισμός στηρίζεται στη γενετική επιστημολογία, όπως αυτή αναπτύχθηκε από τον J. Piaget. Η επιστημολογική θεώρηση του εποικοδομισμού (constructivism) για τη γνώση και τη μάθηση, συνδέει τη γνώση με την ανάπτυξη του ατόμου.

Η γνώση δεν αντιμετωπίζεται πια ως κάτι απόλυτο και ανεξάρτητο, 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 Glasersfeld, 1995).



Εικόνα 1.3 (Κόμης 2002) κατανομή διαφόρων μορφών ψηφιακών τεχνολογιών

Επιπλέον, γίνονται αποδεκτές κοινωνικοπολιτισμικές θεωρήσεις για τη γνώση (Vygotsky, 1978), οι οποίες δίνουν έμφαση στο ρόλο των υλικών μέσων και, ειδικότερα των εργαλείων (Cobb, 1997), στο ρόλο της δραστηριότητας (Leont'ev, 1981, Noss and 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, Kordaki and Pottari, 1999).



Εικόνα 1.4 Κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις

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 δίνουν ευκαιρίες στους μαθητές να εξελιχθούν και να τροποποιήσουν τις απόψεις τους. Για το σκοπό αυτό, 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 Glasersfeld, 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 (Magone, Cai, Silver and Wang, 1994, Hadas and 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 γνωρίζει 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 and Kieren, 1994, Confrey, 1995, Cobb and Steffe, 1983). 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 (Bauersfeld, 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 (Piaget, 1970b, Von Glaserfeld, 1987).

Διακρίνεται, επίσης, ο ρόλος των υλικών μέσων και, ειδικότερα, του εκπαιδευτικού λογισμικού πολλαπλών αναπαραστάσεων ως περιβαλλόντων τα οποία παρέχουν ευκαιρία στους μαθητές να εκφράσουν τις ατομικές τους διαφορές στη μάθηση (Dyfour-Janvier, Bednarz and Belange, 1987). Ειδικότερα, αναγνωρίζεται η σημασία των εικονικών αναπαραστάσεων, με την χρήση των οποίων ορισμένες φορές είναι ευκολότερη η έκφραση της μαθηματικής γνώσης των μαθητών (Sutherland, 1995).

1.3.1 Παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ

Ο υπολογιστής παρέχει τη δυνατότητα για πολλαπλή αναπαράσταση των εννοιών. Επειδή, όπως επισημαίνεται από τον Tall (1991), υπάρχει μεγάλη απόσταση μεταξύ της προσωπικής αντίληψης για μια έννοια (concept image) που διαμορφώνουν οι μαθητές και του αντικειμενικού ορισμού της έννοιας (concept definition), το κατάλληλο εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να βοηθήσει στη μείωση αυτής της απόστασης, αναπαριστώντας μία έννοια με πολλαπλούς τρόπους.

Μια άλλη αρχή στην οποία βασίζεται η παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ είναι αυτή της συνεργατικής μάθησης. Η τάξη που «δουλεύει» με εκπαιδευτικό λογισμικό συνήθως συμπεριλαμβάνει μαθητές οργανωμένους σε ομάδες ώστε να τους εντάξει στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης, δηλαδή της διδακτικής στρατηγικής κατά την οποία οι μαθητές προσπαθούν εργαζόμενοι σε μικρές ομάδες να επιτύχουν ένα κοινό μαθησιακό στόχο. Αυτή η πρακτική στοχεύει στη διερεύνηση των εννοιών και την ανακάλυψη της γνώσης μέσα από συζήτηση. Βασίζεται επίσης στην αξιοποίηση των ικανοτήτων των καλύτερων μαθητών προς όφελος των πιο αδύνατων. Έτσι ο μαθητής κερδίζει και σε μαθησιακό αλλά και σε κοινωνικό επίπεδο (Slavin 1987, Johnson and Johnson 1987). Η συνεργατική μάθηση ενισχύει την ανάπτυξη επικοινωνιακών δεξιοτήτων, ικανοτήτων δόμησης της συνεργασίας, αναζήτησης έκφρασης, ανταλλαγής απόψεων και ιδεών. Ενθαρρύνει την ανάπτυξη διαλογικής σχέσης μεταξύ των συμμετεχόντων με αυξανόμενο βαθμό ατομικής και συλλογικής ευθύνης.

Πρέπει ακόμα να σημειωθεί η δυνατότητα που προσφέρει ο υπολογιστής για διαθεματική προσέγγιση ενός γνωστικού αντικειμένου. Η αντιμετώπιση και μελέτη μιας έννοιας υπό το πρίσμα πολλών διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων ή επιστημών συμβάλλει αποτελεσματικά στη βαθύτερη κατανόηση της έννοιας αυτής και του πλαισίου της ενώ ενισχύει την ανάπτυξη κριτικής, αναλυτικής και συνθετικής σκέψης. Η διαθεματική προσέγγιση μπορεί να υλοποιηθεί όταν η διδασκαλία καλύπτει περισσότερες από μια επιστήμες που σχετίζονται με το ίδιο γνωστικό αντικείμενο και δίνει στο μαθητή τη δυνατότητα να αναζητήσει μόνος του τη σχέση μεταξύ τους.

Στον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας η πληροφορία παρουσιάζεται από τον εκπαιδευτικό σε ένα προκαθορισμένο πλαίσιο, συνήθως με γλώσσα «αφηρημένη». Σε αυτό το πλαίσιο οι μαθητές καλούνται, βασιζόμενοι στη θεωρία που έχουν προηγουμένως διδαχθεί, να γενικεύσουν και να δημιουργήσουν πιθανές συνδέσεις μεταξύ των συνθηκών ενός προβλήματος που τους τίθεται και των αναγκαίων πράξεων για την επίλυση του προβλήματος.

Η έρευνα έχει δείξει ότι οι μαθητές, αν και μπορούν να απομνημονεύσουν μια πληροφορία δύσκολα μπορούν να την «ανασύρουν» και να τη χρησιμοποιήσουν όταν αυτή χρειάζεται για την επίλυση ενός προβλήματος (Bansford et al., 1990, Pelegman 1992). Η γνώση δηλαδή που αποκτάται με αυτό τον τρόπο χαρακτηρίζεται ως αδρανής.



Εικόνα 1.5

Η χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μπορεί να βοηθήσει στο να παρουσιαστεί ένα κεντρικό γεγονός ή μια κατάσταση προβλήματος με τέτοιο τρόπο ώστε μαθητές και εκπαιδευτικοί σε συνεργασία να ανασύρουν την προϋπάρχουσα γνώση ή και να οικοδομήσουν νέα.

Σε μια τέτοια διδασκαλία το χρησιμοποιούμενο λογισμικό πρέπει να είναι εστιασμένο στο πρόβλημα και να προκαλεί το ενδιαφέρον του μαθητή. Η έρευνα έχει δείξει πως μέσα από τέτοιες δομές οι μαθητές αποκτούν χρήσιμη γνώση, δηλαδή γνώση που μπορεί να ανασυρθεί και να χρησιμοποιηθεί όταν βρεθεί στο κατάλληλο πλαίσιο.

Άλλα μοντέλα μάθησης μέσω υπολογιστή χρησιμοποιούν τις ατομικές διαφορές μεταξύ των μαθητών ως το βασικό μέσο εκτίμησης του μαθησιακού αποτελέσματος (Carroll, 1963). Αυτό συμβαίνει επειδή πράγματι όλοι οι μαθητές δεν έχουν την ίδια προηγούμενη γνώση και εμπειρία, την ίδια προδιάθεση και τις ίδιες δεξιότητες, δεν κινητοποιούνται από τις ίδιες αιτίες και δεν έχουν τον ίδιο τρόπο να μαθαίνουν. Πρέπει λοιπόν να δίνεται στο μαθητή, μέσω του περιβάλλοντος / προγράμματος που χρησιμοποιεί, η δυνατότητα

- να συνειδητοποιεί τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία του,
- να εντοπίζει πιθανά λάθη στη διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος
- να αναπτύσσει νέα στρατηγική για την επιτυχία του μαθησιακού του στόχου
- να επιβάλει στην μαθησιακή διαδικασία το δικό του ρυθμό εκμάθησης
- να δοκιμάζει όσες φορές θέλει την άποψή του ή τις γνώσεις του χωρίς να φοβάται ότι θα χαρακτηριστεί άσχημα.

Το τελευταίο σημείο αφορά την απενοχοποίηση του λάθους, σύνδρομο το οποίο έχει αποτρέψει πολλούς μαθητές από την εμπλοκή τους στην περιπέτεια της μάθησης.

Η συμβολή του υπολογιστή και των ΤΠΕ γενικότερα στην εξατομικευμένη διδασκαλία και μάθηση είναι ιδιαιτέρως σημαντική σε σχολικές τάξεις 25-30 μαθητών όπου ο εκπαιδευτικός θα πρέπει αφενός να διαχειριστεί την τάξη ως σύνολο, αφετέρου να παρακολουθήσει και να καθοδηγήσει κάθε μαθητή ξεχωριστά λαμβάνοντας υπ' όψιν τις προσωπικές του μαθησιακές δυσκολίες. Θα πρέπει λοιπόν το λογισμικό:

- να δίνει τη δυνατότητα πολλαπλής αναπαράστασης των εννοιών
- να διευκολύνει την εξατομικευμένη και ανακαλυπτική μάθηση
- να προωθεί τη συνεργατική μάθηση
- να ενισχύει τη διαθεματική προσέγγιση στη διδασκαλία και στη μάθηση
- να συμβάλει στην αύξηση της ενεργητικής και αυτόνομης συμπεριφοράς των μαθητών.

1.3.2 Ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού

Στη δεκαετία του 1980 σχεδιάστηκαν προγράμματα εκπαιδευτικού λογισμικού τα οποία εισήγαγαν νέες διαστάσεις στην εκπαίδευση. Τέτοια προγράμματα ήταν εκείνα που 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 «πιαζετιανά 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 (Vergnaud, 1983, Hilel, 1992) ο οποίος συνίσταται από τις ακόλουθες αλληλοσυσχετιζόμενες 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 πάνω σε αυτά τα αντικείμενα. Το σύνολο αυτό αποτελεί συνήθη δομή ενός τυπικού συστήματος από μια μαθηματική οπτική (Balacheff and Karut, 1996).
2. Ένα φαινομενολογικό χώρο ο οποίος συνδέει αντικείμενα και ενέργειες επί των εννοιολογικών αντικειμένων με τα φαινόμενα στην οθόνη του υπολογιστή. Αυτό τον φαινομενολογικό πεδίο καθορίζει τον τύπο της ανατροφοδότησης που ο μικρόκοσμος παρέχει, σε συνάρτηση με τις ενέργειες και τις αποφάσεις του χρήστη (Balacheff and Karut, 1996). Ο εννοιολογικός χώρος αποτελείται από ένα εκτεταμένο σύνολο καταστάσεων για το χειρισμό διαφορετικών διασυνδεδεμένων εννοιών, διαδικασιών και αναπαραστάσεων (Vergnaud, 1983 and Hilel, 1992).

Επιπλέον, ένας μικρόκοσμος παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης των υπολογιστικών αντικειμένων με σχέσεις (Laborde, et al., 1990, Pufall, 1988). Η δυνατότητα δημιουργίας νέων λειτουργιών (μακροκατασκευών) από το συνδυασμό ήδη υπάρχοντων 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 (Papert, 1987, 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 and Karut, 1996). Τα τελευταία χρόνια έχουν κατασκευαστεί αρκετοί μικρόκοσμοι για την εκμάθηση μαθηματικών εννοιών.

Ο μικρόκοσμος ως υπολογιστικό περιβάλλον ενσωματώνει συγκεκριμένες έννοιες ενός γνωστικού αντικείμενου υπό τη μορφή δυναμικών αναπαραστάσεων (Edwards 1998). Ανάλογα με τη γνωστική περιοχή που θέλουμε να διδάξουμε στους μαθητές, δομούμε και το αντίστοιχο υπολογιστικό περιβάλλον.

Ο μικρόκοσμος λειτουργεί κάτω από συγκεκριμένους κανόνες αλλά παρέχει σημαντική ελευθερία δράσης. Επιτρέπει την αναπαράσταση πραγματικών καταστάσεων, την κατασκευή νέων στοιχείων, τον πειραματισμό, τη διερεύνηση και την κατασκευή προσωπικού νοήματος. Η πρόκληση είναι να σχεδιάσει κανείς ένα περιβάλλον όπου θα υπάρχει διαλεκτική σχέση ανάμεσα στις δραστηριότητες και στις μαθηματικές έννοιες με τη διαμεσολάβηση του λογισμικού. Τα εργαλεία πρέπει να κάνουν μόνο ότι χρειάζεται για να τονίζουν τις διάφορες δομές και σχέσεις χωρίς να λύνουν ολοκληρωτικά το πρόβλημα, μια ισορροπία που είναι δύσκολο να επιτευχθεί αλλά απαραίτητη αν θέλουμε να πετύχουμε τους μαθησιακούς στόχους (Hoyles & Healy 1997).

Τα τυπικά χαρακτηριστικά που περιλαμβάνει συνήθως ένας μικρόκοσμος ως υπολογιστικό περιβάλλον είναι τα εξής :

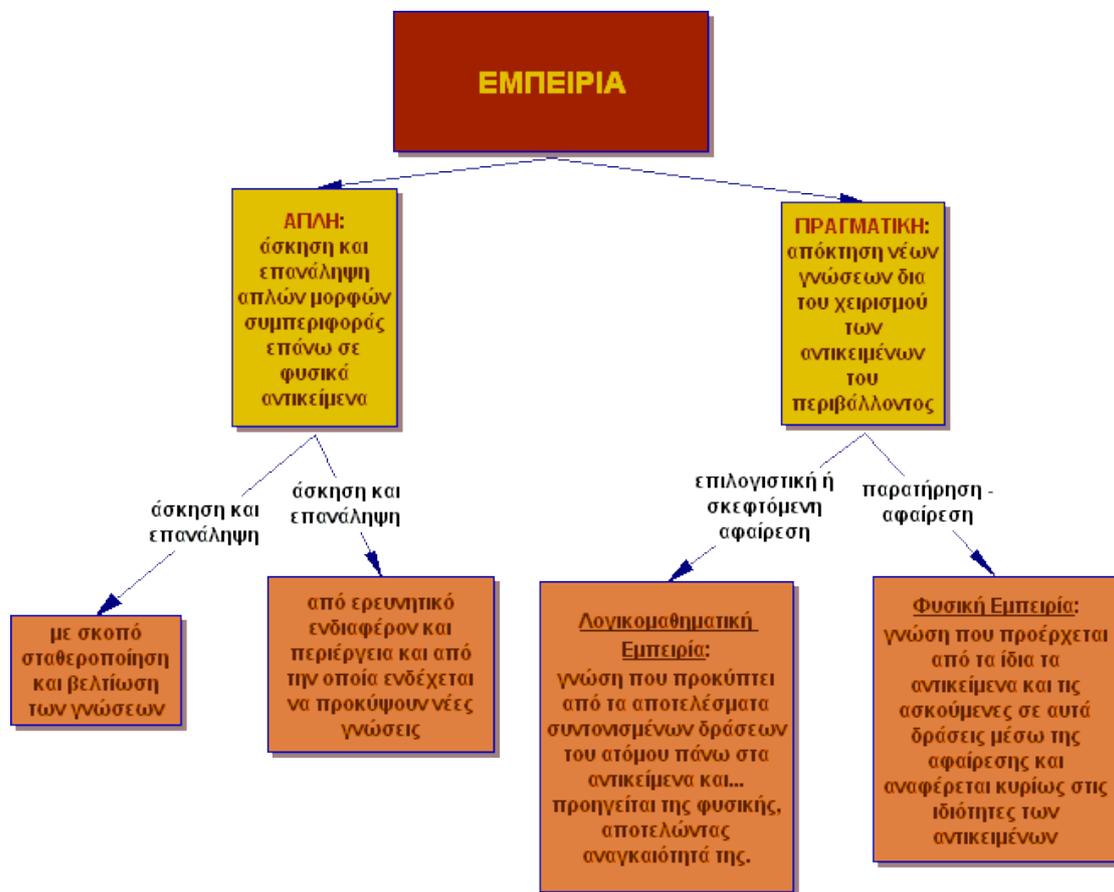
- Περιέχει ένα σύνολο από υπολογιστικά αντικείμενα (ορισμένα με διαδικασίες ή προγράμματα) κατασκευασμένα για να αντανakλούν τη δομή μιας μαθηματικής ενότητας.
- Συνδέει περισσότερες από μια αναπαραστάσεις μιας μαθηματικής έννοιας συνήθως μια συμβολική και μια γραφική.
- Τα αντικείμενα και οι ενέργειες που περιέχει μπορούν να συνδυαστούν για να δημιουργήσουν πιο σύνθετα αντικείμενα ή ενέργειες.
- Βασίζεται σε ένα σύνολο δραστηριοτήτων που είτε περιέχονται στον ίδιο το μικρόκοσμο, είτε στηρίζονται σε φύλλα εργασίας, είτε περιγράφονται προφορικά (Edwards 1998).

Η αλληλεπίδραση του μαθητή με το μικρόκοσμο συνίσταται στη διατύπωση υποθέσεων και τον έλεγχό τους με τη βοήθεια του υπολογιστή. Ο χρήστης επομένως καθίσταται ενεργός σε αντίθεση με την παραδοσιακή διδακτική πρακτική. Με τη χρήση μικρόκοσμων οι μαθητές δείχνουν διάθεση συμμετοχής και εμπλέκονται στην αντιμετώπιση των σχετικών προβλημάτων γιατί παρουσιάζουν προσωπικό ενδιαφέρον γι αυτούς. Επιπλέον η τεχνολογία προσφέρει δυνατότητες πειραματισμού που δεν είναι διαθέσιμες κάτω από άλλες συνθήκες. Οι μαθητές

δοκιμάζοντας τις απόψεις τους, εξετάζοντας εναλλακτικές στρατηγικές και παίρνοντας άμεση ανατροφοδότηση οδηγούνται στο σταδιακό μετασχηματισμό των αρχικών ιδεών τους και την πραγμάτωση της μάθησης όπως προβλέπεται από την κονστрукτιβιστική θεωρία.

1.3.3 Οικοδόμηση της γνώσης μέσα από την εμπειρία

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 είναι βιώσιμες, δηλαδή κατά πόσον μπορούν να λύσουν προβλήματα. Η οικοδόμηση της γνώσης μέσα από την εμπειρία συνίσταται στη δυνατότητα εξεύρεσης βασικών στοιχείων της τα οποία είναι χρήσιμο κάποιος να αποφεύγει ή να επαναλαμβάνει.



Εικόνα 1.6

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 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 υπάρχει πολλές φορές 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» (Lakatos, 1976, Villarreal, 1997).

Στο περιβάλλον μιας πολυμεσικής εφαρμογής 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 απεικόνισης 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 για 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 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.

1.3.4 Η γνώση μέσα από τις ενέργειες του ατόμου

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.

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. 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 αυτής 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. Με τη διαδικασία αυτή δημιουργούνται οι γνωστικές λειτουργίες. Οι λειτουργίες αποτελούν ενέργειες που έχουν εσωτερικευθεί από το άτομο, είναι αντιστρέψιμες, έχουν κάτι το αμετάβλητο και αποτελούν μέρος του συστήματος λειτουργιών. Για τον Piaget ένα σχήμα αποτελείται από τα επαναλαμβανόμενα και γενικεύσιμα χαρακτηριστικά που προέκυψαν από τις ενέργειες του ατόμου.

Ένα περιβάλλον το οποίο δεν παρουσιάζει πληροφορική γνώση στο μαθητή, αλλά του διαθέτει βασικά εργαλεία προκειμένου να κατασκευάζει ενεργητικά τη γνώση του και του παρέχει δυνατότητες υψηλής αλληλεπίδρασης, μπορεί να δώσει στο μαθητή ευκαιρίες για «δραστήρια» μάθηση. Στα παραδοσιακά αδρανή περιβάλλοντα, όπως το περιβάλλον χαρτί-μολύβι, ή τα 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 (Noss, 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 (Noss, Healy, Hoyles, 1997).

1.3.5 Η γνώση ως αποτέλεσμα αναστοχασμού

Σύμφωνα με τον Locke, ως αναστοχασμός ορίζεται η ικανότητα του νου να παρατηρεί τις λειτουργίες του. Αποτελεί προαπαιτούμενο στάδιο της ερμηνευτικής διαδικασίας μιας κατάστασης που συνίσταται από εμπειρίες. Το άτομο θα πρέπει να αναστοχαστεί σε όλο το εμπειρικό υλικό, αφού αυτό έχει ταξινομηθεί.

Η λειτουργική γνώση είναι αποτέλεσμα αναστοχασμού, ο οποίος κατά τη διαδικασία της μάθησης είναι απαραίτητος

- στο **μαθητή** προκειμένου να ελέγχει ή να παρακολουθεί τη δραστηριότητα, να ξέρει τι κάνει και γιατί είναι σωστό, έτσι ώστε να τη φέρει σε πέρας
- στο **δάσκαλο**, ο οποίος πρέπει να διερευνά, ώστε να προσδιορίζει δυναμικά το αφετηριακό 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 αποτελεί η ικανοποίηση που προέρχεται από τη δημιουργία εσωτερικού κινήτρου στο μαθητή και όχι η επιβράβευση της ορθότητας μιας προσπάθειας από τρίτους, π.χ. από τον καθηγητή.

Η εικονική ανατροφοδότηση των ενεργειών του ατόμου αποτελεί πολύ ισχυρό διδακτικό εργαλείο, διότι το βοηθά να αποκτά πλήρη επίγνωση της εμπειρία του και να αναστοχάζεται με τέτοιον 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.

1.3.6 Ο υποκειμενικός χαρακτήρας της γνώσης

Εκπαιδευτικές έρευνες υπονόμισαν τα θεμέλια του συμπεριφοριστικού μοντέλου μάθησης και κατέρριψαν το μύθο της απόλυτης αλήθειας, δηλαδή μιας πραγματικότητας που έχει το ίδιο νόημα και την ίδια σημασία για όλους τους ανθρώπους.

- Οι μαθητές φαίνεται να μην έρχονται με άδεια κεφάλια στο σχολείο.
- Κάθε μαθητής μέσα από τις δικές του γνωστικές λειτουργίες επεξεργάζεται τις πληροφορίες που παρέχονται και προκύπτουν διαφορετικά αποτελέσματα από τα προβλεπόμενα.

Το παιδί δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως η μικρογραφία ενός ενήλικα. Οι αντιλήψεις των παιδιών δεν μπορούν να θεωρηθούν ως μη τελειοποιημένες αντιλήψεις των ενηλίκων. Ο αισθησιοκινητικός αντιληπτικός κόσμος των παιδιών διαφέρει από τον κόσμο των ενηλίκων. Είναι ο κόσμος που το παιδί έχτισε μέσα από τις εμπειρίες του (Piaget 1970, Von Glaserfeld 1995, Confrey 1995). 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 νοηματική διαδικασία του ενήλικου κατά την εκφορά της ίδιας λέξης» (Vygotsky, 1988).

Εκτός από τον διαφορετικό τρόπο με το οποίο σκέφτονται τα παιδιά, έχει αναγνωριστεί και η παιδική εφευρετικότητα (Steffe & Kieren 1994, Confrey 1995), με αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι ερευνητές να διερευνούν τη μαθησιακή διαδικασία από την άποψη εκείνου που μαθαίνει (Marton 1988, Von Glaserfeld 1990, Cobb 1991, Confrey 1995) και όχι από μια *a priori* προσέγγιση του καθηγητή ή του ερευνητή για το πώς αναμένεται να συντελεστεί η 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 ανοιχτό 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 ένα πολυμεσικό περιβάλλον 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 είναι συνήθως 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.

1.3.7 Χρήση εργαλείων και νοητική εξέλιξη του μαθητή

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 (Hadaw & Arcavi, 1997) Επιπλέον, η δυνατότητα διάθεσης μιας ποικιλίας εργαλείων, όπως και αναπαραστάσεων δίνει τη δυνατότητα 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 τον μαθητή στη διαδικασία μαθηματοποίησης της δραστηριότητάς του».

Σύμφωνα με την Jones (1997), τα εργαλεία διαμεσολαβούν μεταξύ του μαθητή και της μαθηματικής έννοιας. Συγκεκριμένα αναφέρει:

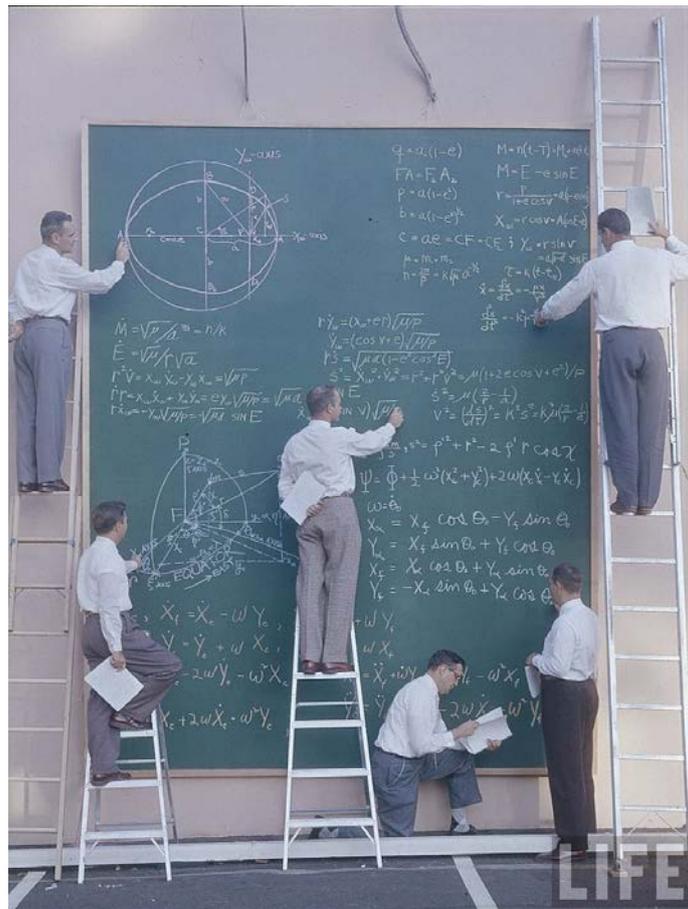
- Τα εργαλεία αποτελούν συσκευές προσπέλασης στη γνώση των άλλων ατόμων.
- Η κατανόηση συνδέεται με το είδος των εργαλείων που χρησιμοποιούνται σε μια πρακτική.
- Τα εργαλεία δεν εξυπηρετούν απλώς τις νοητικές διεργασίες, αλλά τις διαμορφώνουν και τις τροποποιούν.
- Τα εργαλεία διαμορφώνουν και επηρεάζουν 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 διαφοροποίηση των εργαλείων προκαλεί διαφοροποίηση των τρόπων αντιμετώπισης των δραστηριοτήτων από τους μαθητές και η επίδραση αυτή έχει αναλυθεί (Laborde, 1993).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, η οπτική μεταφορά επιταχύνει τη διακίνηση της πληροφορίας, σύμφωνα με τον Εκο (1984) βοηθά στη διαδικασία της μάθησης, και σύμφωνα με τον Nonaka (1991) βοηθά στην αποτελεσματική μεταφορά της γνώσης (knowledge transfer).



Εικόνα 2.1 Πριν τη χρήση του Powerpoint, οι ερευνητές της NASA επικοινωνούσαν τις γνώσεις τους με πιο απλούς τρόπους, με την χρήση μαυροπίνακα και κιμωλίας. Φωτογραφία του 1961.

Η «οπτική αναπαράσταση της γνώσης» είναι ένας νέος τομέας που μόλις πρόσφατα λαμβάνει την προσοχή του ερευνητικού κόσμου. Κύριοι στόχοι της οπτικής αναπαράστασης της γνώσης, είναι η μεταφορά, η επικοινωνία και η δημιουργία γνώσης μεταξύ των ανθρώπων, δίνοντας τους πλουσιότερα μέσα να εκφράσουν αυτά που ξέρουν και συσχετίζοντας νέες ιδέες με ήδη κατανοητές έννοιες.

2.1 Οι αναπαραστάσεις στα μαθηματικά

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 δενδροειδή 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, Bednarz, Belanger, 1987).

Ο πειραματισμός με υλικά και αναπαραστάσεις δίνει τη δυνατότητα της διερεύνησης βασικών μαθηματικών σχέσεων που υπάρχουν στη γεωμετρία (Bishop, 1983). Αναπαραστάσεις χρησιμοποιούνται στα σχολικά βιβλία επίσης, 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 (Dyfour-Janvier, Bednarz, Belanger, 1987).

Οι μεταβάσεις και οι μετασχηματισμοί μεταξύ αναπαραστατικών συστημάτων αλλά και μέσα στο ίδιο αναπαραστατικό σύστημα αποκτούν ενδιαφέρον για την απόκτηση και τη χρήση μαθηματικών ιδεών (Lesh, Mehr, Post, 1987).

Η ιδανική μέθοδος για τη μάθηση των μαθηματικών θα ήταν η χρήση διαφορετικών αναπαραστάσεων του ίδιου αντικειμένου (Janvier, 1987). 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.

Ένα περιβάλλον υπερμέσων διεγείρει τις αναπαραστασιακές ικανότητες των παιδιών, τους δίνει δυνατότητες διαφορετικής αφετηρίας και δυνατότητα αναστοχασμού (Dettori & Lemut, 1995). Επίσης, υποστηρίζεται ότι η εννοιολογική κατανόηση απορρέει από τη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ διαφορετικών αναπαραστάσεων (Noss & Hoyless, 1996), ενώ η χρήση νέων μορφών αναπαραστάσεων αλλάζει το είδος των μαθηματικών που διδάσκονται (Borba & Confrey, 1996).

Όστε η επιλογή των αναπαραστάσεων που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό και

στην υλοποίηση περιβαλλόντων μάθησης σε υπολογιστή παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαφοροποίηση των στρατηγικών που αναπτύσσουν οι μαθητές στα προβλήματα που τους τίθενται.

Ασφαλώς η χρήση αναπαραστάσεων που είναι πολύ αφαιρετικές και χρησιμοποιούν σύμβολα και κανόνες δε φέρουν κάποιο νόημα για τα παιδιά. Τότε τα μαθηματικά αποκόπτονται από το νόημά τους και χρησιμοποιούνται ως μια τυπική γλώσσα. Η χρήση τέτοιων αναπαραστάσεων έχει αρνητική επίδραση στη μάθηση των μαθηματικών (Dyfour-Janvier, Bednarz & Belanger, 1987).

2.2 Σχήματα και έννοιες στην ανάπτυξη της γεωμετρικής λογικής

Η γεωμετρία είναι εύκολη και ταυτόχρονα δύσκολη. Εύκολη διότι κάποιος μπορεί να «δει» ό,τι λέει αλλά και δύσκολη διότι, προκειμένου να λύσει κάποιος με επιτυχία ένα πρόβλημα, πρέπει να έχει ιδιαίτερη εξυπνάδα – αυτό που λέμε γεωμετρική διαίσθηση – δηλαδή να μπορεί να βλέπει κάτι που οι άλλοι δε μπορούν να δουν (Mariotti, 1995). Το ρήμα βλέπω χρησιμοποιείται με διπλή σημασία – του εξωτερικού αισθητηρίου και της εσωτερικής εικονικής αναπαράστασης – που συχνά μπερδεύει τα δύο γεγονότα και τις σχέσεις τους. Στη γεωμετρία η εικόνα και η έννοιά της είναι πολύ κοντά, δηλαδή οι εσωτερικές και οι εξωτερικές αναπαραστάσεις της έννοιας πλησιάζουν.



Εικόνα 2.1

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 το εννοιολογικό μέρος όσον αφορά την ανάπτυξη της γεωμετρικής λογικής.

Στο περιβάλλον χαρτί – μολύβι υπάρχει συμφωνία για τη χρησιμότητα της σχεδίασης στην ανάπτυξη της γεωμετρικής λογικής χωρίς, ωστόσο, να έχει μελετηθεί η αλληλεπίδρασή τους. Κατ' επέκταση υπάρχει μια σχέση μεταξύ της ανάπτυξης γεωμετρικής λογικής και των εικόνων που σχεδιάζονται στην οθόνη του υπολογιστή. Το ερώτημα είναι πώς οι νοητικές διεργασίες της επίλυσης επηρεάζονται από τη χρήση εικονικής βοήθειας, ειδικά στο χώρο της γεωμετρίας.

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

Σύμφωνα με τον Laborde (1992) το σχήμα δεν αποτελεί απλώς ένα συγκεκριμένο αντικείμενο – εικόνα, αλλά αποτελεί εκπρόσωπο μιας κλάσης άπειρων αντικειμένων που έχουν κάποιες κοινές ιδιότητες σαφώς ορισμένες.

Οι δυνατότητες των ηλεκτρονικών υπολογιστών για πολλαπλότητα εικονικής αναπαράστασης του ίδιου σχήματος αξιοποιήθηκαν στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού. Ένα εκπαιδευτικό λογισμικό 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 αντανακλούν 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.

2.3 Δυναμικά γεωμετρικά λογισμικά και ιστορία

«Κάθε καθηγητής ο οποίος χρησιμοποιεί δυναμικό λογισμικό Γεωμετρίας πρέπει να είναι προετοιμασμένος ότι οι μαθητές του θα του κάνουν απροσδόκητες ερωτήσεις. Πολλές φορές αναγκάστηκα να απαντήσω 'Δεν ξέρω'»

(K. Boehm, 1995)

«Σε ένα παραδοσιακό μάθημα Γεωμετρίας, οι μαθητές ακούν και μαθαίνουν ορισμούς και θεωρήματα καθώς και αντίστοιχα προβλήματα και αποδείξεις. Έτσι δεν αποκτούν την εμπειρία της ανακάλυψης των γεωμετρικών σχέσεων ούτε κάνουν κάποια μαθηματική ανακάλυψη ή εφεύρεση.

Τα λογισμικά της δυναμικής Γεωμετρίας είναι ακριβώς κατάλληλα για να οδηγήσουν τον μαθητή σε εξερεύνηση και ανακάλυψη, είτε καθοδηγημένα είτε τελείως ανοικτά.»

(J. Schwartz & M. Yerushalmy, 1986)

«Τα λογισμικά της δυναμικής Γεωμετρίας επιτρέπουν στους μαθητές να κάνουν ένα τεστ των δικών τους μαθηματικών ιδεών και εικασιών με έναν εποπτικό, ικανοποιητικό και δυναμικό τρόπο και – στη διαδικασία – να ασχοληθούν με το δικό τους τρόπο μάθησης»

(T. Garry 1995)

Τα δυναμικά γεωμετρικά λογισμικά, έχουν σχεδιασθεί πάνω στις πλέον σύγχρονες θεωρίες διδακτικής (κονστρουκτιβισμός), όπου ο μαθητής κατασκευάζει τη γνώση. Αποτελούν τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα λογισμικά στο χώρο της δευτεροβάθμιας μαθηματικής εκπαίδευσης. Επιτρέπουν στο χρήστη να δημιουργήσει γεωμετρικές κατασκευές παρόμοιες με αυτές που θα έκανε στο χαρτί, χρησιμοποιώντας γεωμετρικές και αλγεβρικές οντότητες (π.χ. σημεία, ευθείες, ευθύγραμμα τμήματα, κωνικές τομές, γραφικές παραστάσεις συναρτήσεων κ.ά.) και να τις μεταχειριστεί δυναμικά.

Σύμφωνα με τις Sinclair και Yurita (2008), το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα ενός περιβάλλοντος δυναμικής γεωμετρίας είναι ο φαινομενικά συνεχής, εκτελούμενος σε πραγματικό χρόνο μετασχηματισμός που ονομάζεται σύρσιμο (dragging). Όταν τα στοιχεία ενός σχήματος κινούνται, αυτό το χαρακτηριστικό επιτρέπει στην κατασκευή να ανταποκρίνεται δυναμικά στις νέες συνθήκες ενώ διατηρεί τις αμετάβλητες ιδιότητες της δεδομένης κατασκευής. Κατά το σύρσιμο, οι δυναμικές εικόνες στην οθόνη είναι ακριβώς τόσο αυστηρές όσο οι βασικές μαθηματικές ιδιότητες που τις προσδιορίζουν.

Σύμφωνα με τον Nicholas Jackiw (1996), αντικείμενα όπως σημεία, ευθείες και κύκλοι σε έναν περιβάλλον δυναμικής γεωμετρίας σχετίζονται μεταξύ τους με

γεωμετρικούς περιορισμούς. Όπως για παράδειγμα, όταν οποιοδήποτε από τα αντικείμενα σύρεται (drag), τα άλλα αντικείμενα δυναμικά ανανεώνουν τον εαυτό τους έτσι ώστε οι περιορισμοί να διατηρούνται. Το σύρσιμο (dragging), το οποίο είναι η καρδιά της δυναμικής γεωμετρίας, απελευθερώνει ένα σχήμα από τον συμβατικό του ρόλο που είναι η αναπαράσταση ή η τυπική περίπτωση, και μετατρέπεται σε μία γενική περίπτωση στην οποία αναφέρονται τα Μαθηματικά. Ως υπερεργαλεία, μπορούν να επεξεργασθούν τα μαθηματικά πριν γίνουν προτάσεις και θεωρήματα, δηλαδή να φτιάξουν την ισχυρότατη εικασία η οποία μετά θα γίνει πρόταση ή θεώρημα.

Αυτό αποτελεί μια καινοτομία με πανάρχαια καταβολή δεδομένου ότι οι «μηχανικές μέθοδοι» του Αρχιμήδη συνιστούν την αφετηρία κάθε γεωμετρίας, ενώ οι Εύδοξος και Αρχύτας, ακόμη παλαιότερα, ανέπτυξαν τα «πειραματικά μαθηματικά».

Επίσης ο ίδιος Αρχιμήδης σε επιστολή του προς τον Ερατοσθένη, φημισμένο μαθηματικό και λόγιο που διηύθυνε τη Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας αναφέρει: «Πολλές πεποιθήσεις αρχικά μου δημιουργούνται με μηχανική μέθοδο, έστω και αν αυτές πρέπει να αποδειχθούν με γεωμετρία στη συνέχεια, καθότι η ανακάλυψή τους με τη μηχανική μέθοδο δε συνιστά μια αποδεκτή απόδειξη. Είναι όμως φυσικά ευκολότερο, όταν έχουμε προηγουμένως συμπεράνει κάποια απάντηση μ' αυτή τη μέθοδο στο ερώτημά μας, να παράξουμε την απόδειξη που θέλουμε παρά να πετύχουμε κάτι τέτοιο χωρίς καμιά προηγούμενη ένδειξη και γνώση για την απάντηση. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο, στην περίπτωση των θεωρημάτων ότι - ο όγκος του κώνου και της πυραμίδας είναι το $1/3$ του όγκου του κυλίνδρου και του πρίσματος αντίστοιχα που έχουν την ίδια βάση και το ίδιο ύψος – τις αποδείξεις των οποίων πρώτος έκανε ο Εύδοξος όχι μικρό μερίδιο της τιμής πρέπει να αποδοθεί και στο Δημόκριτο ο οποίος ήταν ο πρώτος που τα διατύπωσε έστω και χωρίς απόδειξη.»

Όταν ο Ευκλείδης απέδειξε την πρόταση: «Από όλα τα ορθογώνια παραλληλόγραμμα με σταθερή περίμετρο μέγιστο εμβαδό έχει το τετράγωνο», φυσικά γνώριζε εκ των προτέρων την αλήθεια της πρότασης πειραματικά ή διαισθητικά.

Το ίδιο ισχύει και για το Πυθαγόρειο Θεώρημα, το οποίο οι Βαβυλώνιοι ανακάλυψαν εμπειρικά εκατό χρόνια πριν τη γέννηση του Πυθαγόρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

3.1 Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο στο οποίο συντελείται η μάθηση

Οι Noss και Hoyles (1992), συμπεριλαμβάνουν στο πλαίσιο στο οποίο συντελείται η μάθηση 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.

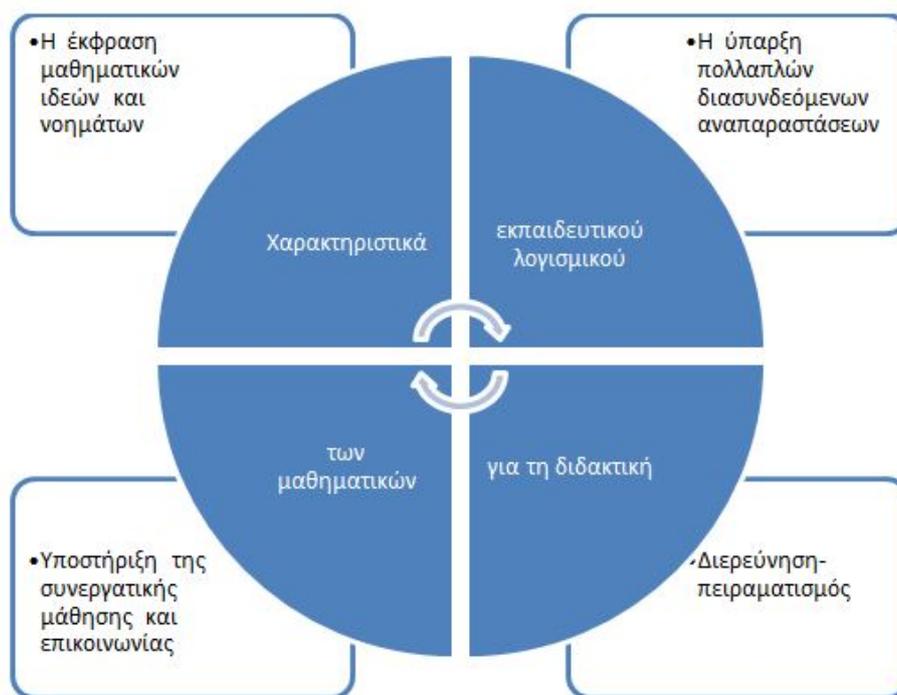
Οι προσεγγίσεις που ανέπτυξαν οι μαθητές ενεργώντας σε πλαίσιο που περιελάμβανε και κάποιο περιβάλλον λογισμικού φάνηκε ότι ήταν επηρεασμένες από αυτό το πλαίσιο (Noss και Hoyles, 1989). Η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του υπολογιστή καθοδηγούσε το μαθητή να επικεντρωθεί στα βασικά σημεία των εννοιών, 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 και Hoyles, 1989).

Οι ίδιοι ερευνητές υποστήριξαν ότι το περιβάλλον του υπολογιστή μπορεί να παίξει το ρόλο «σκαλωσιάς» και να λειτουργήσει υποστηρικτικά στην ανάπτυξη της μαθηματικής δραστηριότητας των μαθητών. Οι Borba και 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 διεύρυνση των δυνατοτήτων του περιβάλλοντος από το μαθητή.

3.2 Ο ερευνητικός χαρακτήρας των δραστηριοτήτων σε περιβάλλον λογισμικού

Η δραστηριότητα την οποία καλούνται οι μαθητές να ολοκληρώσουν στα μαθηματικά απορρέει από την ανάγκη επίτευξης κάποιου σκοπού ή της επίλυσης κάποιου προβλήματος. Η δραστηριότητα δε θα πρέπει να ενεργοποιεί μόνον τους μηχανισμούς ανάκλησης πληροφορίας στη μνήμη του μαθητή προκειμένου να αναπαραγάγει κάτι που διδάχθηκε από το δάσκαλο. Θα πρέπει να δίνει στους μαθητές δυνατότητες να διερευνήσουν και να αποκτήσουν εμπειρίες, με στόχο να κατασκευάσουν κάτι νέο για 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 – συνθετική σκέψη τους και να προχωρούν στον έλεγχο και τη βελτίωση των υποθέσεών τους.



Εικόνα 3.1

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. Πολλές φορές, οι διαφορετικές επιλύσεις ενός προβλήματος μπορεί να αλληλοσυγκρούονται και έτσι η έκφρασή τους μέσα από κάποια δραστηριότητα οδηγεί στο ξεκαθάρισμά τους.

Οι δραστηριότητες σε περιβάλλον λογισμικού 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 με το ποντίκι στην οθόνη του υπολογιστή. Από την άλλη πλευρά, οι μαθητές μπορούν να διερευνήσουν τις δυνατότητες δημιουργίας στρατηγικών πραγματοποίησης γεωμετρικών κατασκευών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

4.1 Υποδομή

Με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού το τοπίο του σχολείου αλλάζει. Δημιουργείται η αναγκαιότητα κατάλληλης υποδομής σε κάθε σχολείο με τη δημιουργία σύγχρονου εργαστηρίου υπολογιστών, σύνδεση με το διαδίκτυο, καθώς και προμήθεια κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού για το μάθημα των Μαθηματικών. Επιπλέον προκύπτει η ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών σε βασικές δυνατότητες του διαδικτύου, όπως και στις δυνατότητες του περιβάλλοντος του εκπαιδευτικού λογισμικού.

4.2 Τα μαθηματικά

Με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού οι γεωμετρικές κατασκευές γίνονται με διαφορετικό τρόπο απ' ό,τι με κανόνα και διαβήτη στο τετράδιο ή στον πίνακα. Γενικότερα, οι γεωμετρικές κατασκευές και η επίλυση γεωμετρικών προβλημάτων έρχονται ως αποτέλεσμα των κάθε φορά διατιθέμενων πόρων – εργαλείων.

Η επίλυση της ίδιας γεωμετρικής κατασκευής, όπως για παράδειγμα της κατασκευής των διαμέσων ενός τριγώνου στο περιβάλλον εκπαιδευτικού λογισμικού, δίνει διαφορετικές ευκαιρίες για μάθηση από αυτές που δίνονται στο περιβάλλον χαρτί – μολύβι. Συγκεκριμένα, οι μαθητές μπορούν μέσα σε λίγο χρόνο να παρατηρήσουν μια σειρά από διαφορετικές μορφές τις ίδιας κατασκευής, χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα της άμεσης διαχείρισης των σχημάτων στην οθόνη του υπολογιστή και να διατυπώσουν εικασίες για τις κοινές ιδιότητες των διαφορετικών μορφών αυτών των κατασκευών, ενόσω στον πίνακα ή στο χαρτί – μολύβι θα χρειαζόνταν πολύ περισσότερο χρόνο.

Στο παράδειγμα των γεωμετρικών τόπων, η προσφορά της εικονικής ανατροφοδότησης των ενεργειών των μαθητών σε περιβάλλον λογισμικού, 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 σε ένα υπολογιστικό

περιβάλλον μάθησης.

Εδώ τίθενται επίσης θέματα όπως το 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.

Αξίζει να σημειωθεί ότι είναι γενικότερα αποδεκτή από τους επιστήμονες η κατασκευή της μαθηματικής γνώσης μέσα από το πείραμα, την αναίρεση και τη διόρθωση μέσω της επαγωγικής λογικής.

4.3 Προβληματισμοί των εκπαιδευτικών

Σε συζητήσεις των καθηγητών τίθενται ερωτήματα όπως: «Αν χρησιμοποιούν τα παιδιά ειδικό εκπαιδευτικό λογισμικό για τα μαθηματικά, μήπως χάσουν την σχεδιαστική τους ικανότητα;»

Πρέπει να διευκρινιστεί ότι, όταν θέλουμε να διδάξουμε μια έννοια, δε χρησιμοποιούμε ποτέ μια αυτόματη λειτουργία του υπολογιστή. Δηλαδή, αν θέλουμε να διδάξουμε στο μαθητή τι σημαίνει ύψος ή πως 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 όμως 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 ευθυγράμμου 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.*

- **Ο διδακτικός χρόνος και η διαδικασία σχεδίασης**

Ένα επιπλέον ζήτημα που θέτουν οι εκπαιδευτικοί είναι: «Μέχρι να σχεδιάσει ο μαθητής ένα σχήμα σε ένα τέτοιο περιβάλλον, πάει η ώρα...». Ωστόσο, εάν κανείς χρονομετρήσει τη διαδικασία σχεδίασης ενός τριγώνου και των διαμέσων του, θα παρατηρήσει ότι ο χρόνος κατασκευής δεν ξεπερνά τα πέντε λεπτά. Σε μια πιο σύνθετη κατασκευή απαιτείται 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 σε σχετικά περιβάλλοντα λογισμικού. Επιπλέον με αυτό τον τρόπο σχεδίασης οι μαθητές προετοιμάζονται για την κατανόηση εννοιών που

αφορούν τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό.

- **Μαθηματικά για ποιον;**

Άλλα ερωτήματα που τίθενται από τους καθηγητές είναι: «Μαθηματικά για όλους ή για τους καλούς μαθητές;», «Τι θα γίνει με τους μαθητές που πρέπει να μάθουν την απόδειξη και έχουν στόχο να μπουν στο πανεπιστήμιο;»

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 σε ένα περιβάλλον λογισμικού μάλλον παρά στο 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 στην 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.

4.4 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. Ασφαλώς και στα πλαίσια της τάξης ο καθηγητής θα έπρεπε 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 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 μαθητικά» 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.

4.5 Ο ρόλος του μαθητή

Ο ρόλος του μαθητή αλλάζει επίσης 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 αυθεντία του καθηγητή και την ενίσχυση της έκφρασης της προσωπικότητας του μαθητή αλλάζει το πολιτισμικό περιβάλλον στη μαθηματική τάξη.

4.6 Αξιοποίηση του ερευνητικού περιβάλλοντος

Προκειμένου να αξιοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η δυναμική - διερευνητική διάσταση ενός περιβάλλοντος λογισμικού, 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 καμιά 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, πως βλέπετε εσείς την αντιμετώπιση αυτού του θέματος, ποιες εικασίες μπορείτε να διατυπώσετε, τι πιστεύετε γι αυτό το πρόβλημα... Το βασικότερο χαρακτηριστικό αυτών των ερωτήσεων είναι ότι δεν προτείνουν κάτι στο μαθητή με το οποίο αυτός πρέπει να συμφωνήσει ή να διαφωνήσει, αλλά διερευνούν τι σκέφτεται 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 για άμεση διαχείριση των γεωμετρικών – υπολογιστικών αντικειμένων στην οθόνη του υπολογιστή, οι μαθητές καλό είναι να καλούνται να διατυπώσουν εικασίες.

Αυτό σημαίνει ότι ο καθηγητής προτρέπει τους μαθητές να εξαγάγουν τη δομή ή τις ιδιότητες μιας κατασκευής αφού στηριχτούν 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 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. Ασφαλώς, όλοι οι μαθητές δε μπορούν στο χρόνο που τους διατίθεται να επιλέξουν τα κατάλληλα σημεία και με βάση αυτά να προχωρήσουν σε μαθηματικές σκέψεις. Σε αυτούς του 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 εσωτερικευθεί 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 ο,τιδήποτε προσφέρει στους μαθητές του δε σημαίνει ότι εσωτερικεύεται οπωσδήποτε από αυτούς.

Γενικότερα, η γνώση που κατασκευάζουν οι μαθητές μόνοι τους αποτελεί την πραγματική τους γνώση, ενώ προκειμένου να ιδιοποιηθούν τη γνώση που κάθε φορά τους προσφέρεται από τον καθηγητή τους πρέπει να καταβάλουν επιπλέον προσπάθεια.

4.7 Η οργάνωση της τάξης

Το περιβάλλον του υπολογιστή αποτελεί έναν αλληλεπιδραστικό πειραματικό χώρο εργασίας βοηθώντας έτσι το μαθητή να εμπλακεί και να μείνει 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 σκέφτονται άλλα πράγματα και συντελεί ώστε να γίνεται βαρετή και μονότονη η διαδικασία της μάθησης.

Η διδασκαλία γεωμετρικών εννοιών με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού πρέπει να διεξάγεται στο εργαστήριο ηλεκτρονικών υπολογιστών, το οποίο έχει δημιουργηθεί για 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 λογισμικού. 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 λύνει ένας και οι άλλοι θα χαζεύουν...». Σύμφωνα με τη θεωρία του Vygotsky (1978) για το ρόλο της συνεργασίας στη διεύρυνση της «ζώνης εγγύτερης ανάπτυξης» του παιδιού και εξειδικεύοντας θα υποστηρίζαμε ότι οι πιο αδύνατοι μαθητές μαθαίνουν από τους καλύτερους, ενώ στους καλύτερους δίνεται η δυνατότητα 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 ως προς το μάθημα θέματα ή δε θα παίζουν κρυφά παιχνίδια στους 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. 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.

4.8 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 να εκφράσουν τις ιδιαιτερότητές τους στη μάθηση. 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 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 όσες περισσότερες ασκήσεις μπορεί, αλλά εκείνος ο οποίος δίνει έμφαση στην ποιότητα και τους παρέχει ευκαιρίες ώστε να ακονίζουν το μυαλό τους για να λύσουν προβλήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

5.1 Ελληνικά Σχολεία

Από το 2001 στην Ελλάδα αναπτύχθηκε και παράχθηκε, με την υποστήριξη της πολιτείας, ένας καταρχάς ικανοποιητικός αριθμός εκπαιδευτικών λογισμικών, τουλάχιστον για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Τα προϊόντα εκπαιδευτικού λογισμικού αναπτύχθηκαν ή εξελληνίστηκαν και προσαρμόστηκαν στο Ελληνικό Εκπαιδευτικό σύστημα για λογαριασμό του Υπουργείου Παιδείας (ΥΠΑΙΘ) στα πλαίσια έργων του Β' και Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης (Ε.Π. "Κοινωνία της Πληροφορίας και ΕΠΕΑΕΚ Ι & ΙΙ).

Η υλοποίηση των αντιστοιχών έργων ανάπτυξης και προσαρμογής εκπαιδευτικού λογισμικού έγινε από Ελληνικούς Φορείς με την επίβλεψη και επιστημονική παρακολούθηση των αρμοδίων Ινστιτούτων και Διευθύνσεων του ΥΠΑΙΘ και συγκεκριμένα, το Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών - Ε.Α.ΙΤΥ (Ενέργεια ΟΔΥΣΣΕΙΑ, έργα: Σειρήνες, Ναυσικά, Πηνελόπη, Οδυσσέας, Λαέρτης, Ελπήνωρ και Κίρκη), το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο και οι Διευθύνσεις Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (ΔΣΔΕ), Σχολικού Επαγγελματικού Προσανατολισμού και Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων (ΔΣΕΠΕΔ), Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης (ΔΚΠΣ) και του Γραφείου για την Κοινωνία της Πληροφορίας.

Η απλή όμως διάθεση τεχνολογικών εφαρμογών και των εκπαιδευτικών λογισμικών στα σχολεία, δεν αρκεί. Ποτέ δεν αρκούσε, όπως και στις περιπτώσεις κάθε άλλου εκπαιδευτικού υλικού και μέσου, και δε θα είναι ποτέ επαρκής για να διασφαλίσει την κατάλληλη αξιοποίηση οποιουδήποτε εκπαιδευτικού μέσου.

Ερευνητικά πορίσματα δίνουν τα ιδιαίτερα σημεία της αλληλεπίδρασης των μαθητών με τα περιβάλλοντα αυτά, και καταγράφουν συχνά τα θετικά αποτελέσματα σε βασικούς ή και πιο σημαντικούς στόχους που αφορούν στη μάθηση αλλά και στη κοινωνικοποίηση των μαθητών. Πως όμως εντάσσονται στη διδασκαλία και τι απαιτείται από το διδάσκοντα για την προετοιμασία της διδασκαλίας αυτής; Σε ποιο βαθμό ένας εκπαιδευτικός μπορεί μόνος του να καθορίσει τις βέλτιστες συνθήκες και το πλαίσιο της καλύτερης αξιοποίησής τους στην εκπαίδευση;

Σήμερα τα περισσότερα Γυμνάσια και Λύκεια στη χώρα είναι εξοπλισμένα με υπολογιστές, ενώ τα αντίστοιχα εργαστήρια χρησιμοποιούνται κυρίως στα πλαίσια των μαθημάτων «Πληροφορικής». Ένας μικρός αριθμός εκπαιδευτικών,

χρησιμοποιεί ορισμένες από τις διαθέσιμες εκπαιδευτικές εφαρμογές των ΤΠΕ στα μαθήματά του, με πρωτοβουλίες που πηγάζουν είτε από προσωπικό ενδιαφέρον και αναζήτηση, είτε από την ένταξή τους σε ειδικά προγράμματα επιμόρφωσης.

Η αξιοποίηση των υπολογιστών και των ΤΠΕ γενικότερα, είναι ακόμα περιορισμένη στο εκπαιδευτικό σύστημα, πολύ μάλιστα περισσότερο στην ελληνική πραγματικότητα από ό,τι σε πολλές άλλες αναπτυγμένες χώρες. Οι λόγοι στους οποίους οφείλεται αυτή η καθυστέρηση είναι πολλοί, μεταξύ των οποίων και:

- Η ανυπαρξία σαφούς θεσμικού πλαισίου που να προσδιορίζει την εισαγωγή και την ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση (επίπεδο εκπαίδευσης, μεθοδολογία εισαγωγής, κλπ.). Σημειωτέον ότι στη χώρα μας έχουμε ήδη διανύσει μια κρίσιμη εικοσαετία και το ζήτημα της αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαίδευση - παρά τη γενναία υποστήριξη της ΕΕ και τις φιλότιμες προσπάθειες των τελευταίων χρόνων εκ μέρους των υπευθύνων εκπαιδευτικών φορέων και Ερευνητικών Ινστιτούτων - βρίσκεται ακόμη στο αρχικό στάδιο της ανάγκης λήψης σημαντικών αποφάσεων, όσον αφορά στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου και σύγχρονου εκπαιδευτικού σχεδιασμού, που θα βασίζεται στη σύνθεση της επιστημονικής γνώσης και της έρευνας τόσο σε διεθνές, όσο και σε εθνικό επίπεδο.
- Η παιδαγωγική πράξη εξελίσσεται σε τέτοιο υψηλό βαθμό συνθετότητας, ώστε είναι αδύνατον να εκπέσει στον αυτοματισμό και στην απλή χρήση των μηχανών, γεγονός που προσδιορίζει αλλά και περιορίζει τη χρήση των ΤΠΕ όταν δεν εντάσσονται σε ένα σαφές και σύγχρονο ψυχοπαιδαγωγικό πλαίσιο για τη διδασκαλία και τη μάθηση.
- Η έλλειψη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών και η μικρή εμπλοκή τους στο εγχείρημα της ένταξης. Στη χώρα μας υπάρχει το επιπρόσθετο πρόβλημα της έλλειψης μιας επαρκούς παιδαγωγικής εκπαίδευσης και κατάρτισης των εκπαιδευτικών - ιδιαίτερα της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης - σε επίπεδο βασικών και μεταπτυχιακών σπουδών, γεγονός που καθιστά ελάχιστα αποτελεσματική μια ενδεχόμενη κατάρτισή τους σε τεχνολογικό επίπεδο και μόνον.
- Η μη κατάλληλη υλικοτεχνική υποδομή που δρα ανασταλτικά στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών καινοτομιών με τη χρήση ΤΠΕ. Τα προβλήματα εξοπλισμού εστιάζονται κυρίως στη συντήρηση και στην αναβάθμισή του, ώστε να μην απαξιώνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα.
- Η έλλειψη ποιοτικού εκπαιδευτικού λογισμικού που να αξιοποιεί τις δυνατότητες του υπολογιστή - συγχρόνως όμως και να απελευθερώνει τις δυνατότητες του δασκάλου - για σημαντικές παιδαγωγικές εφαρμογές και να καλύπτει μεγάλο εύρος του αναλυτικού προγράμματος. *Ωστόσο, αυτός ο λόγος φαίνεται να μην αγγίζει τον τομέα των μαθηματικών.*

- Ο χαρακτήρας του αναλυτικού προγράμματος του σχολείου, που εξακολουθεί να εμφανίζει παραδοσιακά χαρακτηριστικά (π.χ. ακαμψία, κατακερματισμός της γνώσης, θεωρητικολογία, προσκόλληση στο ένα και μοναδικό βιβλίο, συγκεντρωτισμός του αναλυτικού προγράμματος και αδυναμία του εκπαιδευτικού να αναπτύξει συστηματικές και υποβοηθούμενες από ένα επίσημο συμβουλευτικό σύστημα πειραματικές εφαρμογές και δημιουργικές πρωτοβουλίες κ.ά)
- Η σύνδεση της Β/θμιας Εκπ/σης με τις εξετάσεις εισαγωγής στα Α.Ε.Ι. και Τ.Ε.Ι.

5.2 Η κατάρτιση των εκπαιδευτικών

Η ενσωμάτωση μιας καινοτομίας στην εκπαιδευτική διαδικασία επιτυγχάνεται καλύτερα αν οι εκπαιδευτικοί ενημερωθούν γι' αυτή με τέτοιο τρόπο ώστε να πεισθούν για την αξία της από την αρχή. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η διαρκής ενημέρωση και επιμόρφωση στις νέες εκπαιδευτικές τεχνολογίες. Η ανάπτυξη διεπιστημονικής αλληλεπίδρασης ανάμεσα στους επιμέρους κλάδους, η ανάγκη για διαμόρφωση νέων εκπαιδευτικών μοντέλων (με παραδοσιακό ή μη προσανατολισμό) καθώς και για εκσυγχρονισμό του εκπαιδευτικού συστήματος συνεπάγονται τη δημιουργία νέων ρόλων των δασκάλων στη σύγχρονη εκπαιδευτική πραγματικότητα.

Ο εκπαιδευτικός *(και δεν ταυτίζεται με το δάσκαλο της τάξης)*, ο οποίος θα υποστηρίξει τη διδακτική αυτή ώρα με τις υπολογιστικές δραστηριότητες, πέρα από τη γνώση λειτουργίας του υπολογιστή και των εκπαιδευτικών εφαρμογών θα πρέπει:

- να γνωρίζει τις σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες και την αλληλεπίδρασή τους με τις νέες τεχνολογίες,
- να εκτιμά την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση,
- να διακρίνει το κατάλληλο εκπαιδευτικό λογισμικό για την ένταξή του στην εκπαιδευτική διαδικασία,
- να υλοποιεί και συνδυάζει τους στόχους του αναλυτικού προγράμματος με εκείνους των άλλων γνωστικών αντικειμένων.

Ένα σύστημα ειδικής κατάρτισης σε θέματα πληροφορικής και τεχνικού αλφαριθμητισμού δεν είναι αρκετό. Η διεύρυνση των γνώσεων και των επικοινωνιακών δεξιοτήτων του σύγχρονου δάσκαλου, η ανάγκη διεπιστημονικών συνεργασιών και η εμπλοκή σε σύνθετες δραστηριότητες είναι θέματα πρώτης προτεραιότητας για την εκπαιδευτική κοινότητα. Ο εκπαιδευτικός προετοιμασμένος σωστά με όλα τα εφόδια που απαιτούνται και την δική του απαραίτητη δημιουργική φαντασία θα είναι σε θέση να ανταποκριθεί στο σύγχρονο ρόλο του.

Ενδεικτικό περιεχόμενο της μορφής που μπορεί να έχει η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών είναι:

- Εξειδίκευση σε θέματα που άπτονται του τεχνολογικού αλφαριθμητισμού αλλά και των επιδράσεων και των δυνατοτήτων των υπολογιστών στις μεθόδους διδασκαλίας και μάθησης.
- Εκμάθηση δημιουργίας και υλοποίησης εκπαιδευτικών σεναρίων με σύγχρονες πλατφόρμες διαμόρφωσης λογισμικού.
- Ερευνητική δραστηριότητα πάνω στο εκπαιδευτικό λογισμικό όλου του φάσματος των γνωστικών αντικειμένων του σχολείου και στον τρόπο ένταξής του στην εκπαιδευτική διαδικασία.
- Συμμετοχή σε εξ αποστάσεως ευέλικτα προγράμματα ευρείας κλίμακας με πρόσβαση σε διδακτικό πολυμεσικό υλικό
- Ταχύρυθμη ενημέρωση με σκοπό την προσαρμογή στις νέες τεχνολογίες και τους νέους τρόπους διδασκαλίας.

5.3 Λογισμικά των μαθηματικών

Σήμερα στο ελληνικό σχολείο μπορεί κανείς να εργαστεί με τρία διαφορετικά προγράμματα λογισμικού στα μαθηματικά, τα οποία είναι εγκεκριμένα από το Υπουργείο Παιδείας και βέβαια τελούν και υπό την εποπτεία του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου και Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών. Τα λογισμικά αυτά είναι:

- **Cabri - geometry II**
- **The Geometer's Sketchpad** ή απλά **Sketchpad** και
- **Function Probe**

Τα τρία αυτά προγράμματα δημιουργούν το καθένα ξεχωριστά δυναμικά περιβάλλοντα μάθησης με ενδιαφέρουσες δυνατότητες. Αποτελούν εναλλακτικές λύσεις για τον καθηγητή των μαθηματικών αλλά και γενικότερα το δάσκαλο ώστε με την κατάλληλη χρήση μπορούν να φθάσουν ευκολότερα στην επίτευξη των στόχων της Γεωμετρίας αλλά και των μαθηματικών γενικότερα. Η διαχείριση των σχημάτων μέσα από τις διάφορες μετακινήσεις και μετασχηματισμούς ανοίγει νέους ορίζοντες και καλύτερες προσεγγίσεις για τη λύση του κάθε προβλήματος. Τα ανοιχτά αυτά περιβάλλοντα αρχίζουν και στη χώρα μας να υιοθετούνται και να γίνονται καθημερινά εργαλεία του καθηγητή αλλά κυρίως του μαθητή.

5.3.1 Cabri - geometry II

Το λογισμικό Cabri - geometry II εξελληνίστηκε και διατέθηκε αρχικά (2001) για χρήση σε 350 σχολεία (Γυμνάσια, Λύκεια και ΤΕΕ). Τα σχολεία αυτά συμμετείχαν στην Οδύσσεια-«Ελληνικά Σχολεία στην Κοινωνία της Πληροφορίας», το εθνικό πρόγραμμα για την παιδαγωγική ένταξη των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και Επικοινωνίας σε όλο το εύρος του εκπαιδευτικού συστήματος (1996-2001).



Εικόνα 5.1 Cabri - geometry II 1988-2001

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 έτσι κίνητρα στο μαθητή προκειμένου να επεκτείνει τις αναζητήσεις του στο χώρο της γεωμετρίας και παράλληλα υποστηρίζει μια διερευνητική προσέγγιση στη διδασκαλία και στη μάθηση.

Βασικές δυνατότητες του προγράμματος

- Αναλυτική και Ευκλείδεια 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.
- Κατασκευή κωνικών τομών, ελλείψεων και υπερβολών.
- Διερεύνηση γραφικών παραστάσεων υψηλού επιπέδου στην προβολική και

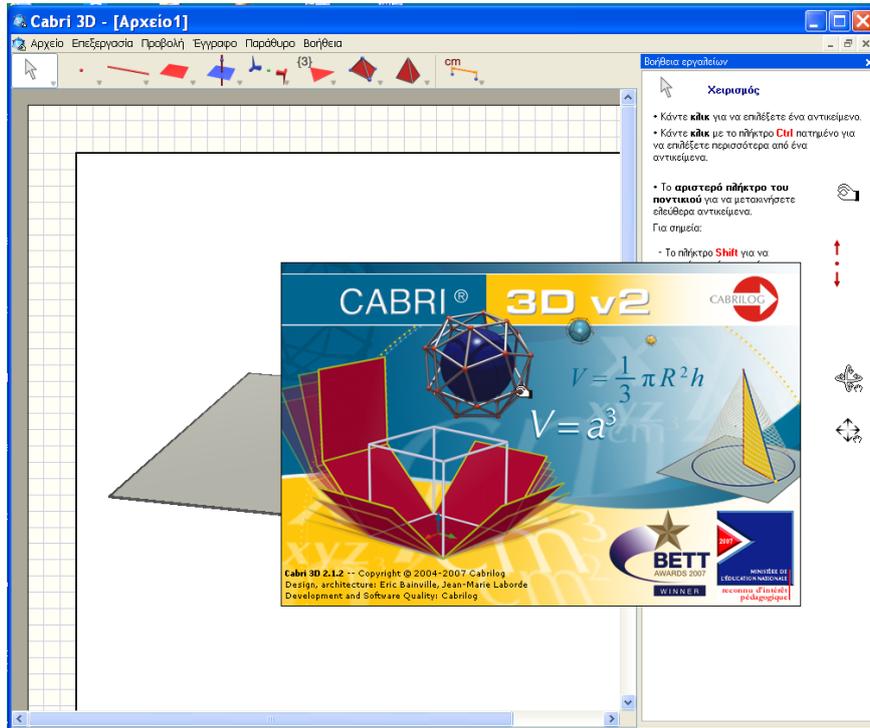
υπερβολική γεωμετρία.

- Σχολιασμός τιμών και μετρήσεις (με αυτόματη αρχειοθέτηση).
- Συστήματα καρτεσιανών και πολικών συντεταγμένων.
- Ο χρήστης 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 ασκήσεις που βασίζονται στα πέντε ευκλείδεια αξιώματα.
- Γραφικός προσδιορισμός γεωμετρικών τόπων.
- Αντικείμενα που χρησιμοποιούνται για τις κατασκευές μπορούν να μετακινηθούν και να αποκρυφτούν για να περιορισθεί η επιβάρυνση της οθόνης.
- Οι παλέτες των χρωμάτων και των γραμμών διευκολύνουν τη διαφοροποίηση των σχημάτων.
- Κατασκευές και macro μπορούν να αποθηκευτούν.

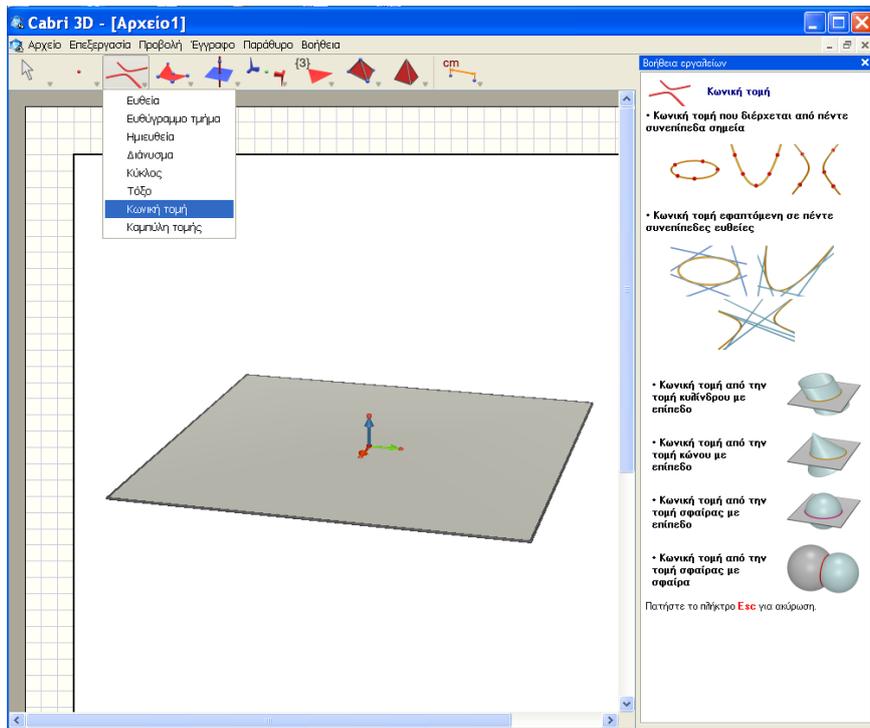
Η τεχνολογία του Cabri σχεδιάστηκε από τους Jean-Marie LABORDE και Frank Bellemain στα ερευνητικά εργαστήρια του CNRS (Εθνικό Κέντρο Επιστημονικής Έρευνας της Γαλλίας) και στο IMAG (ένα ερευνητικό εργαστήριο στο Πανεπιστήμιο Joseph Fourier της Grenoble). Το έργο αυτό ξεκίνησε το 1985, όταν ο Jean-Marie LABORDE, πνευματικός πατέρας του Cabri, αποφάσισε να αναζητήσει τρόπους για τη διευκόλυνση της διδασκαλίας και της εκμάθησης της δισδιάστατης γεωμετρίας.

Περισσότερα από 100 εκατομμύρια άτομα σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιούν τα λογισμικά: Cabri Geometry II, Cabri II Plus και Cabri Jr, τόσο σε προσωπικούς υπολογιστές, όσο και σε επιστημονικές αριθμομηχανές της Texas Instruments.

Σήμερα, το Cabri 3D v2 φέρνει τη φιλοσοφία του Cabri στον κόσμο των τριών διαστάσεων.



Εικόνα 5.2 Cabri 3D 2004-2007



Εικόνα 5.3 Cabri 3D

Με τη χρήση του Cabri 3D v2 μπορούμε να κατασκευάζουμε και να διαχειριζόμαστε κάθε τύπο αντικειμένου στις τρεις διαστάσεις: ευθείες, επίπεδα, κώνους, σφαίρες, πολύεδρα... Επιπλέον μπορούμε να μετράμε, να ενσωματώνουμε αριθμητικά δεδομένα, όπως επίσης και να ξαναβλέπουμε όλη τη διαδικασία κατασκευής από το πρώτο βήμα. Με το Cabri 3D v2 μπορούμε να μελετήσουμε και να επιλύσουμε προβλήματα γεωμετρίας και γενικότερα μαθηματικών.

Ο δικτυακός τόπος www.cabri.com περιλαμβάνει πλήθος υπερσυνδέσμων σε πολλές ιστοσελίδες και βιβλία που έχουν σχέση με τη γεωμετρία και το Cabri.

5.3.2 The Geometer's Sketchpad

Το «The Geometer's Sketchpad» είναι ένα «ανοικτό» περιβάλλον διερευνητικής μάθησης, που επιτρέπει την άμεση διαχείριση των μαθηματικών αντικειμένων και σχημάτων καθώς και την επεξεργασία τους από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Η δυνατότητα της κίνησης και της παρακολούθησης των αλλαγών των στοιχείων και των μεγεθών του σχήματος διευκολύνει την εικασία και τον **πειραματισμό στα Μαθηματικά** (Άλγεβρα, Τριγωνομετρία, Γεωμετρία).

Οι δυνατότητές του είναι τόσο ευρείες, που το μετέτρεψαν σε ένα εκπαιδευτικό εργαλείο με απεριόριστο αριθμό εφαρμογών. Αν και σχεδιάστηκε αρχικά για Γεωμετρία, σήμερα οι μαθητές μπορούν να το χρησιμοποιήσουν για να εξερευνήσουν την Άλγεβρα, την Τριγωνομετρία, την **Τέχνη**, την **Επιστήμη** και πολλά άλλα.

Το έργο The Geometer's Sketchpad άρχισε ως συνεργασία ανάμεσα στο Πρόγραμμα Οπτικής Γεωμετρίας στο Swarthmore College και την Key Curriculum Press. Το Πρόγραμμα Οπτικής Γεωμετρίας διηύθυναν ο Eugene Klotz και η Δρ. Doris Schattschneider.

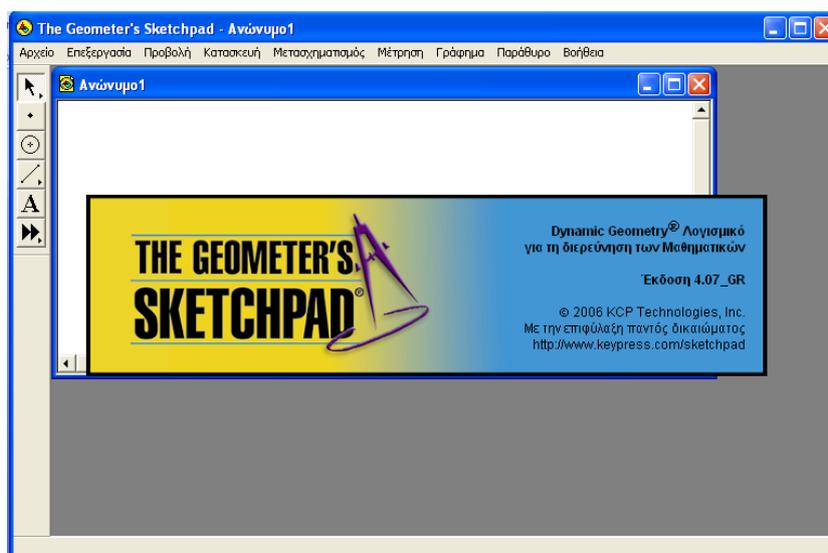
Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του στηρίχθηκαν σε πολύχρονες έρευνες στην περιοχή της διδακτικής των μαθηματικών.

Είναι ένα διεθνώς δοκιμασμένο εργαλείο μάθησης για το οποίο υπάρχει πλούσια βιβλιογραφία και τεκμηρίωση.

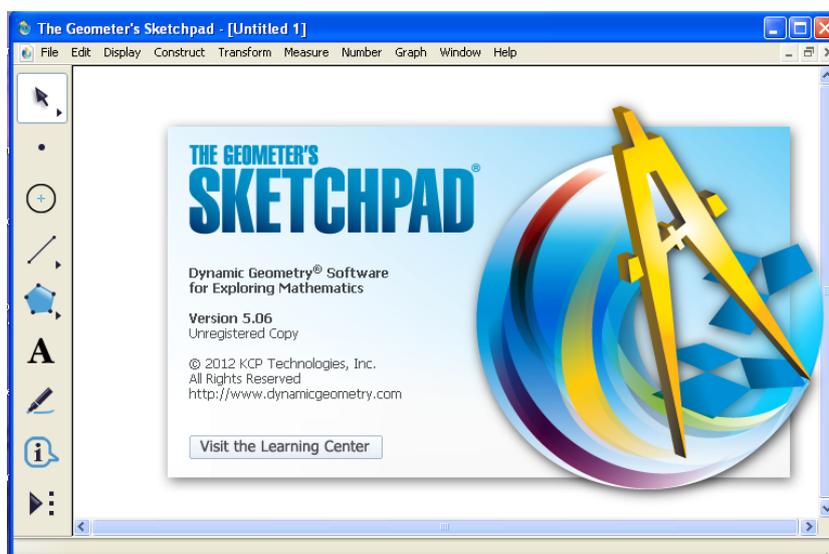
Εξελληνισμός: Πληροφορική Τεχνογνωσία, Εκδόσεις Καστανιώτη

Κατασκευαστής: Key Curriculum Press

Έργο **Πλειάδες**, ενότητα **Αμάλθεια Ι** συνέχεια από ενέργεια **Οδύσσεια**, Έργο **Κίρκη**



Εικόνα 5.4 The Geometer's Sketchpad Έκδοση 4.07_GR 2006



Εικόνα 5.5 The Geometer's Sketchpad Έκδοση 5.06 2012

Το «The Geometer's Sketchpad» είναι ιδανικό για την οργάνωση δραστηριοτήτων διερευνητικής μάθησης στο σχολικό εργαστήριο και στο σπίτι. Αξιοποιεί τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών λαμβάνοντας υπόψη τις νέες τάσεις για διερευνητική προσέγγιση στη σχεδίαση του λογισμικού (με πολλαπλές αναπαραστάσεις, άμεσο χειρισμό κ.τ.λ.). Με τις δυνατότητες που διαθέτει βοηθά στην κατανόηση με ολοκληρωμένο τρόπο εννοιών και διαδικασιών μέσα από την επίλυση προβλημάτων και τον πειραματισμό.

Χρησιμοποιούμε το Sketchpad για να κατασκευάσουμε και να μετρήσουμε με ακρίβεια γεωμετρικά σχήματα, να δημιουργήσουμε γραφικές παραστάσεις συναρτήσεων και μαθηματικά μοντέλα, να δημιουργήσουμε έγγραφα τα οποία περιέχουν μαθηματικά διαγράμματα και γεωμετρικά σχήματα.

Κάθε διάγραμμα ή σχήμα κατασκευάζεται από μεμονωμένα αντικείμενα τα οποία ορίζονται με βάση τις μεταξύ τους μαθηματικές σχέσεις. Χρησιμοποιούμε ένα συνδυασμό εργαλείων και εντολών μενού για να επιτύχουμε αλληλεπίδραση με τα έγγραφα και τα αντικείμενα που περιέχονται σε αυτά.

Το βασικό χαρακτηριστικό αυτού του λογισμικού είναι ότι μπορεί να πραγματοποιήσει σε πραγματικό χρόνο συνεχείς μετασχηματισμούς γεωμετρικών αντικειμένων. Μπορούμε, δηλαδή, να προσθέσουμε κίνηση στα αντικείμενα (π.χ. ένα σημείο πάνω σε μια διαδρομή μπορεί να κινηθεί προς τα εμπρός, προς τα πίσω, αμφίδρομα ή τυχαία, ενώ αν η διαδρομή είναι κύκλος, οι επιλογές είναι αριστερόστροφα ή δεξιόστροφα). Αυτό επιτρέπει στους χρήστες, αφού κάνουν μια κατασκευή, να κινήσουν ορισμένα στοιχεία του σχήματος ελεύθερα και να

παρατηρήσουν άλλα στοιχεία του σχήματος που αποκρίνονται δυναμικά σε αυτές τις αλλαγές. Η δυνατότητα της κίνησης και της παρακολούθησης των αλλαγών των στοιχείων και των μεγεθών του σχήματος διευκολύνει την εικασία.

Το Sketchpad

μπορεί να βοηθήσει το **μαθητή** να διερευνήσει όχι μόνο τα μαθήματα της Γεωμετρίας, αλλά και μαθηματικές ιδέες από την Άλγεβρα, την Τριγωνομετρία, τον Λογισμό και άλλα μαθήματα, να κατανοήσει μαθηματικές σχέσεις, να δει μια κατασκευή να κινείται

- παρέχει στον **καθηγητή** ένα άκρως ελκυστικό περιβάλλον με το οποίο μπορεί να παρουσιάζει μαθηματικές έννοιες, να σχηματίζει μοντέλα με τις απορίες της τάξης και να ενθαρρύνει τη διατύπωση εικασιών από τους μαθητές, είτε δουλεύει στους υπολογιστές του εργαστηρίου πληροφορικής είτε κάνει μία παρουσίαση σε οθόνη προβολής για όλη την τάξη
- Αξιοποιείται από τους **ερευνητές** και πολλούς άλλους λάτρεις των μαθηματικών στον πειραματισμό με υποθέσεις του τύπου 'τι θα συμβεί, αν ...', έτσι ώστε να εξετάσουν τις ιδιότητες των κατασκευών και να ανακαλύψουν νέα αποτελέσματα, αλλά και να δημιουργήσουν μαθηματικές αναπαραστάσεις υψηλής ποιότητας τις οποίες θα χρησιμοποιούν σε δραστηριότητες και εργασίες, εκθέσεις και δημοσιεύσεις ή, πολύ απλά, για τη δική τους οπτική ευχαρίστηση.

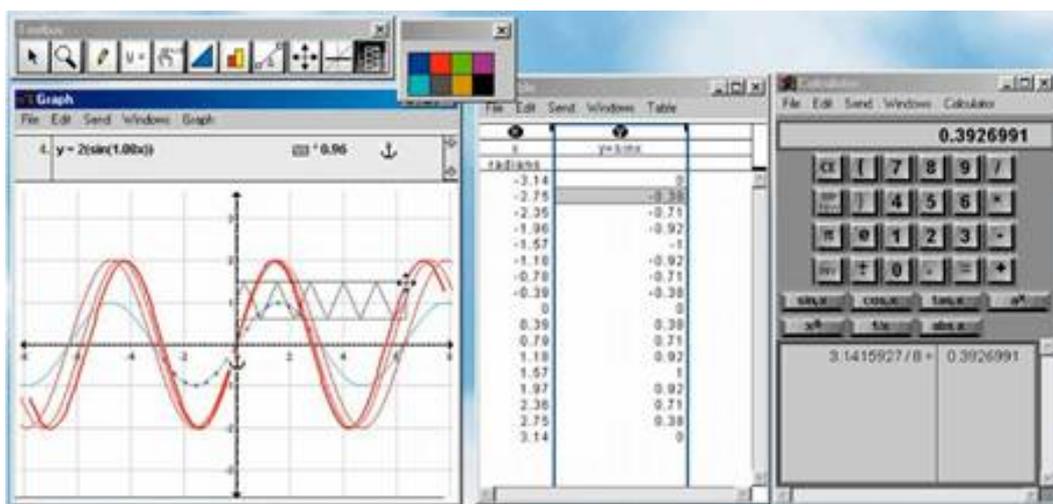
5.3.3 Function Probe

Το Function Probe παρέχεται από το Υπουργείο Παιδείας σε όλα τα σχολεία, είναι εύχρηστο, εξελληνισμένο και δεν απαιτείται εγκατάστασή του στον υπολογιστή.

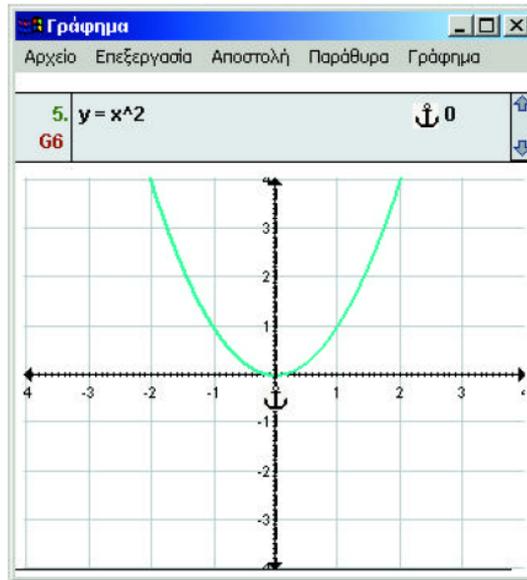
Το Function Probe είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο για τη σύγχρονη άλγεβρα, την τριγωνομετρία και την ανάλυση που μας επιτρέπει να διερευνήσουμε τις συναρτήσεις και τη μαθηματική μοντελοποίηση.

Πρόκειται για ένα πολυεποπτικό λογισμικό και μερικά από τα χαρακτηριστικά που το κάνουν να διαφοροποιείται από ανάλογα λογισμικά, είναι ότι:

1. Περιλαμβάνει τρία ξεχωριστά εργαλεία: το "Γράφημα", τον "Πίνακα δεδομένων" και την "Αριθμομηχανή".
2. Κάθε εργαλείο παρουσιάζεται σε ένα παράθυρο με τα δικά του στοιχεία λειτουργίας και επεξεργασίας και μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ανεξάρτητο εργαλείο. Ωστόσο, τα παράθυρα συνδέονται μεταξύ τους, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να στέλνει πληροφορίες από το ένα στο άλλο.
3. Παρέχει τη δυνατότητα κατασκευής πινάκων με τιμές και εξερεύνηση των συσχετίσεων ανάμεσα σε αυτές.
4. Παρέχει τη δυνατότητα μετασχηματισμού της γραφικής παράστασης μιας συνάρτησης (μετατόπιση, συρρίκνωση, άνοιγμα), ενώ ταυτόχρονα, εμφανίζει την αλλαγή που επιφέρει ο μετασχηματισμός αυτός, στον τύπο της.
5. Ο χρήστης, μπορεί να στέλνει σημεία από έναν πίνακα δεδομένων, σε ένα παράθυρο γραφήματος κλπ.



Εικόνα 5.6 Function Probe



Εικόνα 5.7 Το Παράθυρο «Γράφημα»

Η γκριζα γραμμή εικονιδίων σημαίνει ότι αυτές οι δυο στήλες είναι συνδεδεμένες

Ενεργός δείκτης σύνδεσης

x	y
χρόνος	ταχύτητα
20	0
25	50
30	6
35	15
40	20

Εικόνα 5.8 Το Παράθυρο «Πίνακας»

87.6

$(95 + 86 + 74 + 98 + 85) / 5 = 87.6$
 $(95 + 86 + 74 + 98) / 4 = 88.25$

Εικόνα 5.9 Το Παράθυρο «Αριθμομηχανή»

Η ιδέα της επικοινωνίας ανάμεσα σε μαθηματικές αναπαραστάσεις με χρήση των παραθύρων του Function Probe παρέχει σε μαθητές και καθηγητές ένα δυναμικό μέσο συντονισμού πολλαπλών αναπαραστάσεων, πολύ χρήσιμο στις προσπάθειές τους να επιλύουν προβλήματα.

Το λογισμικό σχεδιάστηκε ώστε να:

- Προκαλεί τη διερεύνηση των μαθηματικών εννοιών με τρόπους αναγνωρίσιμους από τους μαθητές
- Επιτρέπει στους μαθητές να ενεργούν με τρόπους που αυτοί επιλέγουν
- Βοηθά τους μαθητές να βελτιώνονται προοδευτικά (σύμφωνα με τις δυνατότητές τους) στοχεύοντας στην κατανόηση μιας χρήσιμης μαθηματικής έννοιας

Δίνεται έμφαση:

- Στην ενθάρρυνση των μαθητών να δομήσουν συναρτησιακές σχέσεις πάνω σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής, με τις οποίες είναι ήδη εξοικειωμένοι
- Στην αξιοποίηση των λαθών των μαθητών ως 'θεμέλιους λίθους' για μια προοδευτική προσέγγιση της έννοιας της συνάρτησης
- Στην εύρεση μαθηματικών σχέσεων μεταξύ συναρτησιακά μεταβαλλόμενων καταστάσεων από την καθημερινή ζωή
- Στην εξοικείωση της χρήσης συναρτήσεων διαφόρων τύπων (π.χ. γραμμική, δευτέρου βαθμού, τριγωνομετρική, εκθετική κλπ.) και στο μετασχηματισμό τους μέσα από πολλαπλές αναπαραστάσεις
- Στο χειρισμό των συναρτήσεων μέσα από τους διάφορους τρόπους αναπαράστασής τους όπως περιγραφική, εικονική, με πληκτρολόγηση στην Αριθμομηχανή.

Βασικός άξονας της παιδαγωγικής προσέγγισης που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή του Function Probe στην τάξη είναι η χρήση του σε συνδυασμό με διάφορες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις ως:

- εργαλείο επίδειξης για άμεση εκπαίδευση
- εργαλείο συστηματικής έρευνας για λύση προβλημάτων σε περιβάλλον σχολικού εργαστηρίου
- μέσο για την εργασία των μαθητών στο σπίτι

Το λογισμικό επιλέχθηκε στο πλαίσιο του έργου "ΚΙΡΚΗ" στον τομέα της Διδακτικής των Μαθηματικών έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις εξής δεσμεύσεις:

- να προάγει τη δημιουργικότητα,
- να προκαλέσει τον μαθητή να κάνει εικασίες, να τις υλοποιήσει και να τις ελέγξει με στόχο να εξάγει τα δικά του συμπεράσματα
- να προβάλλει διάφορους τρόπους έκφρασης,
- να ενθαρρύνει τις πρωτοβουλίες,
- να δώσει την δυνατότητα στο μαθητή να μαθαίνει από τα λάθη του
- να επιτρέψει στο μαθητή να χρησιμοποιήσει τις γνώσεις που έχει αποκομίσει από την θεωρητική διδασκαλία και να εκτιμήσει έτσι την πρακτική τους αξία.

Έχει διανεμηθεί σε όλα σχολεία της Β'θμιας εκπαίδευσης (έργο ΚΙΡΚΗ), καθώς και στα Πανεπιστημιακά Κέντρα Επιμόρφωσης Β' Επιπέδου.

Για τους δικαιούχους αδειών χρήσης είναι διαθέσιμο στη διεύθυνση:

http://b-epipedo2.cti.gr/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=44&Itemid=50

Περιλαμβάνει: Βιβλίο μαθητή, Βιβλίο καθηγητή, Εγχειρίδιο χρήστη, Ηλεκτρονική ξενάγηση (εφαρμογή flash)

Σενάρια - Δραστηριότητες: <http://www2.e-yliko.gr>

5.3.4 GeoGebra

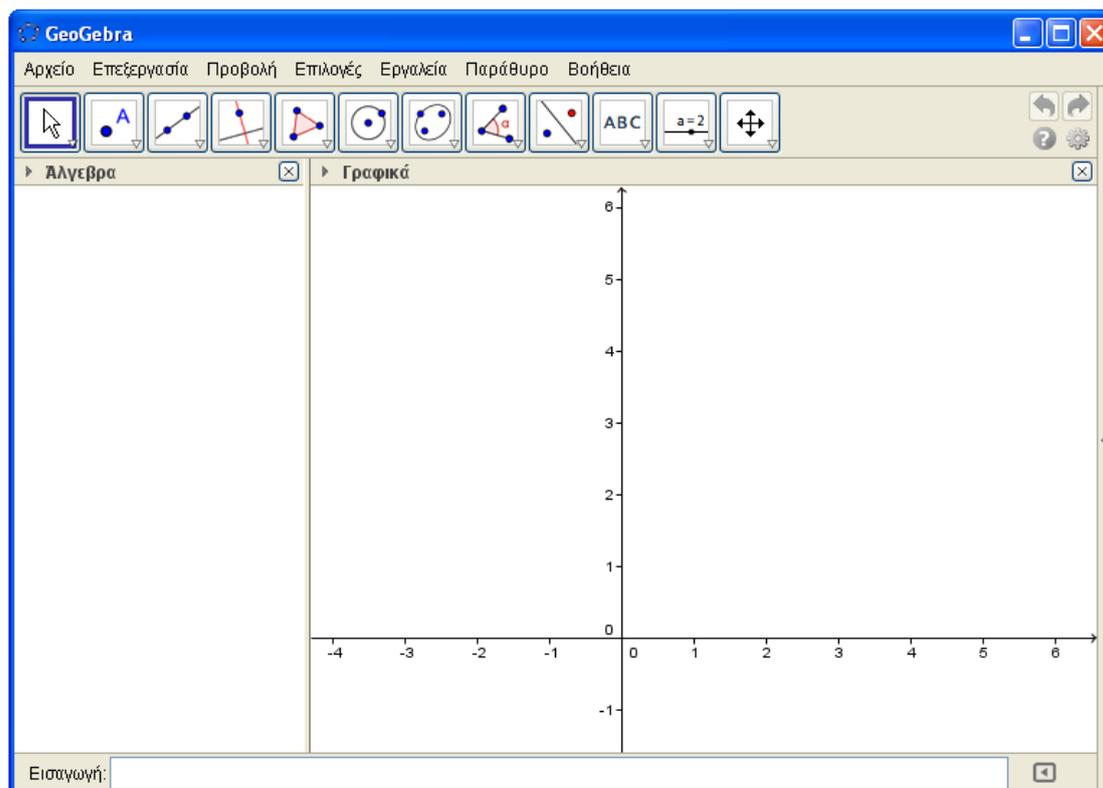
Σύντομο ιστορικό σημείωμα

Η GeoGebra είναι ένα Περιβάλλον Δυναμικής Γεωμετρίας (ΠΔΓ) που κατασκευάστηκε το 2002 από τον Markus Hohenwarter. Ήταν η διπλωματική του εργασία στα πλαίσια των μεταπτυχιακών του σπουδών στην εκπαίδευση των μαθηματικών και την επιστήμη των υπολογιστών. Από το 2006 η GeoGebra χρηματοδοτείται από το υπουργείο παιδείας της Αυστρίας. Το λογισμικό αναπτύσσεται πλέον στο πανεπιστήμιο Florida Atlantic.

Η GeoGebra μπορεί να χρησιμοποιηθεί: στη Γεωμετρία, στην Άλγεβρα, στις Πιθανότητες, στη Στατιστική, στην Ανάλυση, στην Αναλυτική Γεωμετρία, στη Θεωρία Αριθμών, στη Γραμμική Άλγεβρα, στη Μιγαδική Ανάλυση, στα Διακριτά Μαθηματικά.

Η GeoGebra προσφέρει στο χρήστη μια σειρά από γεωμετρικά εργαλεία με τα οποία μπορεί να δημιουργήσει τις δικές του γεωμετρικές κατασκευές, ή ακόμα και καινούρια εργαλεία. Επίσης παρέχει μία εκτεταμένη λίστα συναρτήσεων, λογιστικό φύλλο και τη δυνατότητα αλγεβρικής διαχείρισης των αντικειμένων.

οθόνη του προγράμματος εμφανίζει δύο κύρια παράθυρα. Το ένα παρουσιάζει τα γεωμετρικά σχήματα και τις γραφικές παραστάσεις και το άλλο περιέχει τις αριθμητικές και αλγεβρικές εκφράσεις που τους αντιστοιχούν. Εμφανίζει επίσης μια γραμμή εισαγωγής εντολών.



Εικόνα 5.10

Μερικά από τα επιχειρήματα που αφορούν στην παιδαγωγική αξιοποίηση τέτοιου είδους λογισμικού είναι τα παρακάτω:

- Επιτρέπει στους μαθητές να ανακαλύψουν γεωμετρικές ιδιότητες των σχημάτων τους σέρνοντας με το ποντίκι, έτσι μαθαίνουν ενεργώντας και όχι λαμβάνοντας παθητικά πληροφορίες.
- Επιτρέπει πολλαπλές αναπαραστάσεις μαθηματικών αντικειμένων (π.χ. συνάρτηση: γραφική παράσταση / σύνολο διατεταγμένων ζευγών / αντιστοίχιση στοιχείων δύο συνόλων).
- Δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές που δεν τα καταφέρνουν με τον κανόνα και το διαβήτη να παράγουν σχήματα ακριβείας.
- Δίνει ευκαιρίες να δουλευτούν στην τάξη εργασίες με πραγματικά θέματα, σχετικά με την καθημερινότητα των μαθητών, τοποθετώντας τα σχολικά μαθηματικά στην πραγματικότητα.

Γεωμετρία και GeoGebra

Η μελέτη των γεωμετρικών τόπων με τη βοήθεια του προγράμματος GeoGebra καταφέρνει να εισάγει ένα εγγενές χαρακτηριστικό των ΠΔΓ, το οποίο όμως αναγκαστικά απουσιάζει από την αντίστοιχη μελέτη στον πίνακα: την κίνηση. Η εισαγωγή της κίνησης στη μελέτη της Γεωμετρίας έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει και να διευρύνει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονται και συζητούν οι μαθητές για τα γεωμετρικά αντικείμενα που διαχειρίζονται (Sinclair και Yurita, 2008). Κατ' επέκταση η φάση της Ανάλυσης και της Σύνθεσης (Κατασκευής) του γεωμετρικού τόπου αλλάζει, εφοδιάζεται με κίνηση και δίνει τη δυνατότητα πολλών δοκιμών και ανασκευών.

Επιπροσθέτως, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να διαμορφώνουν τις επεξηγήσεις τους βασιζόμενοι σε παραγωγικούς συλλογισμούς, γεγονός που δημιουργεί τα θεμέλια για την ανάπτυξη της έννοιας της απόδειξης και της αποδεικτικής διαδικασίας (Jones, 2000).

Ανάλυση και GeoGebra

Με τη GeoGebra μπορούμε να κατασκευάσουμε μεγάλους πίνακες τιμών χρησιμοποιώντας το λογιστικό της φύλλο, και έπειτα να μετατρέψουμε τα ζεύγη τιμών σε σημεία πάνω στο καρτεσιανό επίπεδο.

Η επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία της κατασκευής ενός πίνακα τιμών με τη βοήθεια του αλγεβρικού τύπου μιας συνάρτησης αποκλείει τους μαθητές από την κατασκευή τους και κατ' επέκταση τη δημιουργία νοητικών διασυνδέσεων ανάμεσα

στις πολλαπλές εκφάνσεις μιας συνάρτησης. Όταν ο ίδιος ο υπολογισμός της αριθμητικής τιμής μιας συνάρτησης για κάποιο x δε βρίσκεται στην καρδιά των διδακτικών στόχων, αμέσως μετά τις δραστηριότητες που οι μαθητές χειρωνακτικά συμπληρώνουν έναν πίνακα τιμών και βρίσκουν τα αντίστοιχα σημεία στο επίπεδο, μπορεί να ανατίθεται η όλη διαδικασία στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Από τους μαθητές εδώ ζητείται η «μεταγλώττιση» της συνάρτησης σε κώδικα.

Μια τέτοια ενέργεια έχει τα εξής προτερήματα:

1. Καθιστά τη συμπλήρωση του πίνακα τιμών μια διαδικασία που δεν καταναλώνει πολύ χρόνο.
2. Δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να κατασκευάσουν μεγάλους πίνακες τιμών.
3. Ο αυτόματος υπολογισμός πολλών τιμών της συνάρτησης δίνει την αίσθηση ότι η συνάρτηση είναι μια διαδικασία και ότι δεν απαιτείται εκ των προτέρων μια συγκεκριμένη τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής που θα «νοηματοδοτήσει» τη συνάρτηση, αφού χειρωνακτικά μονάχα με αυτήν ο τύπος της μπορεί να δουλευτεί για να παράξει μια τιμή (Thompson, 1994).
4. Η πληθώρα των σημείων που μπορεί να παραχθεί με τη βοήθεια του υπολογιστή ισχυροποιεί την έννοια της συνέχειας (ή της μη συνέχειας) στη σχηματιζόμενη καμπύλη.
5. Μπορούν να δοθούν παραδείγματα που η γραφική παράσταση της συνάρτησης δεν ακολουθεί το λείο μονοπάτι που θα περίμενε κανείς αν είχε στη διάθεσή του έναν πίνακα τιμών με 4 ή 5 ζεύγη.
6. Μπορούν εύκολα να γίνουν συσχετισμοί των γραφικών παραστάσεων των συναρτήσεων $f(x) = \alpha x + \beta$ και $f(x) = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$ με διαγράμματα απόστασης - χρόνου ή ταχύτητας - χρόνου στην ευθύγραμμη ομαλή και επιταχυνόμενη κίνηση.
7. Οι μαθητές εξοικειώνονται με τη «μεταγλώττιση» μαθηματικών συναρτήσεων σε κώδικα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Εκπαιδευτικό σενάριο (educational scenario) είναι η περιγραφή ενός μαθησιακού πλαισίου με εστιασμένο γνωστικό αντικείμενο, συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς στόχους, παιδαγωγικές αρχές και σχολικές πρακτικές. Ένα τέτοιο σενάριο υλοποιείται μέσα από σειρά εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων (educational activities). Η δομή κάθε δραστηριότητας καθώς και οι ρόλοι του διδάσκοντα - μαθητών και η αλληλεπίδρασή τους με τα χρησιμοποιούμενα μέσα και υλικό, περιγράφονται σε ένα πλάνο δραστηριότητας (activity plan). Μέρος ενός τέτοιου πλάνου προβλέπει τη χρήση λογισμικού.

Η περιγραφή των σεναρίων δεν αφορά μόνο στο σχεδιασμό εργαλείων και δραστηριοτήτων βασισμένων σε κάποιο επιλεγμένο λογισμικό ή στην συνέργια δύο ή περισσότερων λογισμικών. Αντίθετα το σενάριο αποτελεί μια εκ βαθέων διείσδυση στη διδακτική πρακτική. Μέσω αυτού γίνεται ανάλυση της μεθόδου και της στρατηγικής σύμφωνα με την οποία προτείνουμε να εφαρμοστεί το σύνολο των σχεδιασμένων δραστηριοτήτων στην τάξη και στους προτεινόμενους ρόλους που καλούνται να παίξουν οι συμμετέχοντες (μαθητές, καθηγητές, επιμορφωτές και διοίκηση του σχολείου), αλλά και στη δομή της συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών ομάδων (η τάξη σαν σύνολο, μικρές ομάδες μαθητών στην ίδια τάξη ή σε διαφορετικές τάξεις). Το σενάριο πρέπει να είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει παρέμβαση και αλλαγή από την πλευρά του καθηγητή και δημιουργική χρήση του σεναρίου στην τάξη. Επίσης πρέπει να έχει τη δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τον αριθμό των μαθητών και τάξεων που παίρνουν μέρος.

Η συγγραφή των σεναρίων λαμβάνει υπόψη τα παρακάτω:

- Την πολυπλοκότητα της παιδαγωγικής, διδακτικής και γνωστικής προσέγγισης του γνωστικού αντικειμένου με χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας και του προτεινόμενου σεναρίου.
- Την εμπλοκή διαφόρων γνωστικών περιοχών και διαφορετικής φύσης παραγόντων στην εκμάθηση και διδασκαλία μιας διδακτικής ενότητας και την ανάγκη συνέργιας μεταξύ τους.
- Την ανάγκη συνεργασίας μεταξύ τεχνικών (ανθρώπων που έχουν εμπειρία στην δημιουργία και χρήση τεχνολογικών εργαλείων) και παιδαγωγών (ανθρώπων που έχουν εμπειρία στην διδακτική και μάθηση γνωστικών εννοιών) για την επιτυχή δημιουργία και συγγραφή ρεαλιστικών σεναρίων.

- Την άμεση ανταπόκριση των σεναρίων στην καθημερινή σχολική πραγματικότητα και την συμβολή τους στην αναβάθμιση της διδακτικής πρακτικής, της εξομάλυνσης δυσκολιών κατανόησης και της μαθησιακής επικοινωνίας.
- Την ανάγκη επικοινωνίας των σεναρίων (δραστηριότητες, εργασίες, ασκήσεις, μέθοδος εφαρμογής στην τάξη και στο σχολείο) με μαθητές, καθηγητές, διεύθυνση σχολείων και άλλων σχετικών φορέων.

6.1 Σύντομη ανασκόπηση του σεναρίου

Γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση του σεναρίου με σύντομη αναφορά στα παρακάτω:

- Στην ιδέα που διέπει το σενάριο.
- Στα τεχνολογικά εργαλεία που προτείνονται προς χρήση (π.χ. λογισμικό).
- Στη χρήση συμπληρωματικού υλικού.
- Στις προσδοκώμενες παιδαγωγικές και μαθησιακές κατακτήσεις.
- Στις προβλεπόμενες μεθόδους διδακτικής.
- Στις στρατηγικές εφαρμογής.

6.2 Παιδαγωγικοί, κοινωνιολογικοί και πολιτισμικοί στόχοι

Αναλυτική περιγραφή των ευρύτερων χαρακτηριστικών του σεναρίου σε σχέση με την παιδαγωγική, κοινωνική και πολιτισμική επιρροή που έχει στη σχολική κοινότητα.

- Ο ρόλος του σεναρίου και των τεχνολογικών εργαλείων για την αναβάθμιση των συμμετεχόντων ή την ενίσχυση των ρόλων τους (καθηγητές, μαθητές, διεύθυνση).
- Ο ρόλος των προς χρήση εργαλείων (τεχνολογικών και άλλων) στο συγκεκριμένο σενάριο.
- Αναφορά στα καινοτόμα στοιχεία του σεναρίου και των εργαλείων στη σχολική κοινότητα και στον αναμενόμενο ρόλο τους για τους συμμετέχοντες.

6.3 Προσδοκώμενη διαδικασία μάθησης

Αναλυτική περιγραφή του επιλεγμένου γνωστικού αντικείμενου, του οποίου η μάθηση προτείνεται μέσα από το συγκεκριμένο σενάριο, καθώς και της συσχέτισής των δύο.

- Ορισμός της επιστημολογικής υπόστασης του επιλεγμένου γνωστικού αντικείμενου καθώς και των συγγενών του εννοιών.
- Αναφορά στις μαθησιακές δυσκολίες των παιδιών οι οποίες έχουν εντοπισθεί μέσω ερευνητικών διαδικασιών για το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο.
- Αναλυτική περιγραφή των προσδοκώμενων μαθησιακών διαδικασιών που επιδιώκεται να προκληθούν με την χρήση του σεναρίου και της σχέσης τους με τις μαθησιακές δυσκολίες.

6.4 Διδακτική διαδικασία

Για την επίτευξη των προσδοκώμενων μαθησιακών στόχων απαιτούνται:

- Περιγραφή των διδακτικών μεθόδων που απαιτούνται στα πλαίσια εφαρμογής του σεναρίου.
- Ανάλυση του τρόπου εργασίας των μαθητών (μόνοι, σε ομάδες, μετωπική) και του βαθμού αυτενέργειας και αυτονομίας που παρέχεται.
- Αναφορά και επεξήγηση της ανάγκης για αλλαγή του ρόλου των καθηγητών και των αντιλήψεων τους για την διδασκαλία του συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου μέσα από το προτεινόμενο σενάριο.
- Αναφορά στην ανάγκη νέων συνεργασιών είτε μεταξύ των καθηγητών του ιδίου σχολείου, είτε μεταξύ καθηγητών άλλων σχολείων ή ακόμη και με άλλους φορείς της κοινότητας.
- Αναλυτική περιγραφή της ποιότητας, είδους και στόχων της αξιολόγησης αυτής.

6.5 Δραστηριότητες

Περιγραφή των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και των αντίστοιχων «πλάνων» εφαρμογής τους. Συγκεκριμένα:

- Στόχοι του Προγράμματος Σπουδών στους οποίους αναφέρεται η δραστηριότητα (μπορεί να αφορούν περισσότερα του ενός γνωστικά αντικείμενα).

- Προαπαιτούμενα (π.χ. σχέσεις με άλλες δραστηριότητες, τεχνικές εγκαταστάσεις, επιμόρφωση για θέματα εφαρμογής του, κλπ).
- Πιθανός διευκολυντικός ρόλος του Υπουργείου, Διεύθυνσης Β/θμιας εκπαίδευσης, ΠΛΗΝΕΤ, Π.Ι., ΙΤΥ ή άλλων σχετιζομένων φορέων όπου αρμόζει ή / και απαιτείται.
- Πιθανές επιπτώσεις από την εφαρμογή της δραστηριότητας στη διεύθυνση / διοίκηση του σχολείου και σχετικά μέτρα που πρέπει να ληφθούν.
- Χρονισμός εφαρμογής της δραστηριότητας και εναρμονισμός της με το ωρολόγιο πρόγραμμα (εκτιμώμενη διάρκεια, συνεργασία με διδακτικές ώρες μαθημάτων, κλπ).
- Προετοιμασία (υλικό, τάξη, ομάδες παιδιών, customization, κλπ).
- Απαιτούμενα εργαλεία / λογισμικό ή άλλο υλικό (σημειωτέον ότι μπορεί να απαιτείται / προτείνεται και η χρήση συμπληρωματικού λογισμικού από εκείνο που αναπτύσσεται).
- Περιγραφή της ροής της δραστηριότητας με διάκριση των διαδοχικών βημάτων εφαρμογής της διαδικασίας. Για καθένα απ' αυτά περιγράφεται μεταξύ άλλων η αλληλεπίδραση μαθητών και διδασκόντων με τα εργαλεία λογισμικού.
- Προτάσεις για επεκτάσεις ή / και διαφοροποιήσεις.

Είναι σημαντικό κάθε δραστηριότητα να είναι εφικτή σε συνθήκες τάξης, παίρνοντας υπόψη τους χρονικούς περιορισμούς της διδακτικής ώρας, και όλους τους πιθανούς παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την ομαλή διεξαγωγή των διαδικασιών.

6.6 Κριτική προσέγγιση του σεναρίου και της εφαρμογής του

Κριτική αναφορά στα χαρακτηριστικά του σεναρίου λαμβάνοντας υπόψη θετικά και αρνητικά στοιχεία.

- Τοποθέτηση του προτεινόμενου σεναρίου στο γενικότερο σύνολο διδακτικής της γνωστικής ενότητας στην οποία αναφέρεται (π.χ. αναφορά σε συγγενή ή διαφορετικά σενάρια).
- Περιγραφή των σημείων που μένουν αμετάβλητα καθώς και εκείνων που δέχονται περαιτέρω αλλαγές, επιπροσθέσεις και γενικότερα είναι περισσότερο ευέλικτα στα χέρια των καθηγητών και μαθητών τους.

- Κριτική των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του σεναρίου ως προς τις προσδοκώμενες διδακτικές και μαθησιακές διαδικασίες.
- Αναφορά σε συγκεκριμένους στόχους ή διαδικασίες που δεν μπορούν να επιτευχθούν μέσω της συγκεκριμένης μορφής και εφαρμογής του σεναρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ GEOGEBRA

Σε συνεργασία με συνάδελφο εκπαιδευτικό στο σχολείο στο οποίο υπηρετώ (Γενικό Λύκειο), επιλέξαμε να ετοιμάσουμε ένα εκπαιδευτικό σενάριο στο περιβάλλον Δυναμικής Γεωμετρίας GeoGebra.

Οι λόγοι που το επιλέξαμε για την εργασία αυτή είναι οι εξής:

- Σε διεθνές επίπεδο πολλοί καθηγητές χρησιμοποιούν το GeoGebra και έχουν δημιουργήσει με αυτό εργασίες για όλους σχεδόν τους κλάδους των μαθηματικών (Hohewarter 2006, Preiner 2008, Hohenwarter et al. 2008). Ακόμα και στην Ελλάδα έχουν δημοσιευτεί αρκετές σχετικές εργασίες (Μαυρογιάννης 2006, Φεργαδιώτης 2009).
- Είναι πολύ εύκολο στο χειρισμό και είναι πλήρως εξελληνισμένο.
- Διατίθεται δωρεάν από το διαδίκτυο και προωθείται από το ΥΠΑΙΘ.
- Συνδυάζει χαρακτηριστικά DGS (Dynamic Geometry System) και CAS (Computer Algebra System) ενώ έχει πολλές δυνατότητες αναλυτικού λογισμού.
- Παρέχει την ευκολία χρήσης παραμέτρων που μεταβάλλονται δυναμικά με τη χρήση δρομέων.

Η οθόνη του προγράμματος εμφανίζει δύο κύρια παράθυρα. Το ένα παρουσιάζει τα γεωμετρικά σχήματα και τις γραφικές παραστάσεις και το άλλο περιέχει τις αριθμητικές και αλγεβρικές εκφράσεις που τους αντιστοιχούν. Εμφανίζει επίσης μια γραμμή εισαγωγής εντολών. Υπακούει στις αρχές των πολυμέσων (χρησιμοποιεί λέξεις και γραφικά), της γειννίαςσης (οι σχετικές λέξεις και τα γραφικά βρίσκονται κοντά το ένα στο άλλο) και της συνάφειας (δεν περιέχει αντικείμενα που αποσπούν την προσοχή από την ουσία) (Preiner 2008).

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πρόγραμμα επίδειξης, δηλαδή ο διδάσκων μπορεί να ετοιμάσει μια παρουσίαση για να βελτιώσει το επίπεδο της κατανόησης των μαθητών.
- Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και σαν μέσο πειραματισμού με τη βοήθεια του οποίου ο μαθητής μπορεί να διατυπώσει και να ελέγξει εικασίες.

Επιλέξαμε από τα Μαθηματικά θετικής – τεχνολογικής κατεύθυνσης Β' Λυκείου και το κεφάλαιο των κωνικών τομών την έλλειψη.

Βασική μας αρχή ήταν να συνδυάσουμε:

- Τις απαιτήσεις του αναλυτικού προγράμματος
- Τις συνθήκες της τάξης του δημόσιου σχολείου (περιορισμένος χρόνος)
- Τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας (δασκαλοκεντρικό τρόπο)
- Τη χρήση των ΤΠΕ στην τάξη ως μαζικό εποπτικό μέσο διδασκαλίας
- Τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης (κονστрукτιβισμό, ανακαλυπτική συνεργατική μάθηση)
- Την μετάβαση στο μαθητοκεντρικό τρόπο διδασκαλίας (με τη χρήση των ΤΠΕ).

Τα τμήματα των μαθητών μας ήταν δύο, διαφορετικής δύναμης.

Στο πρώτο, ένα 25μελές τμήμα τεχνολογικής κατεύθυνσης, στο οποίο είχε ήδη διδαχθεί η ύλη που προβλέπεται από το αναλυτικό πρόγραμμα, όπως αυτή παρουσιάζεται στο σχολικό βιβλίο (ΟΕΔΒ, 2012 - πρώτη έκδοση 1998), χρησιμοποιήσαμε το Geogebra σαν πρόγραμμα επίδειξης. Με τη βοήθεια βιντεοπροβολέα παρουσιάσαμε την έλλειψη σύμφωνα με το σενάριο που ετοιμάσαμε, ακολουθώντας την δομή του αντίστοιχου κεφαλαίου στο σχολικό βιβλίο.

Ο στόχος μας ήταν

- να βελτιώσουμε το επίπεδο της κατανόησης των μαθητών με τη διαισθητική προσέγγιση των εννοιών
- να τους προκαλέσουμε να υποψιαστούν για το πώς οι νέες τεχνολογίες μπορούν να αλλάξουν τη ρουτίνα της τάξης και
- να επιθυμήσουν την αυτενέργεια με το εργαλείο λογισμικού.

Το δεύτερο ήταν ένα 15μελές τμήμα θετικής κατεύθυνσης, στο οποίο επίσης είχε διδαχθεί η ύλη.

Ο στόχος μας ήταν να χρησιμοποιήσουμε το Geogebra σαν μέσο πειραματισμού με τη βοήθεια του οποίου οι μαθητές αφού κάνουν μια κατασκευή, να κινήσουν ορισμένα στοιχεία του σχήματος ελεύθερα και να παρατηρήσουν άλλα στοιχεία του σχήματος που αποκρίνονται δυναμικά σε αυτές τις αλλαγές.

Επιδιώξαμε το σενάριο

- να κινείται στα πλαίσια της ομαδοσυνεργατικής διερευνητικής μάθησης και

- να προσανατολίσει τους μαθητές σε επαγωγικούς και παραγωγικούς συλλογισμούς διευκολύνοντας την κατανόηση εννοιών και οδηγώντας τους να εικάζουν, να ελέγχουν τα συμπεράσματά τους και να τα ανασκευάζουν αν είναι απαραίτητο.

Στο εργαστήριο πληροφορικής οι μαθητές εργάστηκαν σε ζεύγη με ρόλους που εναλλάσσονταν.

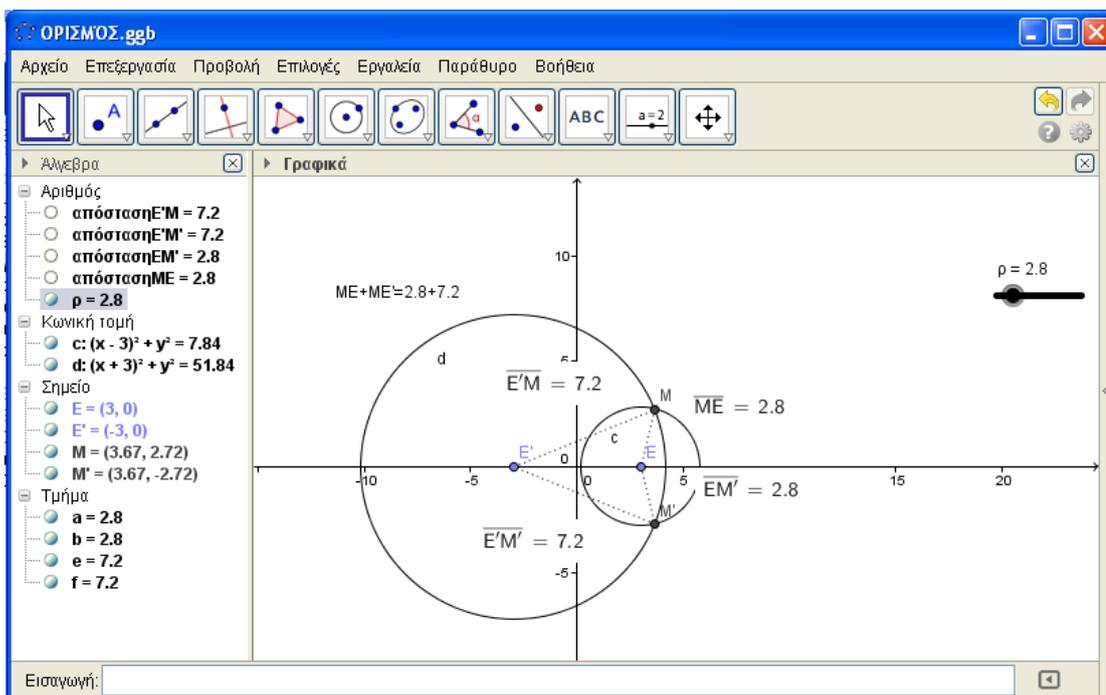
7.1 Ανάλυση της δραστηριότητας

7.1.1 Ορισμός

Ορίσαμε την έλλειψη ως το γεωμετρικό τόπο των σημείων του επιπέδου των οποίων το άθροισμα των αποστάσεων από σημεία E' και E είναι σταθερό και μεγαλύτερο του $E'E$.

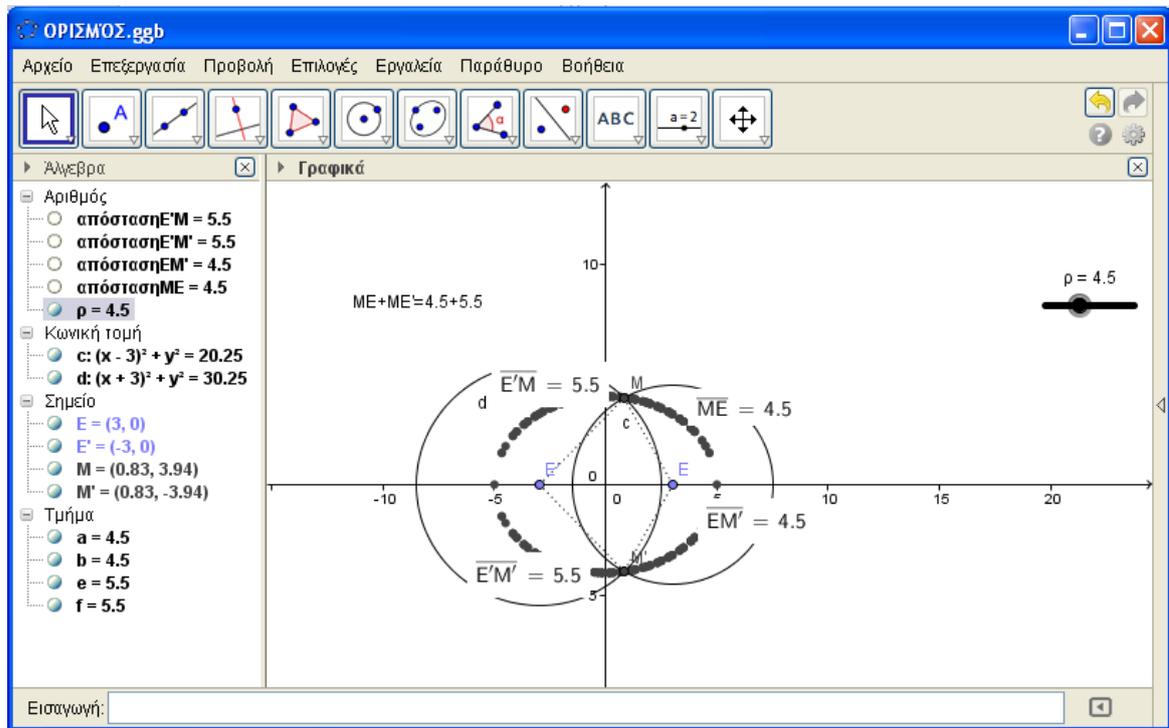
Για το σκοπό αυτό

- περιορίζοντας τη γενικότητα θεωρήσαμε τα σημεία του άξονα $x'x$ E' και E συμμετρικά ως προς την αρχή των αξόνων O
- με τη βοήθεια του περιβάλλοντος geogebra ορίσαμε δρομέα ρ με $1 < \rho < 10$
- κατασκευάσαμε κύκλους d_1 με κέντρο E και ακτίνα ρ και d_2 με κέντρο E' και ακτίνα $10 - \rho$
- ορίσαμε τα σημεία τομής των δύο κύκλων M και M'



- επιλέγουμε ίχνος ενεργό για τα σημεία M' και M

- μεταβάλλουμε το ρ μετακινώντας το σημείο που ορίστηκε ως δρομέας ώστε να μεταβληθούν οι ακτίνες και κατ' επέκταση οι κύκλοι
- τα ίχνη των σημείων M' και M κατασκευάζουν την έλλειψη

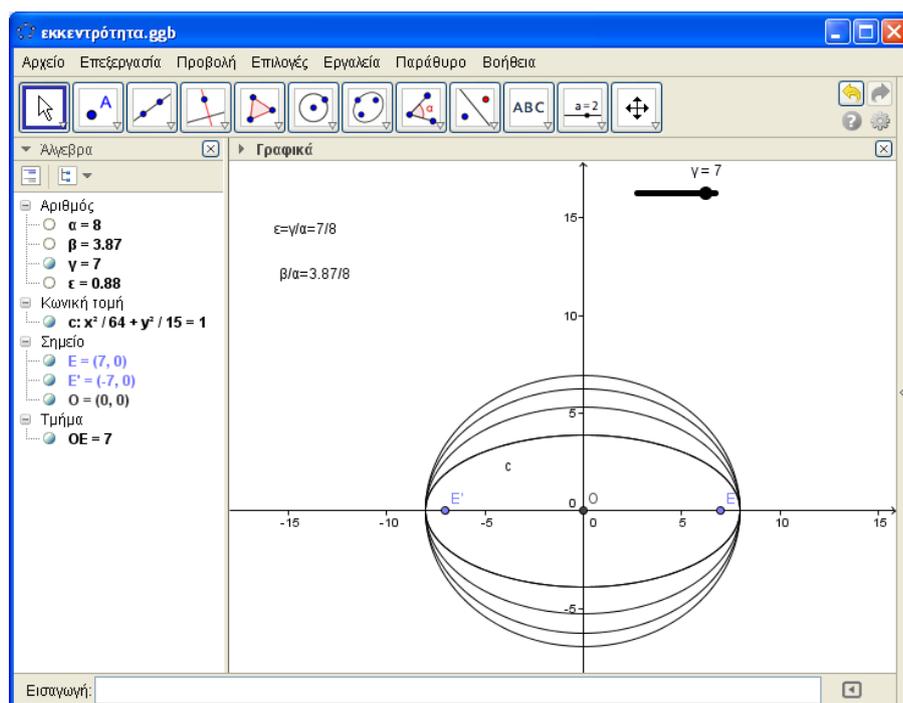
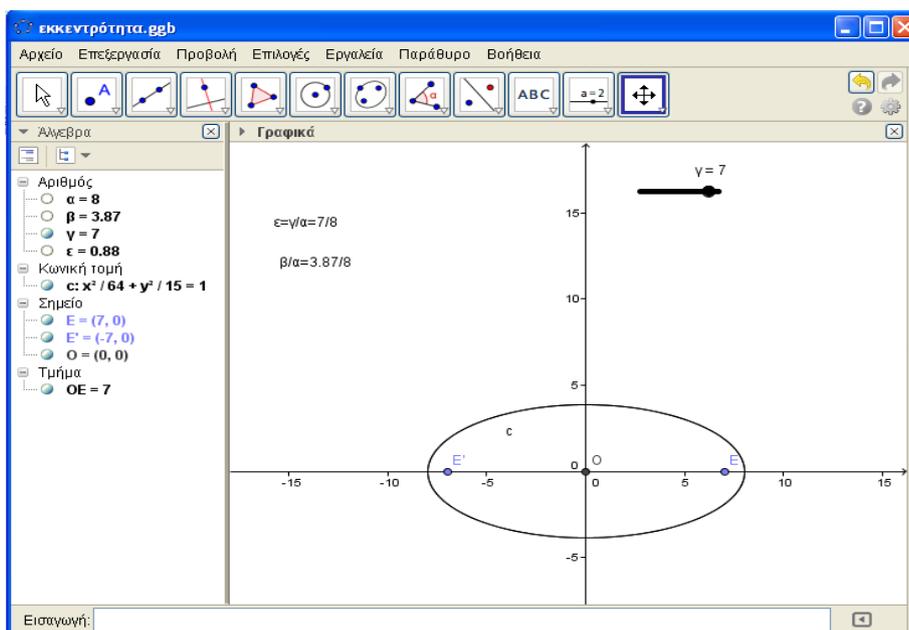


7.1.2 Εκκεντρότητα

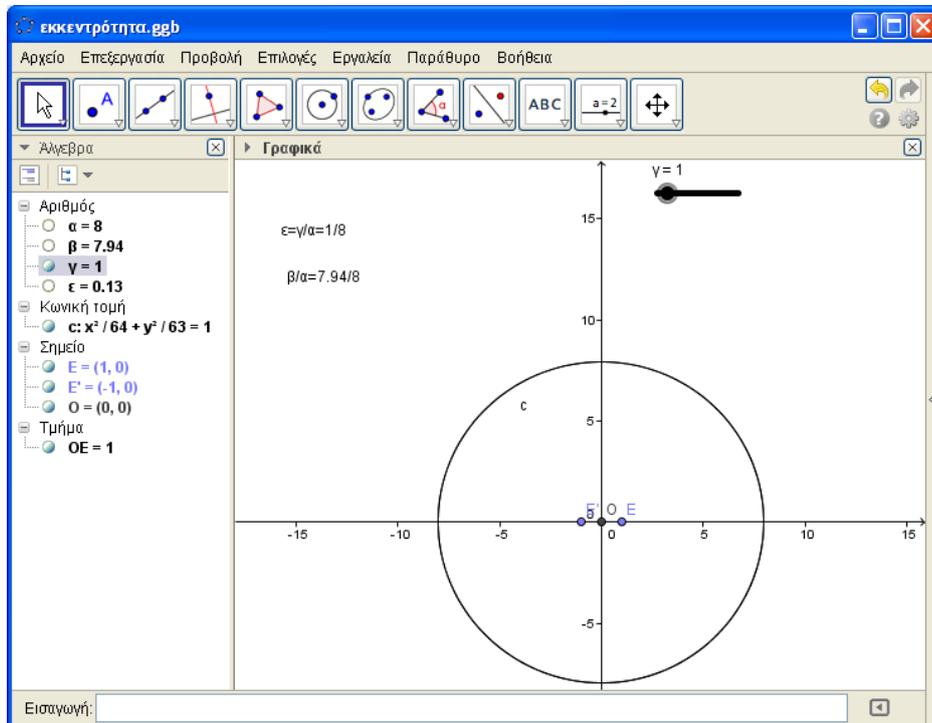
Ορίσαμε την εκκεντρότητα ε της έλλειψης $\frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} = 1$ το λόγο $\varepsilon = \frac{\gamma}{\alpha} < 1$.

Επειδή $\gamma = \sqrt{a^2 - \beta^2}$, είναι $\frac{\beta}{\alpha} = \sqrt{1 - \varepsilon^2}$. Επομένως, όσο μεγαλώνει η εκκεντρότητα τόσο μικραίνει ο λόγος $\frac{\beta}{\alpha}$ και κατά συνέπεια τόσο πιο επιμήκης γίνεται η έλλειψη.

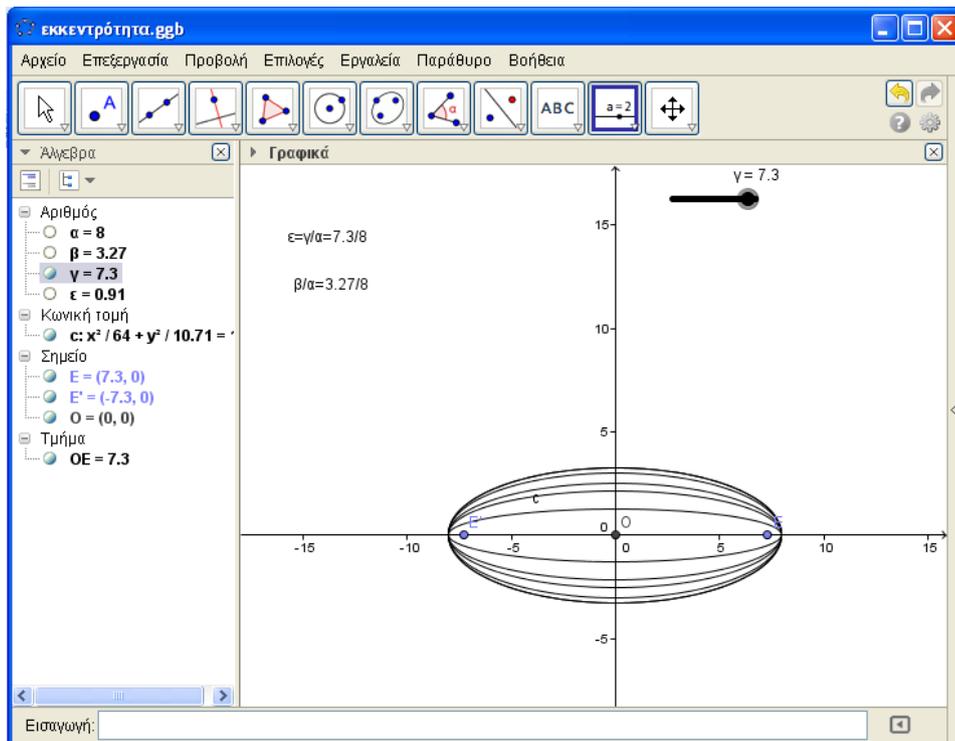
Για τη μελέτη της μεταβολής της έλλειψης σε συνάρτηση με τη μεταβολή της εκκεντρότητας με τη βοήθεια του περιβάλλοντος geogebra ορίσαμε δρομέα ο οποίος μεταβάλλει την τιμή του γ και μετακινεί τις εστίες της έλλειψης E' και E .



- μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι όταν το ϵ τείνει στο μηδέν, ο λόγος $\frac{\beta}{\alpha}$ τείνει στο 1 και επομένως η έλλειψη τείνει να γίνει κύκλος με τα σημεία E' και E να τείνουν να συμπέσουν στο κέντρο του

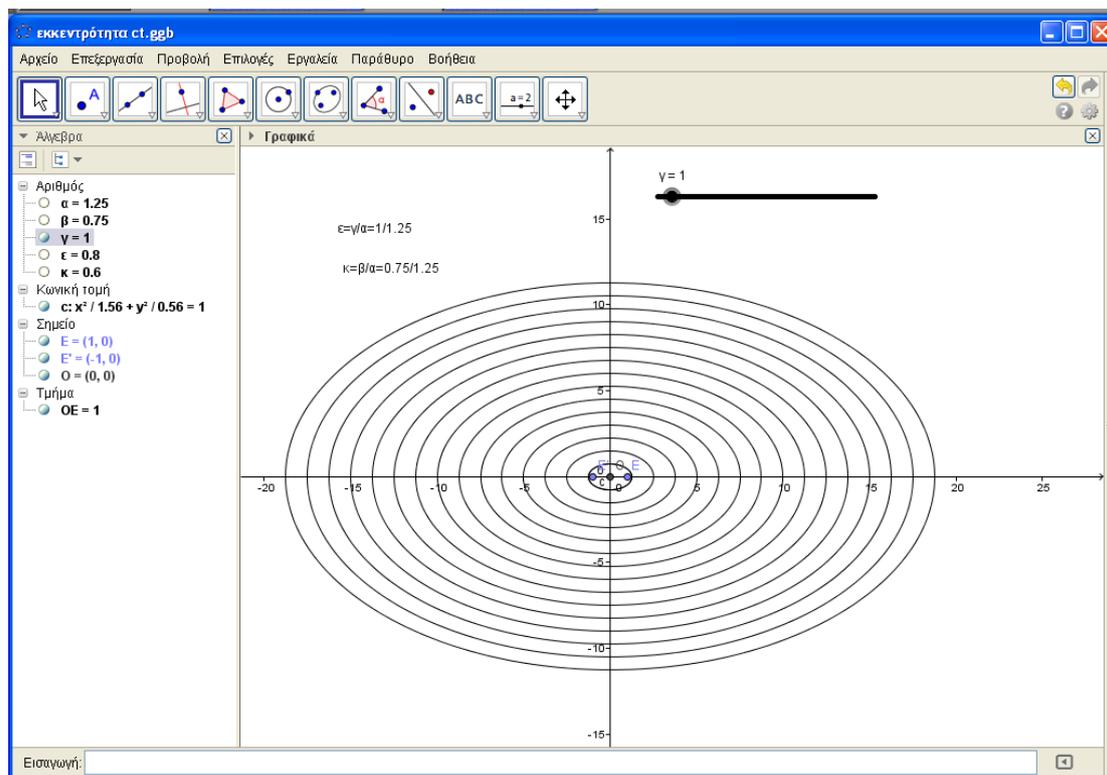


- όταν το ϵ τείνει στη μονάδα, ο λόγος $\frac{\beta}{\alpha}$ τείνει στο μηδέν και επομένως η έλλειψη τείνει να εκφυλιστεί σε ευθύγραμμο τμήμα με τα σημεία E' και E να τείνουν να συμπέσουν με τα άκρα του μεγάλου άξονα $A'(-\alpha,0)$ και $A(\alpha,0)$



7.1.3 Όμοιες ελλείψεις

Για την μελέτη των όμοιων ελλείψεων με τη βοήθεια του geogebra, χρησιμοποιήσαμε τον δρομέα που ορίσαμε να μεταβάλλει την τιμή του γ και να μετακινεί τις εστίες της έλλειψης E' , E . Ορίσαμε επίσης το α να μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το γ έτσι ώστε η εκκεντρότητα ϵ με $\epsilon = \frac{\gamma}{\alpha}$ να διατηρείται σταθερή.



7.2 Το Geogebra ως μέσο παρουσίασης

Οι μαθητές φάνηκε να αγνοούν την ύπαρξη περιβαλλόντων μάθησης σαν αυτό του geogebra.

Εντυπωσιάστηκαν με τις δυνατότητές του και εξέφρασαν την επιθυμία για αυτενέργεια.

Φάνηκε να εμπεδώνουν τις έννοιες που έτσι κι αλλιώς είχαν ήδη διδαχθεί και ζήτησαν να επαναλάβουμε ξανά και ξανά την κατασκευή της έλλειψης με το σύρσιμο του δρομέα.

Πολύ περισσότερο εντυπωσίασε η μεταβολή της έλλειψης σε συνάρτηση με τη μεταβολή της εκκεντρότητας, κάτι που δεν μπορεί εύκολα να αποδοθεί με σχήματα στον πίνακα.

Επίσης οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να δουν σχηματικά την τεκμηρίωση κάποιων εφαρμογών του βιβλίου, όπου η απόδειξη δίνεται αλγεβρικά (αναφέρονται στην εφαπτομένη της έλλειψης).

Η τελική αίσθηση ήταν ότι οι νέες τεχνολογίες μπορούν να αλλάξουν τη ρουτίνα της τάξης.

7.3 Το Geogebra ως μέσο πειραματισμού

Θεωρήσαμε ότι οι μαθητές διαθέτουν ήδη δεξιότητες χειρισμού του Η/Υ.

Το σενάριο αναπτυσσόταν πειραματικά και αφού ήδη οι μαθητές είχαν διδαχθεί την αντίστοιχη ύλη στην τάξη με παραδοσιακό τρόπο.

Λόγω της πίεσης του χρόνου, προσπαθήσαμε να φέρουμε τους μαθητές σε επαφή με το περιβάλλον του λογισμικού, έτσι ώστε να εξοικειωθούν άμεσα με τη χρήση βασικών λειτουργιών και τον χειρισμό των εργαλείων αλληλεπιδρώντας με το λογισμικό.

Οι οδηγίες δίνονταν προφορικά, αν και θα έπρεπε οι μαθητές να καθοδηγούνται με φύλλο εργασίας.

Ωστόσο, ανταποκρίθηκαν συνεργαζόμενοι ανά δύο σε κάθε Η/Υ ή και με τα διπλανά ζεύγη μαθητών και με παράλληλη υποστήριξη που παρείχαμε οι δύο εκπαιδευτικοί.

Ο δυναμικός χειρισμός γοήτευσε τους μαθητές.

Παρατηρώντας τις μεταβολές των σχημάτων τους δόθηκε η ευκαιρία να εικάζουν, να ελέγχουν τα συμπεράσματά τους και να τα ανασκευάζουν.

Όσοι ανταποκρίνονταν με μεγαλύτερη ταχύτητα είχαν την ευκαιρία να αποστασιοποιηθούν περιστασιακά και να εμπλακούν σε διαδικασίες αυτενέργειας.

Δηλαδή με τη χρήση των ΤΠΕ προσανατολίστηκαν σε επαγωγικούς και παραγωγικούς συλλογισμούς και πειραματίστηκαν με τη μέθοδο «αμφισβητώ, διερευνώ, ανακαλύπτω και μαθαίνω» ή απλά «μαθαίνω πώς να μαθαίνω».

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Δημητρακοπούλου Α. (1999). Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας στη διδακτική των φυσικών επιστημών: Τι προσφέρουν και πως τις αξιοποιούμε; <http://www.e-yliko.gr/PortalLibrary/dimitrakopoulou.pdf>
- Δημητρακοπούλου, Α. (2002). Διαστάσεις Διδακτικής Διαχείρισης των Εκπαιδευτικών Εφαρμογών των Τ.Π.Ε.: Προς μια Ολοκληρωμένη Αξιοποίησή τους στην Εκπαίδευση. Επιμέλεια: Κυνηγός, Χ. & Δημαράκη. Β., Εκδ. Καστανιώτη
- [Χρόνης Κυνηγός](#), [Ευαγγελία Β. Δημαράκη](#) (2002). Νοητικά Εργαλεία και Πληροφοριακά Μέσα. Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Σύγχρονης Τεχνολογίας για τη Μετεξέλιξη της Εκπαιδευτικής Πρακτικής. [Εκδ. Καστανιώτη](#)
- ΕΤΠΕ (2002). Οι θέσεις της ΕΤΠΕ για το Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Κείμενο εργασίας μετά από πρόσκληση της Επιτροπής Στρατηγικής για την Πληροφορική στην Εκπαίδευση (ΕΣΠΕ) του ΥΠΕΠΘ, 2001.
http://www2.noc.uth.gr/edu-sw/Paroysiaseis/Memonwmenes/19-Elliniki_Epistimoniki_Enwsi_Texnologiw_n_Plirophorias_kai_Epikoinwniwn_stin_Ekpaideysi/ProtasiETPE-EkpaideytikoLogismiko_2002.pdf
- ΙΤΥ (1999). Template Περιγραφής Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων.
<http://users.sch.gr/nikbalki/>
- ΙΤΥ (2001). Αξιολόγηση λογισμικού και μαθησιακής διαδικασίας
- ΙΤΥ (2003). Περί εκπαιδευτικού Λογισμικού.
http://blogs.sch.gr/evstamou/files/2008/06/peri_ekpaideytikou_logismikou.pdf
- Κυνηγός Χ., Κουτλής Μ., (2002). Εκπαιδευτικό Λογισμικό υπό συνθήκες.
<http://mathslab.pblogs.gr/>
- Vygotsky (1988). Σκέψη και Γλώσσα. Μτφρ. Α. Ρόδη. Αθήνα, εκδ. Γνώση.
- Μαρία Κορδάκη (2001). Θέματα διδακτικής της Γεωμετρίας στο περιβάλλον του εκπαιδευτικού λογισμικού Cabri – geometry II. Εκδ. Καστανιώτη
- Εγχειρίδιο Αναφοράς για το The Geometer’s Sketchpad.
http://users.sch.gr/stefanski/syneduction/Sketchpad_EgxeiridioAnaforas.pdf
- Ντίνος Ράπτης, 3+1 Ψηφιακά εργαλεία που δεν πρέπει να λείπουν από την τάξη των μαθηματικών. <http://mathedutech.wordpress.com/tag/geogebra/>
- Ροδακόπουλος Αθανάσιος, Λίλη Παρασκευή (2009). Οπτική Αναπαράσταση της Γνώσης στη Διδακτική Πράξη. Σύρος, 8,9,10 Μαΐου **2009**. 5ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΠΕ
- Γιάννης Πλατάρος, Αθηνά Παπαδοπούλου. Ο κρυφός πειραματικός χαρακτήρας της Γεωμετρίας και η διδακτική του αξιοποίηση μέσω των δυναμικών γεωμετρικών λογισμικών. http://www.epyna.eu/agialama/synedrio_syros_5/ma8hmatikoi.htm
- ΙΤΥ (2008). Τομέας Επιμόρφωσης & Κατάρτισης, Επιμορφωτικό Υλικό για την

επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης: Κλάδος ΠΕ03, Πάτρα. http://axis.teikav.edu.gr/pake/Yliko_Eidikou_Merous/Yliko_KSE_PE03.pdf

- Κυνηγός, Χ., (2006). Το μάθημα της διερεύνησης Παιδαγωγική αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών για τη διδακτική των μαθηματικών. Ελληνικά γράμματα, Αθήνα.
- Μαυρογιάννης Ν. (2006). «Μαθηματικά με το GeoGebra I, II και III», Αθήνα, Ευαγγελική Σχολή Σμύρνης. <http://www.nsmavrogiannis.gr/geogebra/geobebra.htm>