

Η έννοια της διατήρησης της επιφάνειας μέσα από ένα περιβάλλον υπολογιστή

Μαρία Κορδάκη, υποψήφια διδάκτωρ Π.Τ.Δ.Ε. Παν/μιου Πατρών, καθηγήτρια

Πειραματικού σχολείου Πατρών

Δέσποινα Πόταρη, επίκουρη καθηγήτρια Π.Τ.Δ.Ε. Παν/μιου Πατρών, 261 10 Πάτρα,

email: potari@uopvax.upatras.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή γίνεται η παρουσίαση ενός λογισμικού που κατασκευάστηκε προκειμένου να αποτελέσει ένα πιθανό περιβάλλον μάθησης εννοιών που αφορούν τη διατήρηση της επιφάνειας κάτω από τη θεώρηση του ότι η γνώση αποτελεί μια υποκειμενική δραστηριότητα του ατόμου προκειμένου να προσαρμοσθεί στο περιβάλλον του(constructivism perspective). Το περιβάλλον αποτελεί τη σύνθεση 3 μοντέλων που αφορούν την έννοια της διατήρησης, τις πιθανές ενέργειες των παιδιών κατά την εμπλοκή τους σε προβλήματα αυτής της έννοιας, μέσα από ένα μαθησιακό μοντέλο συμβατό προς τη γνωσιοθεωρητική τοποθέτηση που προαναφέραμε. Η μοντελοποίηση στην κάθε περίπτωση στηρίχθηκε στα αποτελέσματα ερευνών, όπως αυτά κατανοήθηκαν από την πλευρά του σχεδιαστή του λογισμικού. Η υλοποίηση του λογισμικού έγινε με επιλογές του σχεδιαστή και ως εκ τούτου θα μπορούσε να γίνει και με άλλο τρόπο. Πιθανές χρήσεις του μικρόκοσμου αναφέρονται.

1. Εισαγωγή

Η μέτρηση αποτελεί μια σημαντική δραστηριότητα για όλους τους λαούς και συνδέεται με την σύγκριση, την ταξινόμηση και την ποσοτικοποίηση ποιοτήτων οι οποίες έχουν αξία και ενδιαφέρον. Ως εκ τούτου αποκτά μεγάλη κοινωνική ισχύ και είναι βαθειά ριζωμένη στην οικονομική και εμπορική ζωή ([2]). Ειδικότερα η μέτρηση της επιφάνειας αποτελεί μέρος του πολιτισμού, της επιστήμης, της τεχνολογίας, της καθημερινής ζωής του κάθε ατόμου ξεχωριστά αλλά και όλων των ανθρώπων γενικότερα ([9], [20]). Ως εκ τούτου η κατανόηση των εννοιών που συνθέτουν τη λειτουργία της μέτρησης αποκτά ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Σύμφωνα με τον Piaget et al ([18]) κατά τη διαδικασία μέτρησης της επιφάνειας "η επιφάνεια θεωρείται ισοδύναμη με το άθροισμα των ισοδυνάμων μερών της, επιπλέον δε, τα ισοδύναμα αυτά μέρη σε οποιαδήποτε διάταξη συνθέτουν την αρχική επιφάνεια

αμετάβλητη." Προαπαιτούμενες έννοιες για την κατανόηση της λειτουργίας της μέτρησης θεωρούνται, η έννοια της επιφάνειας ως ο χώρος που περιέχεται μέσα σε ένα επίπεδο σχήμα και η έννοια της διατήρησης ([18], [9], [15], [1]).

Ως έννοια της διατήρησης θεωρείται από τον Piaget et al ([18]), η δυνατότητα ποιοτικής μεταβολής της επιφάνειας(π.χ. αλλαγή του σχήματός της) χωρίς αυτό να συνεπάγεται και την ποσοτική μεταβολή της. Η κατανόηση της έννοιας της διατήρησης της επιφάνειας αντιμετωπίστηκε μέσα από τεμαχισμό και ανασύνθεση ([1], [9]), από την έκφραση του όλου ως άθροισμα των μερών του αλλά και της σύνθεσης των μερών για δημιουργία του όλου(part-whole aspect)([21]).

Η κατανόηση της έννοιας της διατήρησης στηρίζεται στην κατανόηση της έννοιας της εξισορρόπησης ή αντιστάθμισης δηλαδή στην κατανόηση της εξισορρόπησης της ενέργειας της αφαίρεσης ενός μέρους μιας επιφάνειας από μια θέση με την ενέργεια πρόσθεσης αυτού του μέρους σε μια άλλη θέση ([18],[4]). Προυπόθεση για την κατανόηση της έννοιας της εξισορρόπησης αποτελεί η κατανόηση της αντιστρεψιμότητας όπως επίσης και της μεταβατικής ιδιότητας([18]).

Τα παιδιά παρουσιάζουν δυσκολίες στο να κατανοήσουν ότι μια επιφάνεια παραμένει αμετάβλητη όταν ένα μέρος της κόβεται και μεταφέρεται σε ένα άλλο μέρος([6]), όταν μετριέται με διαφορετικές μονάδες μέτρησης, ή όταν μεταβάλλονται οι διαστάσεις της αντίστροφα (π.χ στο παραλληλόγραμμο) προκειμένου να προκύψει ισοδύναμη επιφάνεια ([4]). Ιδιαίτερη δυσκολία παρουσιάζει για τα παιδιά η αναζήτηση της διατήρησης σε επιφάνειες που δεν έχουν γνωστό γεωμετρικό σχήμα ή δεν αποτελούνται από ένωση γνωστών γεωμετρικών σχημάτων ([6]). Γενικότερα τα παιδιά εμφανίζουν δυσκολίες διότι προσπαθούν να δημιουργήσουν απαντήσεις χρησιμοποιώντας αριθμούς με ένα οποιοδήποτε τρόπο([8]).

Τα παιδιά στο Δημοτικό Σχολείο δεν έρχονται σε επαφή με προβλήματα διατήρησης της επιφάνειας. Εισέρχονται απ' ευθείας στα προβλήματα μέτρησης της επιφάνειας με μονάδες που τους προτείνονται μέσα από τις ασκήσεις και σε πολύ μικρό χρόνο διδάσκονται τη χρήση των τύπων υπολογισμού. Δηλαδή μεταφέρονται πολύ γρήγορα από την επιφάνεια στους αριθμούς. Η έμφαση στη χρήση των μέτρων των πλευρών γνωστών γεωμετρικών σχημάτων για την εξαγωγή αποτελεσμάτων που αφορούν στο εμβαδό οδηγούν σε μια εργαλειακή αντιμετώπιση της λειτουργίας της μέτρησης χωρίς να επιτρέπει στο μαθητή να έρθει σε επαφή με τις έννοιες που την συνθέτουν. Αποτέλεσμα αυτής της αριθμητικοποίησης οδηγεί ίσως στη γνωστή παρανόηση μεταξύ περιμέτρου και επιφάνειας που έχουν οι μαθητές ([11]). Γενικότερα η επικράτηση της αριθμητικοποίησης της γεωμετρίας στο σχολείο έχει αμφισβητηθεί ([19]).

Στην προσπάθεια μας να φτιάξουμε ένα περιβάλλον που να δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αντιμετωπίσουν διάφορες όψεις της επιφάνειας και της μέτρησης της αναπτύξαμε ένα εκπαιδευτικό λογισμικό, μέρος του οποίου θα παρουσιάσουμε στη συγκεκριμένη εργασία. Ο ρόλος του υπολογιστή ως μέσο που επιτρέπει στο μαθητή να επιχειρεί μαθηματικές αναζητήσεις ιδιαίτερα στο χώρο της Γεωμετρίας έχει επισημανθεί ([13]; [5]). Η φιλοσοφία ανάπτυξης αυτού του περιβάλλοντος καθώς και η ανάλυση και υποστήριξη των λειτουργιών του σχετικά με τη διατήρηση της επιφάνειας συζητιούνται στην εργασία.

2. Το θεωρητικό πλαίσιο του σχεδιασμού του λογισμικού

Το λογισμικό αυτό κατασκευάστηκε παίρνοντας υπ όψιν το τι τα παιδιά κάνουν όταν εμπλέκονται σε προβλήματα μέτρησης και διατήρησης όπως αυτό φαίνεται από τα συμπεράσματα προηγούμενων ερευνών . (Theory based) Εκφράζει τις αντιλήψεις του σχεδιαστή σχετικά με το τι είναι γνώση και πως κατασκευάζεται, όπως και αντιλήψεις του για τα Μαθηματικά τη διδασκαλία και τη μάθησή τους ([10]). Η Μαθηματική γνώση που χρησιμοποιήθηκε στην ανάπτυξη είναι ενσωματωμένη στο πρόγραμμα και επομένως ο μαθητής έμμεσα αλληλεπιδρά με αυτήν με αποτέλεσμα να του δίνονται περισσότερες ευκαιρίες για μάθηση([3]). Το περιβάλλον αποτελεί εξ ολοκλήρου ένα εργαλείο μέσα στο οποίο όταν ο μαθητής πειραματίζεται έχει την ευκαιρία να μάθει τις έννοιες που άμεσα αλλά και έμμεσα ενσωματώνονται σε αυτό.

Το περιβάλλον που αναπτύξαμε μπορεί να θεωρηθεί ως ένα μοντέλο. Η αλληλεπίδραση του μαθητή με αυτό του δίνει τη δυνατότητα να εκφράσει τις ιδέες του σχετικά με έννοιες της διατήρησης της επιφάνειας να αναστοχασθεί πάνω σε αυτές όπως επίσης και να συγκρουσθεί ή όχι με τη γνώση που ο σχεδιαστής έχει χρησιμοποιήσει για την υλοποίηση του προγράμματος και πιθανό να κατασκευάσει νέα γνώση ([3]).

Η κατασκευή του μοντέλου που υλοποιήθηκε στο πρόγραμμα αποτελεί τη σύνθεση τριών επί μέρους μοντέλων. Το πρώτο μοντέλο είναι το μοντέλο που υλοποιεί τις έννοιες που συνθέτουν την έννοια της διατήρησης όπως προκύπτει από προηγούμενες έρευνες και όπως αυτές ερμηνεύονται από το σχεδιαστή του λογισμικού. Το δεύτερο μοντέλο αποτελεί την προσομοίωση των ενεργειών των μαθητών κατά την εμπλοκή τους σε προβλήματα διατήρησης και μέτρησης και το τρίτο μοντέλο εκφράζει τις

αντιλήψεις του σχεδιαστή για τη μάθηση των Μαθηματικών. Περιγράφουμε τα στοιχεία που συνθέτουν και χαρακτηρίζουν τα παραπάνω μοντέλα:

Μοντέλο 1 - Η έννοια της διατήρησης

- Διατήρηση της επιφάνειας ύστερα από μετατόπιση
- Διατήρηση της επιφάνειας ύστερα από στροφή
- Διατήρηση της επιφάνειας ύστερα από μετατόπιση και στροφή
- Διατήρηση της επιφάνειας ύστερα από στροφή και μετατόπιση
- Διατήρηση της επιφάνειας ύστερα από ανάκλαση
- Διατήρηση της επιφάνειας ύστερα από μετατόπιση μέρους ή μερών της
- Διατήρηση της επιφάνειας ύστερα από στροφή μέρους ή μερών της
- Διατήρηση της επιφάνειας ύστερα από μετατόπιση και στροφή μέρους ή μερών της
- Διατήρηση της επιφάνειας ύστερα από στροφή και μετατόπιση μέρους ή μερών της
- Διατήρηση της επιφάνειας ύστερα από ανάκλαση μέρους ή μερών της

Οι επιφάνειες που μπορούν να μελετηθούν ως προς την έννοια της διατήρησης είναι τα γνωστά γεωμετρικά σχήματα (τετράγωνο, οποιοδήποτε είδος τριγώνου, ορθογώνιο, παραλληλόγραμμο, και τυχαία κλειστά πολύγωνα). Δεν αντιμετωπίζεται η περίπτωση καμπυλόγραμμων σχημάτων.

Μοντέλο 2 - Η προσομοίωση των ενεργειών του μαθητή

- Η επιλογή και αντιγραφή επιφάνειας ή μέρους της
- Η επιλογή και κοπή μέρους επιφάνειας
- Η επιλογή και επικόλληση μέρους επιφάνειας
- Η επιλογή και στροφή επιφάνειας ή μέρους της
- Η κατασκευή της γωνίας στροφής
- Η διαγραφή μη επιθυμητών αποτελεσμάτων προηγούμενων χειρισμών

Μοντέλο 3- Η μάθηση ως μια υποκειμενική, ενεργητική και κατασκευαστική δραστηριότητα αλληλεπίδρασης του μαθητή

- Η δυνατότητα ανάπτυξης από το μαθητή των προσωπικών του στρατηγικών μέσα από την ελευθερία επιλογής του συνδυασμού των λειτουργιών του λογισμικού

- Η δυνατότητα σχεδιασμού από τον μαθητή των *δικών του σχημάτων* κατά τη διάρκεια πειραματισμού του στο περιβάλλον του λογισμικού
- Η *δυνατότητα πειραματισμού του μαθητή σε μετασχηματισμούς επιφάνειας* με υλοποίηση των προσωπικών του στρατηγικών

Το μαθησιακό αυτό μοντέλο που αναπτύξαμε θεωρούμε ότι είναι συμβατό με την αντίληψη ότι η γνώση αποτελεί μια υποκειμενική κατασκευή του ατόμου όταν αυτό ενεργητικά προσπαθεί να προσαρμοσθεί στο περιβάλλον του ([22]). Το περιβάλλον παρέχει τη δυνατότητα στο δάσκαλο να επιλέξει ο ίδιος δραστηριότητες στηριζόμενος στις ερμηνείες των ενεργειών του μαθητή. Με αυτό τον τρόπο η γνώση δεν μεταφέρεται από το δάσκαλο ή το εκπαιδευτικό λογισμικό αλλά είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ της "γνώσης" του δασκάλου, του λογισμικού και του μαθητή.

Το μοντέλο μας επειδή περιέχει ένα σύνολο από αντικείμενα (τα σχήματα), μια σειρά από λειτουργίες που μπορούν να εφαρμοσθούν πάνω σε αυτά και σχέσεις που ο σχεδιαστής θεωρεί ότι περιγράφουν τις έννοιες και τις δράσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια του πειραματισμού τους μπορεί να θεωρηθεί ως ένας μικρόκοσμος ([14]) για την πιθανή μάθηση εννοιών που αφορούν τη διατήρηση της επιφάνειας.

3. Χαρακτηριστικά του λογισμικού

Το λογισμικό αναπτύχθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic version 3.0, λειτουργεί κάτω από περιβάλλον Windows 3.1 ή νεότερο και απαιτεί μνήμη τουλάχιστον 4MBytes.

Οι λειτουργίες που ο μαθητής έχει στη διάθεση του για να πειραματιστεί ή να υλοποιήσει τις στρατηγικές του οργανώνονται ανάλογα με το περιεχόμενό τους σε τέσσερεις ομάδες. Στην πρώτη ομάδα όπως εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή υπάρχει μια σειρά λειτουργιών που επιτρέπει στο μαθητή να δημιουργήσει αρχεία διαχείρισης των εργασιών του κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής του με το πρόγραμμα(File menu). Πιο συγκεκριμένα ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να ανοίξει ένα νέο αρχείο (Επιλογή New) με το όνομά του και σε αυτό να αποθηκεύεται η δουλειά του βήμα προς βήμα με κάποιες πληροφορίες όσον αφορά στο είδος των ενεργειών τις οποίες πραγματοποίησε καθώς και τα αποτελέσματά τους. Αυτό το αρχείο έχει τη δυνατότητα να το ανοίξει ο μαθητής ή ο δάσκαλος . Η καταγραφή του

ιστορικού των ενεργειών του μαθητή έχει σημασία για τον ερευνητή όσον αφορά την εξαγωγή των συμπερασμάτων του. Σε κάθε φάση ο μαθητής μπορεί να αποθηκεύσει (Επιλογή Save As) την εικόνα της δουλειάς του(σχήματα) με όποιο όνομα επιλέξει καθώς και να την ανακαλέσει (Επιλογή Open) με το ίδιο όνομα. Δίνεται επίσης η δυνατότητα στο μαθητή να αποθηκεύει την τρέχουσα εργασία του (Επιλογή Save Current) ώστε αν θεωρεί ότι οι μετέπειτα χειρισμοί του δεν είναι οι επιθυμητοί να την ανακαλεί (Επιλογή Open Last) και να συνεχίζει με νέους. Στην ίδια ομάδα λειτουργιών υπάρχει η επιλογή του τέλους εργασίας (Επιλογή Exit) που τερματίζει το πρόγραμμα και συνοδεύεται από το κλείσιμο του αρχείου που καταγράφει το ιστορικό των ενεργειών του μαθητή.

Η ομάδα των λειτουργιών που ακολουθεί (Draw menu) δίνει στο μαθητή ή στο δάσκαλο τη δυνατότητα της σχεδίασης. Επιλέγοντας την επιλογή (Start Draw) και κάθε φορά που το ποντίκι είναι πατημένο σχεδιάζεται ένα σημείο το οποίο συνδέεται με το προηγούμενό του (έφ' όσον υπάρχει) με ένα ευθύγραμμο τμήμα. Με την επιλογή (End Draw) το σχήμα που σχεδιάστηκε προηγουμένως κλείνει και διακόπτεται το δικαίωμα σχεδίασης μέχρι νέας επιλογής. Για τη σχεδίαση σχημάτων με ειδική μορφή όπως ίσες πλευρές, ορθές γωνίες, παράλληλες πλευρές, γωνία 60 μοιρών διατίθενται δύο καμβάδες ο ένας τετραγωνικός (Dot Square Grid On) και ο άλλος με ισόπλευρα τρίγωνα (Dot Triangle Grid On). Οι καμβάδες μπορεί να αφαιρεθούν όταν ο μαθητής κρίνει ότι δεν χρειάζονται πλέον (Dot Square Grid Off ,Dot Triangle Grid Off) . Με την επιλογή (Clear) σβήνεται οτιδήποτε περιέχει η οθόνη του υπολογιστή.

Οι λειτουργίες που βρίσκονται στην Τρίτη ομάδα (Edit menu) είναι λειτουργίες ποιοτικής διαχείρισης της επιφάνειας. Ο μαθητής μέσω της επιλογής (Select) έχει τη δυνατότητα επιλογής μέρους μιας επιφάνειας η οποία σχεδιάζεται από το μαθητή με τη χρήση του ποντικιού με τον τρόπο σχεδίασης που προαναφέρθηκε χωρίς προηγούμενη ενεργοποίηση της επιλογής Start Draw. Το μέρος της επιφάνειας που ο μαθητής έχει επιλέξει, μπορεί να κόψει (Επιλογή Cut), να επικολλήσει (Επιλογή Paste), και να στρέψει (Επιλογή Rotate) αφού κατασκευάσει μια γωνία (Επιλογή Angle selection) η οποία θα αποτελέσει τη γωνία στροφής. Η κατασκευή της γωνίας στροφής γίνεται από δύο ευθύγραμμα τεμνόμενα τμήματα που σχεδιάζονται με τον τρόπο σχεδίασης που υποστηρίζει αυτό το πρόγραμμα και το σημείο της τομής τους αποτελεί το σημείο της στροφής. Όταν ο μαθητής κόβει μέρος σχήματος αυτό διατηρείται στη θέση του με διακεκομμένες γραμμές ώστε να δίνει τη δυνατότητα διαισθητικής αντίληψης της προηγούμενης κατάστασης στο μαθητή. Ο μαθητής επίσης μπορεί να σβύσει (Επιλογή Erase) κάτι με το οποίο δεν συμφωνεί, όπως και να

δημιουργήσει αντίγραφο του αρχικού του σχήματος (Επιλογή Select All +Επιλογή Paste).

Η τελευταία ομάδα λειτουργιών αφορά τη βοήθεια που πιθανόν χρειάζεται ο μαθητής προκειμένου να κινηθεί μέσα στο περιβάλλον του λογισμικού.Επιλέγοντας την (Επιλογή Help) εμφανίζονται στην οθόνη 3 κατάλογοι λειτουργιών που είναι οι ίδιοι με τους καταλόγους των λειτουργιών που περιγράψαμε παραπάνω. Επιλέγοντας κάθε μία από αυτές εμφανίζονται στην οθόνη του Υπολογιστή πληροφορίες για αυτήν.

Όλες οι λειτουργίες του προγράμματος μπορούν να κληθούν με τη σειρά που επιθυμεί ο μαθητής.

4. Ανάλυση και υποστήριξη των λειτουργιών του λογισμικού

Οι έρευνες που αναφέρονται στη διερεύνηση των διαδικασιών που οι μαθητές χρησιμοποιούν στη μέτρηση της επιφάνειας περιορίζονται κυρίως σε δραστηριότητες στο συμβατικό περιβάλλον δηλ.με χαρτί και μολύβι. Ο ρόλος των δραστηριοτήτων και γενικότερα του πλαισίου (context) στο οποίο οι μαθητές λειτουργούν, είναι καθοριστικός στις προσεγγίσεις τους ([17], [16])- Θεωρούμε λοιπόν ότι η διερεύνηση των διαδικασιών που οι μαθητές χρησιμοποιούν σε ένα περιβάλλον μη συμβατικό θα εμφανίσει καινούργια στοιχεία σχετικά με τη σκέψη των μαθητών για την επιφάνεια και τη μέτρηση της. Η όλη μας θέση μέσα από αυτή την αντιπαράθεση είναι ότι το λογισμικό αυτό αποτελεί ένα διαφορετικό εργαλείο που η χρήση με τους μαθητές θα εμφανίσει τις ιδιαιτερότητες και δυνατότητες του. Η απόφαση μας να αναπτύξουμε ένα διαφορετικό λογισμικό από τα υπάρχοντα σχεδιαστικά πακέτα στηρίχθηκε στο ότι οι λειτουργίες που διαθέτουν δεν είναι συμβατές με τις πιθανές ενέργειες του μαθητή και με την έννοια της διατήρησης. Συγκεκριμένα στα σχεδιαστικά πακέτα λειτουργίες όπως η επιλογή, η κοπή και η μεταφορά μέρους σχήματος μετατρέπουν το αρχικό σχήμα και τα μέρη του σε ανοικτές πολυγωνικές γραμμές όπως επίσης και η λειτουργία της τυχαίας στροφής δεν είναι διαθέσιμη. Θα αναφέρουμε παρακάτω στοιχεία που χαρακτηρίζουν το συγκεκριμένο λογισμικό σε αντιπαράθεση με τα συμβατικά μέσα αντιμετώπισης της διατήρησης της επιφάνειας.

Η δυνατότητα δημιουργίας αντίγραφου του σχήματος που πρόκειται να μετασχηματισθεί δημιουργεί μια *σύνδεση από την προηγούμενη κατάσταση στην επόμενη* κάτι που ευνοεί την έννοια της διατήρησης ενώ στο παραδοσιακό περιβάλλον με χαρτί και μολύβι το αρχικό σχήμα καταστρέφεται ύστερα από μετασχηματισμό του

διότι είναι δυσκολότερο να κατασκευασθεί αντίγραφό του. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η κοπή (εμφάνιση διακεκομένων γραμμών στο τμήμα που κόβεται) αποτελεί επίσης μια σύνδεση της προηγούμενης κατάστασης με την επόμενη. Η κοπή στο χαρτί αποτελεί μια οριστική μεταβολή που δεν επιτρέπει στο μαθητή να γυρίσει πίσω. Επιπλέον στο χαρτί τα μικρά κομμάτια επιφάνειας μπορεί να χάνονται ενώ στον υπολογιστή παραμένουν στην οθόνη.

Η επικόλληση όπως γίνεται στο περιβάλλον που κατασκευάσαμε είναι ουσιαστικά μια παράλληλη μετατόπιση στο σημείο που διαλέγει ο μαθητής. Αυτό γίνεται γρήγορα και με το πάτημα ενός πλήκτρου ενώ η επικόλληση ενός χάρτινου μέρους απαιτεί και τη χρήση ενός κολλητικού μέσου κάτι που δημιουργεί δυσκολίες. Επιπλέον μέσα από τη διαδικασία επικόλλησης δίνεται η ευκαιρία στο μαθητή να πειραματιστεί και να μάθει νέες έννοιες.

Η λειτουργία της στροφής όπως πραγματοποιείται μέσα στο πρόγραμμα δίνει δυνατότητες πειραματισμού, επιστροφής σε προηγούμενη κατάσταση, και στροφής με κάποιο βήμα που ο μαθητής επιλέγει ώστε να τον βοηθήσει να επικεντρωθεί στην έννοια της επιφάνειας και να την αποσυνδέσει από τη συγκεκριμένη θέση που καταλαμβάνει. Επιπλέον η επιλογή της γωνίας στροφής μέσα από τον τρόπο κατασκευής της δίνει κάποια ποιοτική σημασία σε αυτήν. Στο παραδοσιακό περιβάλλον η στροφή μπορεί να μην αποτελεί συνειδητή ενέργεια του μαθητή μιας και η επιλογή γωνίας γίνεται με εντελώς διαισθητικό τρόπο. Παράλληλα ο μαθητής πειραματιζόμενος με τη στροφή μπορεί πιθανά να μαθαίνει έννοιες που συσχετίζονται το σημείο και τη γωνία στροφής αριστερόστροφης ή δεξιόστροφης, με το αποτέλεσμα της στροφής σε κάθε περίπτωση.

Στο ηλεκτρονικό περιβάλλον οι λειτουργίες είναι διαχωρισμένες και η επιλογή τους αποτελεί μια πράξη πιο συνειδητή από ότι με χαρτί μολύβι και πιθανόν ψαλλίδι, όπου πολλές ενέργειες μπορούν να γίνουν χωρίς συντονισμό ή χωρίς την ανάγκη λήψης κάποιας απόφασης και οι επιμέρους έννοιες της διατήρησης εμφανίζονται συγκεχυμένες. Αυτό ενισχύει την θεωρήση ότι ο υπολογιστής μπορεί να αποτελέσει ένα ενδιάμεσο μέσο που να συνδέει το συγκεκριμένο κόσμο με τον αφηρημένο κόσμο των εννοιών ([7]). Επιπλέον στο συμβατικό περιβάλλον προηγούμενες ενέργειες χάνονται με την εμφάνιση των επομένων με αποτέλεσμα να εμποδίζεται ο αναστοχασμός στις επιμέρους μορφές διατήρησης μερών της επιφάνειας. Στο περιβάλλον του λογισμικού μπορεί να δοθεί έμφαση στην έννοια της διατήρησης του όλου ως σύνθεση των διατηρήσεων των μερών του.

Η μη εμφάνιση αριθμητικών στοιχείων στις πλευρές και τις γωνίες των σχημάτων καθώς και η μη διάθεση κανόνα με υποδιαίρεσεις συμβατικών μονάδων μέτρησης του μήκους, παράλληλα με τη μη διάθεση κάποιου μοιρογνομόνιου *στρέφει το μαθητή σε μετασχηματισμούς της επιφάνειας με ποιοτικούς χειρισμούς* και όχι με χρήση των τύπων υπολογισμού.

4. Πιθανές χρήσεις του λογισμικού

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει το λογισμικό δεν έχει ενσωματωμένες δραστηριότητες για το μαθητή. Ο καθορισμός των δραστηριοτήτων γίνεται από το δάσκαλο ενώ ο υπολογιστής δρά ως περιβάλλον υποστήριξης τους. Παρακάτω μέσα από κάποια παραδείγματα προσπαθούμε να δείξουμε τις δυνατότητες ενσωμάτωσης του προγράμματος σε εκπαιδευτικές διαδικασίες:

- Κατασκευή ενός σχήματος καθιερωμένης γεωμετρικής μορφής ή ένα τυχαίο πολύγωνο, της επιλογής του μαθητή ή του δασκάλου και μετασχηματισμός του σε ισοδύναμο ως προς την επιφάνεια σχήμα με μετασχηματισμούς των μερών του
- Κατασκευή δύο ή και περισσότερων σχημάτων οποιαδήποτε μορφής όπως προαναφέραμε και σύγκρισή τους σε σχέση με την επιφάνεια με πραγματοποίηση μετασχηματισμών των μερών τους.
- Κατασκευή ενός σχήματος καθιερωμένης γεωμετρικής μορφής ή ένα τυχαίο πολύγωνο της επιλογής του μαθητή ή του δασκάλου και σύγκρισή του με ισοδύναμο ως προς την επιφάνεια σχήμα που προέκυψε από μετασχηματισμό του αρχικού σχήματος ύστερα από μετατόπιση ή στροφή του. Οι παραπάνω δραστηριότητες κάθε φορά μπορεί να εντασσονται σε διαφορετικό πλαίσιο έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύξουν διαφορετικές στρατηγικές σκέψης([22] ,[12]). Επιπλέον το περιβάλλον μπορεί να υποστηρίξει την ενασχόληση των μαθητών με άλλες έννοιες όπως ή έννοια της γωνίας, του μήκους ή του σχήματος.

Παρόλο που ο στόχος που αναπτύξαμε το εργαλείο είναι να διερευνήσουμε τη σκέψη των παιδιών σε θέματα μέτρησης της επιφάνειας το συγκεκριμένο περιβάλλον όπως φαίνεται από τα παραπάνω μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως διδακτικό εργαλείο στην τάξη.

5. Συμπεράσματα

Δεν θα υιοθετήσουμε τη θέση ότι ένα ηλεκτρονικό περιβάλλον μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές στη μάθηση εξαλείφοντας τις δυσκολίες που παρατηρήθηκαν σε περιβάλλοντα που χρησιμοποιούνταν πριν την εμφάνιση και χρήση των Υπολογιστών στην Εκπαίδευση. Όπως κάθε εργαλείο που φτιάχνεται από τον πολιτισμό και επομένως ενσωματώνει κάποια γνώση μπορεί να επιλύσει προβλήματα ή να δημιουργήσει άλλα. Η καταγραφή αυτών των προβλημάτων θα γίνει ύστερα από πειραματική δοκιμασία με τους μαθητές που θα αποτελέσει και το επόμενο βήμα της δουλειάς μας και πιθανόν θα οδηγήσει σε κάποια τροποποίηση του εργαλείου.

Αυτό που φαίνεται μέσα από την ανάλυση των λειτουργιών του προγράμματος είναι ότι η σύνδεση της προηγούμενης κατάστασης με την επόμενη μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές που δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις έννοιες της διατήρησης της επιφάνειας. Η μη εμφάνιση αριθμών και η μη διάθεση οργάνων μέτρησης του μήκους ή της γωνίας παράλληλα με τη διάθεση των λειτουργιών ποιοτικής διαχείρισης της επιφάνειας, φαίνεται να μπορούν να επικεντρώσουν πιο πολύ την προσοχή του μαθητή στις έννοιες της διατήρησης. Αναμένεται επίσης η εμφάνιση νέας γνώσης μέσα από την αλληλεπίδραση του μαθητή με το νέο εργαλείο ειδικότερα δε μέσα από την αλληλεπίδρασή του με τα στοιχεία της Μαθηματικής γνώσης που το εργαλείο ενσωματώνει.

6. Αναφορές

- [1].Beattys B. C & Maher A.C.(1985).Approaches to learn area measurement and its relation to spatial skill.In S.Damarin, M. Shetton (eds).*PME N.A7th* pages 2-7.Colombus Ohio USA.
- [2].Bishop J. Alan. (1988).*Mathematical Enculturation*.Kluwer Academic Publishers.Dordrecht,Netherlands.
- [3].Bliss J.(1994).From Mental Models to Modelling.In *Learning with Artificial Words::Computer Based Modelling in the Curriculum*.The Falmer Press,4 John Street,London WCIN 2ET.
- [4].Carpenter P.& Lewis R.(1976).The development of the concept of a standard unit of measure in young children.*Journal for reasearch in Mathematics Education*,vol.7, Jan.1976,pages 53-58.

- [5].Dorfler, W (1993). Computer use and views of the mind. In C. Keitel& K. Ruthven (Eds.) *Learning from computers: Mathematics Education and Technology*, Berlin Heidelberg:Springer-Verlag.
- [6].Douady R, & Perrin M-J (1986).Concerning conceptions of area(pupils aged 9 to 11).In University of London Institute of Education (Eds).*PME 10*.London,pages 253-258
- [7].Fey, J. T. (1989)...... *Educational Studies in Mathematics*, 20, 237-
- [8].Hiebert J.(1981).Units of measure:Results and implications from National Assesment. *Arithmetic Teacher*,vol.28,number 6:38-43.
- [9].Hirstein J., Lamb E.C,&Osborn A.(1978). Student Misconceptions about area measure. *Arithmetic Teacher*, vol.25, number 6,. March 1978.
- [10].Kaput J.J.(1992).Technology and Mathematics Education. In D. A. Grouws(eds). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*,NCTM 1992.
- [11].Kouba L. V., Brown A. C., Carpenter P. T., Lindquist M.M., Silver A.E.,and Swafford O.J.(1988).Results of the Fourth NAEP Assesment of Mathematics:Measurement,Geometry, Data Interpretation, Attitudes, and other topics.*Arithmetic Teacher*,35 (9):10-16
- [12].Kordaki, M. & Potari, D. (in preparation) Children's approaches on area measurement through different contexts.
- [13].Laborde, C. (1993). The computer as part of the learning environment: the case of geometry. In C. Keitel& K. Ruthven (Eds.) *Learning from computers: Mathematics Education and Technology*, Berlin Heidelberg:Springer-Verlag.
- [14].Laborde J-M.(1990).Cabri-Geometre:A microworld of geometry for guided discovery learning.*ZDM*.90/5.pp.171-177
- [15].Maher A. C.& Beattys B. C.(1986).Examining the Construction of area and its Measurement by Ten to Fourteen Year old Children.In East Lansing,G. Lappan, R. Even(Eds). *PME 8th*. N.A.pp.163-168.
- [16].Noss, R. & Hoyles, C (1996). The visibility of meanings: modelling the mathematics of banking. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 1, 3-31.
- [17].Nunes T., Light P., Mason J., (1993).Tools for thought:the measurement of lenght and area.*Learning and instuction*.Vol.3,pp.39-54.
- [18].Piaget J. , Inhelder B., Sheminska A.(1981), *The childs conception of geometry*.W.W. Norton & Company. N. Y.
- [19].Patronis & Thomaidis (to appear) On Arithmetization of School Geometry in the Setting of Modern Axiomatics.
- [20].Sanders J.W.(1976).Why measure?.In D. Nelson, R. Reys (Eds).*Measurement in school Mathematics*.N.C.T.M. Year Book, Reston,VA.

- [21].Steffe P. L.,Hirstein J.J. (1976).Childrens thinking in measurement situations. In D. Nelson, R. Reys (Eds).*Measurement in school Mathematics*.N.C.T.M. Year Book, Reston,VA.
- [22].Straesser, R., Barr, G., Evans, J., and Wolf, A. (1989). Skills versus understanding, *ZDM*, 21,6, 197-202.
- [23].von Glasersfeld (1990).An Exposition of Constructivism:Why Some Like It Radical. In R. B. Davis, C. a. Maher, and N. Noddings (eds).*Constuctivist views on the teaching and Learning of Mathematics*,Journal for research in Mathematics Education.Monograph number 4.N.C.T.M.,Reston VA.