

Ένα Περιβάλλον Πολλαπλών Αναπαραστάσεων για την Εισαγωγή των Μαθητών στην Έννοια του Αλγορίθμου και σε Βασικές Αλγοριθμικές Δομές

Γρηγόρης Τσώνης, Γιάννης Παλιανόπουλος, Αρης Κατής & Μαρία Κορδάκη
Τμήμα Μηχ/κών Ηλ/κών Υπολογιστών και Πληροφορικής Παν/μίου Πατρών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ένα περιβάλλον πολλαπλών αναπαραστάσεων για την εισαγωγή μαθητών Γυμνασίου στην έννοια του αλγορίθμου και τη μάθηση βασικών αλγοριθμικών δομών. Το περιβάλλον σχεδιάστηκε σύμφωνα με κοινωνικές και εποικοδομιστικές θεωρήσεις για τη γνώση και τη μάθηση. Στο περιβάλλον αυτό δίνεται η ευκαιρία στο μαθητή να εκφράσει την πρότερή του γνώση για την έννοια του αλγορίθμου και να προσεγγίσει τις παραπάνω έννοιες μέσα από δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Επιπλέον, ο μαθητής μπορεί να εκφράσει τη γνώση του σε πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα όπως η φυσική γλώσσα, το διάγραμμα ροής και ο ψευδοκώδικας. Για την κατανόηση των δομών της ανάθεσης του ελέγχου και της επανάληψης χρησιμοποιούνται αλληλεπιδραστικά δυναμικά γραφικά. Μια πιλοτική δοκιμασία του λογισμικού με μαθητές παρουσιάζεται και στη συνέχεια συζητούνται γενικά συμπεράσματα και προτάσεις για παραπέρα βελτίωση.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Γυμνάσιο, Διδακτική της Πληροφορικής, Αλγοριθμικές δομές, εκπαιδευτικό λογισμικό, πολλαπλές αναπαραστάσεις, η έννοια του αλγορίθμου

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κεντρικό ρόλο στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων με τη βοήθεια των υπολογιστών κατέχει η κατασκευή των κατάλληλων αλγορίθμων επίλυσης. Η αλγοριθμική επίλυση ενός προβλήματος στηρίζεται στην κατάλληλη χρήση βασικών αλγοριθμικών δομών που αφορούν κυρίως στην ανάθεση, στον έλεγχο, στην επανάληψη και στην αναδρομή. Ως εκ τούτου η κατανόησή τους αποτελεί ζήτημα ουσιαστικής σημασίας για τους μαθητές. Ο συνδυασμός των παραπάνω δομών για την ορθή, οικονομική και γρήγορη επίλυση προβλημάτων παρουσιάζει δυσκολίες. Οι αλγόριθμοι αποτελούν γενικές και αφαιρετικές διαδικασίες που προκύπτουν από σειρά άλλων αφαιρετικών διαδικασιών και ως εκ τούτου απαιτούν την ανάπτυξη γνωστικών δομών υψηλού επιπέδου (Papert, 1980; Clements, 1987; Kurland, Pea, Clement & Mawby, 1989).

Οι μαθητές συναντούν δυσκολίες στην κατανόηση της μεταβλητής στον προγραμματισμό όπως και των βασικών αλγοριθμικών δομών (Samurcay, 1989; Spohrer & Soloway &, 1989; Putnam, Sleeman, Baxter & Kusra; 1989; Τζιμογιάννης & Γεωργίου 1999; Τζιμογιάννης & Κόμης, 1999). Η κατανόηση ενός αλγορίθμου προϋποθέτει την ικανότητα του μαθητή να ερμηνεύσει τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος σε πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα. Τέτοια συστήματα είναι η φυσική γλώσσα, μια γραφική αναπαράσταση της διαδικασίας επίλυσης, ο ψευδοκώδικας και τέλος το πρόγραμμα υλοποίησης. Οι σύγχρονες εποικοδομιστικές προσεγγίσεις στη μάθηση δίνουν έμφαση στον ενεργητικό, υποκειμενικό και κατασκευαστικό χαρακτήρα της γνώσης των ατόμων προκειμένου να προσαρμωστούν στο περιβάλλον στο οποίο ζουν (von Glasersfeld, 1987). Η έμφαση δίνεται στην ενεργητική και πρακτική συμμετοχή των μαθητών (Piaget, 1970) σε δραστηριότητες που αφορούν σε εμπειρικές καταστάσεις της καθημερινής ζωής που έχουν νόημα

για αυτούς ώστε να τους δημιουργείται κίνητρο για μάθηση (Leont'ev, 1981, ο.π. οι Noss, & Hoyles, 1996). Οι μαθητές μπορούν να αναστοχαστούν στις ενέργειες που πραγματοποιούν προκειμένου να φέρουν σε πέρας αυτές τις δραστηριότητες και να δημιουργήσουν αφηρημένες έννοιες (von Glasersfeld, 1987). Επιπλέον, αναγνωρίζεται ο ρόλος των εργαλείων και ειδικότερα των περιβαλλόντων μάθησης σε υπολογιστή στη μάθηση των μαθητών και στην ανάπτυξη της κριτικής τους σκέψης (Papert, 1980; Jonassen, 1996; Noss & Hoyles, 1996). Ειδικότερα, αναγνωρίζεται η σημασία των περιβαλλόντων πολλαπλών αναπαραστάσεων στην έκφραση των ιδιαιτεροτήτων των μαθητών στη μάθησή τους προσφέροντάς τους δυνατότητες διαφορετικής αφετηρίας (Borba & Confrey 1996; Dyfour-Janvier, Bednarz, & Belanger, 1987). Τα περιβάλλοντα αυτά παίζουν σημαντικό ρόλο στην κατανόηση εννοιών με μεγάλο βαθμό αδιαφάνειας. Σημαντικός αριθμός τέτοιων εννοιών αφορούν στο αντικείμενο της Πληροφορικής. Οι μαθητές εκφράζοντας τη γνώση τους σε διαφορετικά αναπαραστασιακά συστήματα μπορούν να πραγματοποιήσουν συνδέσεις ανάμεσα στη συγκεκριμένη, τη διαισθητική και στη συμβολική γνώση (Kordaki & Potari, 2002; Noss, Healy, & Hoyles, 1997). Οι δυσκολίες των μαθητών στη μάθηση έχουν αποδοθεί στο ότι υπάρχει μεγάλο κενό στις αναπαραστάσεις του μαθητή και στα προτεινόμενα σε αυτόν αναπαραστασιακά συστήματα για την έκφραση της γνώσης του (Dyfour-Janvier, et al., 1987). Αποκτά λοιπόν σημαντική αξία η εξεύρεση κατάλληλων αναπαραστασιακών συστημάτων τα οποία να δίνουν την ευκαιρία στο μαθητή να εκφράσει τη διαισθητική του γνώση και να προχωρήσει χωρίς κενά σε συμβολικά συστήματα αναπαραστάσεων (Dyfour-Janvier, et al., 1987). Οι μαθητές προκειμένου να κατανοήσουν αλγόριθμους που αφορούν στην ταξινόμηση 'φυσαλίδας' είχαν ανάγκη να πραγματοποιούν ταξινομήσεις πειραματιζόμενοι με συγκεκριμένα αντικείμενα, στη συνέχεια να εκφράζουν τις ενέργειές τους σε φυσική γλώσσα και τέλος να προχωρούν στη συγγραφή ψευδοκώδικα (Βλαχογιάννης, Κεκάτος, Μιατιδής, Μισεδάκης, Κορδάκη & Χούστης, 2001). Στην προσπάθειά μας να βοηθήσουμε μαθητές Γυμνασίου στην εισαγωγή τους σε βασικές έννοιες που αφορούν στους αλγόριθμους και στις βασικές αλγοριθμικές δομές κατασκευάσαμε ένα περιβάλλον πολλαπλών αναπαραστάσεων σε υπολογιστή το οποίο παρουσιάζουμε στην παρούσα εργασία. Για τη σχεδιάσή του στηριχθήκαμε σε κοινωνικές και εποικοδομιστικές προσεγγίσεις για τη διαδικασία της μάθησης (von Glasersfeld, 1987; Crawford, 1996a; Crawford, 1996b). Αντίστοιχο περιβάλλον για μαθητές Γυμνασίου δεν έχει αναφερθεί από ερευνητές. Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται παρουσίαση της σχεδίασης και των λειτουργιών του λογισμικού όπως και παρουσίαση μιας πιλοτικής φάσης αξιολόγησής του με μαθητές ενώ στη συνέχεια παρουσιάζονται συμπεράσματα και προτάσεις για παραπέρα βελτίωση.

ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Το περιβάλλον μάθησης κατασκευάστηκε ώστε να δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να κατανοήσουν την έννοια του αλγόριθμου και των βασικών αλγοριθμικών δομών μέσα από οικείες προς αυτούς δραστηριότητες. Χρησιμοποιώντας μια απλή διαδικασία της καθημερινότητας ως παράδειγμα (το ψήσιμο ενός φλιτζανιού καφέ), ο μαθητής έχει την ευκαιρία να κατανοήσει την περιγραφή μιας διαδικασίας: α) με ένα περιορισμένο αριθμό διακριτών βημάτων β) σε μορφή διαγράμματος ροής γ) ως συνταγής προς τον υπολογιστή με χρήση φυσικής γλώσσας δ) σε ψευδοκώδικα με χρήση της εντολής ανάθεσης, και των δομών ελέγχου και επανάληψης (for-loop).

Ο μαθητής κατά την είσοδό του στο λογισμικό καλείται να δώσει ένα ψευδώνυμο (login name). Οι ενέργειες του μαθητή και οι χρόνοι ενασχόλησής του με το λογισμικό καταγράφονται αναλυτικά σε ένα αρχείο (log file) προκειμένου να αποτελέσουν πηγές για το δάσκαλο ή τον ερευνητή για παραπέρα μελέτη και έρευνα. Στην συνέχεια παρέχονται συνοπτικές οδηγίες χρήσης και πλοήγησης του λογισμικού. Μετά από αυτήν την προετοιμασία ο μαθητής εισάγεται στο αντικείμενο μάθησης μέσα από τα παρακάτω πεδία:

Το πεδίο καταγραφής της πρότερης γνώσης των μαθητών. Σε αυτό το σημείο ο μαθητής καλείται να συμπληρώσει ένα κενό πεδίο (textbox) περιγράφοντας «τι πιστεύει ότι είναι ένας αλγόριθμος». Μετά από αυτό η ερώτηση επαναλαμβάνεται, αλλά αυτήν την φορά ο μαθητής καλείται να επιλέξει

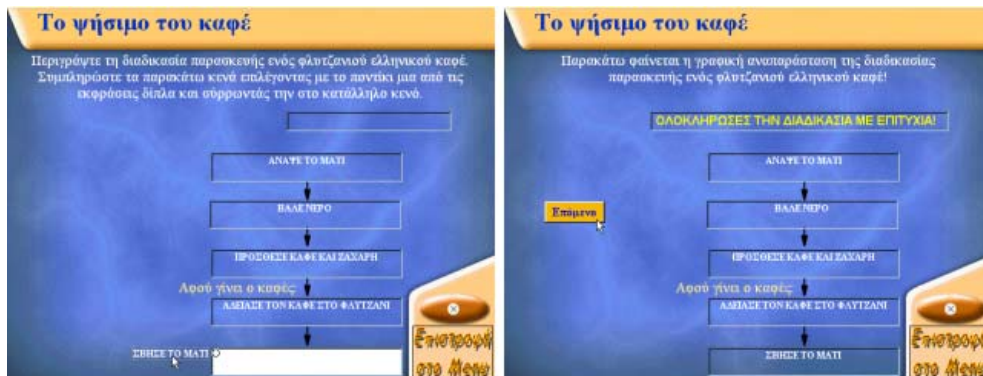
με το ποντίκι μια απάντηση μέσα από τέσσερις παραπλήσιες. Για την ορθότητα κάθε επιλογής δίνεται άμεση ανατροφοδότηση στο μαθητή. Η καταγραφή και μελέτη της πρότερης γνώσης των μαθητών είναι σημαντική για την κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων τους στη μάθηση γενικά αλλά και του προγραμματισμού ειδικότερα (Bonar & Soloway, 1989) όπως και για την εξεύρεση τρόπων για την τροποποίησή της.

Εισαγωγή στη δραστηριότητα παρασκευής 'ελληνικού καφέ'. Εδώ υπάρχει η εικόνα ενός φλιτζανιού καφέ και δεξιά της επιλογές-υπερσύνδεσμοι, καθένας από τους οποίους μεταφέρει το μαθητή στα αντίστοιχα πεδία του λογισμικού. Κάνοντας κάποιος 'κλικ' στην εικόνα του φλιτζανιού του καφέ μεταφέρεται αυτόματα στο πρώτο πεδίο.

Το πεδίο έκφρασης της ατομικής προσέγγισης του μαθητή στην περιγραφή μιας διαδικασίας με διακριτά βήματα. Εδώ ο μαθητής καλείται να περιγράψει τη διαδικασία παρασκευής ενός ελληνικού καφέ με ένα σύνολο διακριτών, βασικών και αναγκαίων βημάτων-προτάσεων. Κάθε πρόταση πρέπει να περιέχει μια μόνο ενέργεια. Προβλέπεται η δυνατότητα καταγραφής οκτώ το πολύ βημάτων. Η διαδικασία αυτή επιλέχθηκε προκειμένου να δώσει την ευκαιρία στους μαθητές να εκφράσουν τον προσωπικό τους αλγόριθμο για την παραπάνω δραστηριότητα.

Το πεδίο επιλογής των κατάλληλων εκφράσεων από ένα σύνολο εκφράσεων αναγνωρίσιμων από τον υπολογιστή. Στο πεδίο αυτό δίνονται στο μαθητή μια σειρά από δέκα εκφράσεις σε φυσική γλώσσα και σε πρώτο πληθυντικό πρόσωπο. Οι εκφράσεις αυτές αποτελούν διακριτά βήματα τα οποία δεν αφορούν στο σύνολό τους την παρασκευή ενός καφέ, είναι όμως αναγνωρίσιμα από το πρόγραμμα. Ο μαθητής καλείται να επιλέξει τις κατάλληλες ώστε να είναι δυνατή η κατασκευή ενός ελληνικού καφέ με πέντε βασικά βήματα. Το σύστημα μπορεί να δίνει ανατροφοδότηση για την ορθότητα της επιλογής των εκφράσεων όπως και την αλληλουχία με την οποία διατυπώθηκαν.

Το πεδίο έκφρασης των διακριτών βημάτων σε μορφή εντολών προς τον υπολογιστή. Στο πεδίο αυτό ο μαθητής καλείται να μετατρέψει την σειρά των διακριτών βημάτων που επέλεξε στο προηγούμενο στάδιο, σε μια αλληλουχία εντολών προς τον υπολογιστή.



Εικόνα 1: Περιγραφή της διαδικασίας παρασκευής καφέ με διακριτά βήματα

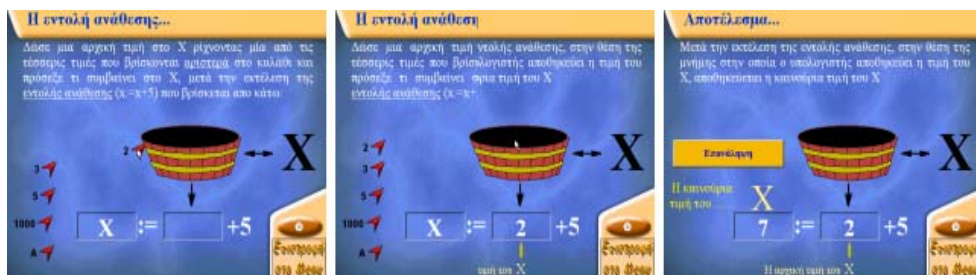
Τα βήματα αυτά εξακολουθούν να είναι εκφρασμένα σε φυσική γλώσσα αλλά αυτή τη φορά διατυπώνονται σε προστακτική α' ενικού, εκφράζοντας έτσι εντολές προς το σύστημα (Εικόνα 1). Οι εντολές τοποθετούνται (με διαδικασίες drag & drop) σε κουτιά τα οποία συνδέονται με βέλη προκειμένου να γίνει μια πρωταρχική αναπαράσταση ενός διαγράμματος ροής. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα ανατροφοδότησης της ορθότητας πραγματοποίησης της διαδικασίας.

Το πεδίο δημιουργίας μιας συνταγής σε φυσική γλώσσα που απευθύνεται προς τον υπολογιστή. Στο πεδίο αυτό ο μαθητής καλείται να μορφώσει μια συνταγή παρασκευής ενός φλιτζανιού καφέ με βάση το σύνολο των εντολών που προηγουμένως διατυπώθηκαν. Καλείται να δώσει έναν τίτλο στη συνταγή και στη συνέχεια να χωρίσει τη διαδικασία της επιλογής των κατάλληλων υλικών για

την παρασκευή καφέ από τη διαδικασία παρασκευής του. Στη συνέχεια καλείται να χωρίσει αυτή τη διαδικασία σε αρχή, κυρίως διαδικασία και τέλος. Στη συνέχεια δίνεται ο σκελετός της συνταγής με χρήση ειδικών εκφράσεων (σε ψευδο-Pascal) και ο μαθητής καλείται να συνδυάσει με αυτές τις εκφράσεις τα περιεχόμενα της συνταγής που προηγουμένως κατασκευάσει. Έτσι ο μαθητής βοηθιέται στο να κάνει «μετάφραση» μιας διαδικασίας από γλώσσα κατανοήσιμη από τον άνθρωπο, σε αλγόριθμο με τη μορφή ψευδοκώδικα, ως ενδιάμεσο στάδιο για την περιγραφή σε γλώσσα προγραμματισμού. Η ορθότητα της ανωτέρω διαδικασίας δεν ελέγχεται από το λογισμικό.

Το πεδίο ψευδοκώδικα με χρήση βασικών αλγοριθμικών δομών. Σε αυτό το σημείο παρουσιάζεται ο πλήρης αλγόριθμος παρασκευής πολλών φλιτζανιών καφέ, με χρήση εντολής ανάθεσης και δομών ελέγχου και επανάληψης. Ο μαθητής μπορεί να μελετήσει τον αλγόριθμο, ο οποίος είναι απλός και σαφής και να εμβαθύνει στα θέματα της ανάθεσης του ελέγχου και της επανάληψης κάνοντας 'κλικ' πάνω στις αντίστοιχες εντολές. Με αυτόν τον τρόπο μεταφέρεται σε ένα γραφικό αλληλεπιδραστικό περιβάλλον πειραματισμού για αυτά τα θέματα.

Το πεδίο πειραματισμού για την κατανόηση της εντολής ανάθεσης. Ο μαθητής κάνοντας 'κλικ' με το ποντίκι πάνω σε μία από τις εντολές ανάθεσης που υπάρχουν στον αλγόριθμο μεταφέρεται σε μια οθόνη, στο μέσο της οποίας υπάρχει ένα κουτί το οποίο αποτελεί μεταφορική προσομοίωση της θέσης μνήμης του συστήματος στην οποία αποθηκεύεται η μεταβλητή X (Εικόνα 2).



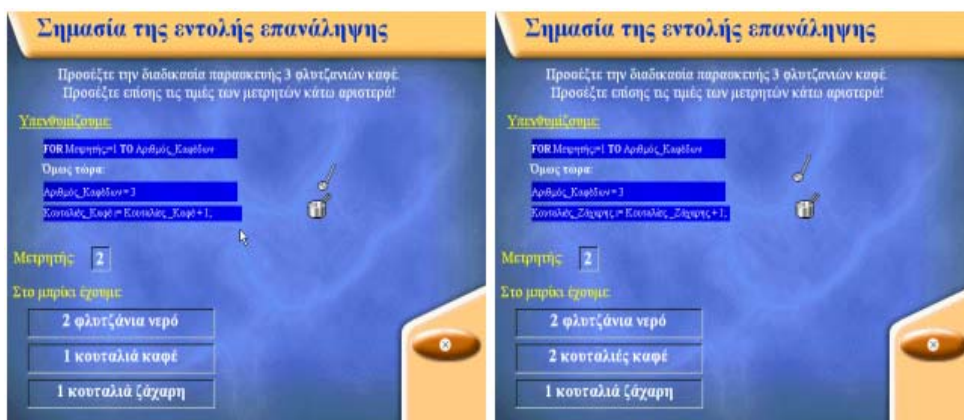
Εικόνα 2. Γραφική αναπαράσταση της εντολής ανάθεσης

Η μεταφορά είναι δυνατό να κατανοηθεί και με τη βοήθεια σχετικού κειμένου που παρατίθεται στην οθόνη αυτή. Κάτω από το κουτί υπάρχει μια εντολή ανάθεσης στο δεξί μέρος της οποίας (right value) υπάρχει ένα κενό στην θέση του X, ακριβώς κάτω από το κουτί. Στο αριστερό μέρος της οθόνης υπάρχουν πέντε αντικείμενα, καθένα και με μία αλφαριθμητική τιμή. Ο μαθητής καλείται να επιλέξει κάποιο από αυτά, να το σύρει μέχρι το κουτί, να το αφήσει μέσα του (drag&drop διαδικασία) και να παρακολουθήσει τι συμβαίνει. Η ανωτέρω διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα να εμφανιστεί στο κενό κάτω από το κουτί, στιγμιαία, η τιμή που ο μαθητής επέλεξε να ρίξει μέσα και στην συνέχεια να εμφανιστεί στη θέση του X στο αριστερό μέρος (left value) μόνιμα πια το αποτέλεσμα της εκτέλεσης της εντολής ανάθεσης. Δηλαδή, γίνεται χρήση μιας (ελεγχόμενης από το μαθητή) γραφικής αναπαράστασης. Το αυτόματο μέρος της όλης διαδικασίας γίνεται με χρήση μιας χρονικής καθυστέρησης, τέτοιας ώστε να μπορέσει ο μαθητής να παρακολουθήσει την εξέλιξη της διαδικασίας. Στην περίπτωση που ο μαθητής επιλέξει την τιμή "A", στη θέση του X μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας εμφανίζεται η ένδειξη «Λάθος» και ο μαθητής ενημερώνεται ότι η μεταβλητή X είναι ακέραιος αριθμός (και όχι χαρακτήρας ή οποιοσδήποτε μη ακέραιος τύπος). Στη συνέχεια ο μαθητής καλείται να απαντήσει σε μία ερώτηση που έχει να κάνει με το θέμα της εκτίμησης του αποτελέσματος και της κατανόησης μια εντολής ανάθεσης επιλέγοντας μεταξύ τεσσάρων απαντήσεων. Η δυνατότητα ελέγχου της ορθότητας των επιλογών του μαθητή παρέχεται από το σύστημα.

Το πεδίο πειραματισμού για την κατανόηση της δομής επανάληψης. Κάνοντας 'κλικ' με το ποντίκι πάνω στην εντολή επανάληψης, ο μαθητής μεταφέρεται στο αντίστοιχο τμήμα του

λογισμικού. Σε πρώτη φάση παρακολουθεί τη διαδικασία παρασκευής τριών φλιτζανιών καφέ χωρίς χρήση δομής επανάληψης. Στην αρχή παρουσιάζεται το πρώτο βήμα εκφρασμένο σε φυσική γλώσσα και στη συνέχεια με κάθε πάτημα ενός κουμπιού προστίθεται το επόμενο μέχρι την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Στη συνέχεια ο μαθητής μπορεί να δει την ίδια διαδικασία με χρήση της δομής επανάληψης.

Μια διαφορετική γραφική αναπαράσταση της παραπάνω διαδικασίας επιχειρείται με χρήση δυναμικής κινούμενης εικόνας (animation) (Εικόνα 3). Ο μαθητής παρακολουθεί διαδοχικά ένα κουταλάκι του γλυκού να προσθέτει καφέ ή ζάχαρη και ένα φλιτζάνι να προσθέτει στο μπρίκι νερό. Σε κάθε πρόσθεση μιας ποσότητας στο μπρίκι, στο αριστερό μέρος της οθόνης φαίνεται η εντολή που εκτελείται και συνοψίζει τη συγκεκριμένη πρόσθεση. Επίσης ενημερώνεται και η αντίστοιχη μεταβλητή. Τέλος, ένας «μετρητής» μετράει σε ποια επανάληψη της διαδικασίας βρισκόμαστε. Η γραφική αναπαράσταση της εκτέλεσης του παραπάνω αλγορίθμου γίνεται με τέτοια ταχύτητα, που να δίνει στον μαθητή την ευκαιρία να παρακολουθήσει πώς ακριβώς γίνεται η εκτέλεση των εντολών μέσα στο FOR-NEXT loop της αλγοριθμικής δομής της επανάληψης.



Εικόνα 3. Γραφική αναπαράσταση της δομής επανάληψης

Όταν ο μετρητής πάρει την τιμή τρία (3) και οι κατάλληλες ποσότητες νερού, καφέ και ζάχαρης έχουν προστεθεί στο μπρίκι, τότε η διαδικασία ολοκληρώνεται.

Το πεδίο πειραματισμού για την κατανόηση της δομής ελέγχου. Στο σημείο αυτό ο μαθητής εστιάζει στο μέρος του ψευδοκώδικα που αναφέρεται στη συγκεκριμένη δομή και έχει την ευκαιρία να παρακολουθήσει σε μορφή δυναμικής κινούμενης εικόνας την εντολή που εκτελείται κάθε φορά σε σχέση με την πρόοδο της διαδικασίας βρασμού του καφέ. Η δομή ελέγχου χρησιμοποιείται για να ελέγξει το κατά πόσον έχει βράσει ο καφές.

Τεχνικά χαρακτηριστικά του λογισμικού. Χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον *Macromedia Toolbook II*.

Η ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Η πιλοτική έρευνα αξιολόγησης του περιβάλλοντος πραγματοποιήθηκε κάτω από τη γνωσιοθεωρητική τοποθέτηση του εποικοδομισμού σύμφωνα με την οποία δίνεται έμφαση στην διερεύνηση της εξέλιξης του μαθητή κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής του με ένα μαθησιακό περιβάλλον (von Glasersfeld, 1987). Από μεθοδολογική άποψη η έρευνα αυτή αποτελεί μια ποιοτική μελέτη στην οποία διερευνάται α) η πρότερη γνώση των μαθητών στις προς μάθηση έννοιες β) η πορεία εξέλιξης των αντιλήψεων των μαθητών κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής τους με το λογισμικό και γ) τα προβλήματα λειτουργίας του λογισμικού.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο 6^ο Γυμνάσιο Πατρών στην οποία συμμετείχε ένα τυχαίο δείγμα 9 μαθητών της Γ' Γυμνασίου και διήρκεσε 2 ώρες. Οι περισσότεροι από τους μαθητές αυτούς είχαν εισαχθεί στην έννοια του αλγόριθμου, στις βασικές αλγοριθμικές δομές και στη γλώσσα προγραμματισμού BASIC. Αρχικά ζητήθηκε από τους μαθητές να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο, που σκοπό είχε τη διερεύνηση της πρότερης γνώσης τους σχετικά με τις προς μάθηση έννοιες ενώ παρόμοιο ερωτηματολόγιο δόθηκε σε αυτούς και στο τέλος της πιλοτικής φάσης, προκειμένου να διαπιστωθεί η εξέλιξή τους. Οι ερευνητές συμμετείχαν στην έρευνα κυρίως ως παρατηρητές, παρεμβαίνοντας μόνο όταν ήταν απαραίτητο, προκειμένου να μην επηρεάσουν τις ενέργειες των μαθητών, αλλά να καταγράψουν οτιδήποτε αυτοί έλεγαν ή έκαναν κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης τους με το σύστημα. Πηγές δεδομένων της έρευνας αποτέλεσαν οι σημειώσεις που προαναφέρθηκαν και τα αρχεία καταγραφών (log files) τα οποία δημιουργήθηκαν.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΦΑΣΗΣ

Η πρότερη γνώση των μαθητών. Όλοι οι μαθητές εκτός από έναν φάνηκε ότι μπερδεύουν την έννοια του αλγόριθμου με τον κώδικα ενός προγράμματος σε μια γλώσσα προγραμματισμού. Κανείς δεν μπόρεσε να γράψει ψευδοκώδικα για την παρασκευή 2 ποτηριών πορτοκαλάδας με 1 κουταλιά ζάχαρη στο καθένα. Οι περισσότεροι χρησιμοποίησαν απ ευθείας εντολές εισόδου-εξόδου σε γλώσσα BASIC προκειμένου να περιγράψουν με αυτές έναν λαθεμένο αλγόριθμο παρασκευής. Όλοι οι μαθητές φάνηκε ότι ήξεραν να χρησιμοποιήσουν σωστά μια εντολή ανάθεσης.

Η αλληλεπίδραση των μαθητών με το λογισμικό. Οι περισσότεροι μαθητές συνάντησαν δυσκολίες προκειμένου να περιγράψουν με διακριτά σαφή βήματα τη διαδικασία ψησίματος ενός φλυτζανιού καφέ και απλά περιορίστηκαν να γράψουν μια συνταγή τσελεμεντέ. Όμως, στην επόμενη φάση επηρεάστηκαν θετικά από τα συγκεκριμένα βήματα που τους προτεινόταν από το πρόγραμμα να επιλέξουν και θέλησαν να επιστρέψουν για να διορθώσουν τα αρχικά τους κείμενα. Όλοι οι μαθητές επέλεξαν τα σωστά βήματα από τα προτεινόμενα και τα έβαλαν στη σωστή σειρά. Στη φάση της συγγραφής μιας συνταγής εκτελέσιμης από τον υπολογιστή φάνηκε, ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές επηρεάστηκαν από την προηγούμενη εργασία και κατάφεραν να γράψουν τίτλο συνταγής, υλικά, αρχή και τέλος διαδικασίας. Η συνταγή τους αυτή ήταν σαφέστερη και πιο λιτή από τη συνταγή που είχαν δώσει στα πρώτα βήματα της εμπλοκής τους στη δραστηριότητα. Όλοι οι μαθητές όμως διατύπωσαν τη συνταγή σε α' πληθυντικό πρόσωπο εκτός από έναν που χρησιμοποίησε προστακτική α' ενικού. Οι περισσότεροι μαθητές δεν έκαναν ερωτήσεις και προσπέρασαν γρήγορα για τον ψευδοκώδικα που περιέγραφε τη διαδικασία παρασκευής τριών φλυτζανιών καφέ με χρήση αλγοριθμικών δομών, ενώ ασχολήθηκαν πολύ με τα δυναμικά γραφικά. Οι περισσότεροι πειραματίστηκαν περισσότερο με τα αλληλεπιδραστικά γραφικά και τα αποτελέσματα στην εντολή ανάθεσης ήταν σωστά από την πρώτη τους κιόλας προσπάθεια.

Η εξέλιξη των μαθητών. Όπως φάνηκε από το ερωτηματολόγιο που δόθηκε μετά το πέρας της αλληλεπίδρασης των μαθητών με το λογισμικό όλοι οι μαθητές μπόρεσαν να περιγράψουν τη διαδικασία παρασκευής 5 ποτηριών σοκολατούχου γάλακτος, προσθέτοντας 1 κουταλιά κακάο και 2 κουταλιές ζάχαρη σε κάθε ποτήρι, χρησιμοποιώντας μια σειριακή ακολουθία διακριτών βημάτων. Τρεις από αυτούς μπόρεσαν να γράψουν πλήρη ψευδοκώδικα με χρήση αλγοριθμικών δομών.

Λειτουργικά προβλήματα του λογισμικού. Οι μαθητές συνάντησαν δυσκολίες στην πλοήγηση και προτίμησαν τη σειριακή εξερεύνηση του λογισμικού. Η λειτουργία των κουμπιών πλοήγησης δεν ήταν προφανής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων της παρούσας έρευνας φάνηκε, ότι το εκπαιδευτικό λογισμικό που παρουσιάστηκε μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να μετακινηθούν από ασαφείς και συγκεχυμένες αντιλήψεις για την έννοια του αλγορίθμου σε πιο σαφείς και ολοκληρωμένες όπως η διατύπωση μιας δραστηριότητας με μορφή ακολουθίας συγκεκριμένων βημάτων ή ψευδοκώδικα με χρήση αλγοριθμικών δομών. Επιπλέον, φάνηκε ότι οι μαθητές επικεντρώνονται στη χρήση εντολών εισόδου-εξόδου προκειμένου να αναφερθούν σε διαδικασίες επεξεργασίας δεδομένων. Επίσης φαίνεται, ότι είναι αναγκαία η έμφαση στην εμπλοκή των μαθητών στην αλγοριθμική επίλυση πραγματικών προβλημάτων στο σχολείο και όχι η απ ευθείας εισαγωγή τους στην επίλυση προβλήματος με τη χρήση γλωσσών προγραμματισμού. Η αλγοριθμική επίλυση πραγματικών προβλημάτων είναι χρήσιμη διότι αποτελεί διαχρονικό εργαλείο ανεξάρτητο από τη γλώσσα που χρησιμοποιείται. Επιπλέον, θα ήταν χρήσιμος ο εμπλουτισμός του λογισμικού με μια ποικιλία δραστηριοτήτων από την καθημερινή ζωή και η δοκιμασία του με μεγαλύτερο δείγμα μαθητών. Θα ήταν επίσης χρήσιμο να διορθωθεί το περιβάλλον διεπαφής, έτσι ώστε τα κουμπιά πλοήγησης να έχουν ξεκάθαρη σημασία για τους μαθητές.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Βλαχογιάννης, Γ., Κεκάτος, Β., Μιατιδής, Μ., Μισεδάκης, Ι., Κορδάκη, Μ. & Χούστης, Η., (2001). Ένα περιβάλλον πολλαπλών αναπαραστάσεων για τη μάθηση εννοιών που αφορούν στον αλγόριθμο ταξινόμησης φυσαλίδας (Bubble sort). Πανελλήνιο συνέδριο “ *Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση και στην Εκπαίδευση από απόσταση*”, (σελ. 481-495) Ρέθυμνο, Ιούνιος 2001.
- Borba, M., & Confrey, G. (1996). A student's construction of transformations of functions in a multirepresentational environment. *Educational Studies in Mathematics*, 31, 319-337.
- Bonar, J., & Soloway, E., (1989). Preprogramming Knowledge: A Major Source of Misconceptions in Novice Programmers. In E. Soloway & J. Spohrer (eds), *Studying the Novice Programmer* (pp325-354). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- Clements, D. H., (1987). Longitudinal Study of the Effects of Logo programming on cognitive abilities and achievement. *Journal of Educational Computing Research*, 3, 73-93.
- Crawford, K. (1996a). Vygotskian Approaches in Human Development in the Information Era. *Educational Studies in Mathematics*, 31, 43-62.
- Crawford, K. (1996b). Distributed cognition, Technology and Change. *Proceedings of the 20th of PME Conference, 1* (pp.81-112). Valencia, Spain.
- Dyfour-Janvier, B., Bednarz, N., & Belanger, M. (1987). Pedagogical considerations concerning the problem of representation. In C. Janvier (Eds), *Problems of representation in teaching and learning of mathematics* (pp. 109-122). London: Lawrence erlbaum associates.
- Jonassen, H. D., (1996). *Computers in the Classroom*. Columbus, OH: Prentice Hall.
- Kordaki, M. & Potari, D. (2002, to appear). The Effect of Area Measurement Tools on Pupils' Strategies: The Role of a Computer Microworld. *International Journal of Computers in Mathematical Learning*.
- Kurland, M., Pea, R., Clement, C. & Mawby, R., (1989). The Study of the development of Programming Ability and Thinking Skills in High School Students. In E. Soloway & J. Spohrer (eds), *Studying the Novice Programmer* (pp.83-112). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: Learning Cultures and Computers*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.

- Noss, R., Healy, L., & Hoyles, C. (1997). The construction of Mathematical meanings: Connecting the visual with the symbolic. *Educational Studies in Mathematics*, 33, 203-233.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology* (3rd ed.). New York: Columbia University Press.
- Putnam, R., Sleeman, D., Baxter, J., & Kuspa, L., (1989). A Summary of Misconceptions of High School BASIC Programmers. In E. Soloway & J. Spohrer eds), *Studying the Novice Programmer* (pp.301-314). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- Samurcay, R., (1989). The Concept of Variable in Programming: Its Meaning and Use in Problem Solving by Novice Programmers. In E. Soloway & J. Spohrer eds), *Studying the Novice Programmer* (pp.161-178). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- Spohrer, J., & Soloway, E., (1989). Novice Mistakes: Are the Folk Wisdoms Correct?. In E. Soloway & J. Spohrer eds), *Studying the Novice Programmer* (pp.401-416). Hillsdale, NJ: Lawrence erlbaum associates.
- Τζιμογιάννης, Α., & Γεωργίου, Β., (1999). Οι δυσκολίες μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην εφαρμογή της δομής ελέγχου για την ανάπτυξη αλγορίθμων: Μια μελέτη περίπτωσης. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου 'Πληροφορική και Εκπαίδευση'. (σελ. 183-192). Ιωάννινα 1999.
- Τζιμογιάννης, Α., & Κόμης, Β., (1999). Επίλυση προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον: η οικοδόμηση της δομής ελέγχου από τους μαθητές του Ενιαίου Λυκείου. Πρακτικά του 4^{ου} Συνεδρίου 'Διδακτική των Μαθηματικών και ληροφορική στην Εκπαίδευση' (σελ.243-249). Ρέθυμνο 1999.
- von Glasersfeld, E. (1987). Learning as a constructive activity. In C. Janvier (Eds), *Problems of representation in teaching and learning of mathematics* (pp.3-18). London: Lawrence Erlbaum.