

# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2005)

3ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ



**Μια διδακτική πρόταση για την επαναληπτική δομή: «Μαύρο κουτί» + Microworlds Pro**

*Κυπαρισσία Α. Παπανικολάου, Αγορίτσα Γόγουλου, Κατερίνα Γλέζου, Μαρία Γρηγοριάδου*

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Παπανικολάου Κ. Α., Γόγουλου Α., Γλέζου Κ., & Γρηγοριάδου Μ. (2024). Μια διδακτική πρόταση για την επαναληπτική δομή: «Μαύρο κουτί» + Microworlds Pro. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 135-144. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/6183>

## ΜΙΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΔΟΜΗ: «ΜΑΥΡΟ ΚΟΥΤΙ» + MICROWORLDS PRO

**Κυπαρισία Α. Παπανικολάου**  
Συν. Ερευνήτρια  
[spap@di.uoa.gr](mailto:spap@di.uoa.gr)

**Αγορίτσα Γόγουλου**  
Υπ. Διδάκτορας  
[rgog@di.uoa.gr](mailto:rgog@di.uoa.gr)

**Κατερίνα Γλέζου**  
Υπ. Διδάκτορας  
[kglezou@di.uoa.gr](mailto:kglezou@di.uoa.gr)

**Μαρία Γρηγοριάδου**  
Αν. Καθηγήτρια  
[gregor@di.uoa.gr](mailto:gregor@di.uoa.gr)

**Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών**  
**Πανεπιστήμιο Αθηνών**

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζουμε μία διδακτική πρόταση για την εισαγωγή/ διδασκαλία βασικών προγραμματιστικών εννοιών/δομών σε αρχάριους προγραμματιστές. Συγκεκριμένα, προτείνεται η αξιοποίηση της διδακτικής προσέγγισης «Μαύρο-Κουτί» και η χρήση του εξελιγμένου *MicroWorlds Pro* ως προγραμματιστικού περιβάλλοντος, με στόχους (α) να αξιοποιηθεί η πρότερη εμπειρία των μαθητών από την καθημερινή ζωή για την εισαγωγή της έννοιας της επανάληψης και της τυποποιημένης μορφής της επαναληπτικής δομής σε μια γλώσσα προγραμματισμού, και (β) οι μαθητές να εμπλακούν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία, να πειραματιστούν με τη λειτουργία των προγραμματιστικών δομών μέσα από ένα προγραμματιστικό περιβάλλον που δίνει τη δυνατότητα οπτικής αναπαράστασης της εκτέλεσης ενός προγράμματος και παρέχει εντολές που είναι κοντά στη φυσική γλώσσα. Ως μελέτη περίπτωσης παρουσιάζεται η πρόταση διδασκαλίας «Εισαγωγή στην επαναληπτική δομή» η οποία εφαρμόστηκε σε μαθητές της Γ' Γυμνασίου κατά τη σχολική χρονιά 2004-2005 στο 3<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ηρακλείου Αττικής. Η διδασκαλία και η δραστηριότητα των μαθητών δομείται σε τρεις φάσεις: (i) αρχικά οι μαθητές παρακολουθούν την εκτέλεση δύο προγραμμάτων που περιλαμβάνουν την επαναληπτική δομή και απαντούν σε ερωτήσεις που τους παρακινούν να παρατηρήσουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μιας επαναληπτικής διαδικασίας, (ii) στη συνέχεια οι μαθητές μελετούν τον κώδικα και απαντούν σε ερωτήσεις που αφορούν στη σύνταξη, στη δομή και στη λειτουργία του προγράμματος με στόχο να συνδέσουν τα αποτελέσματα της εκτέλεσης με τις αντίστοιχες εντολές, και (iii) στο τέλος οι μαθητές σχεδιάζουν και αναπτύσσουν απλά προγράμματα σε Logo χρησιμοποιώντας την επαναληπτική δομή.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** επαναληπτική δομή, εκπαιδευτική προσέγγιση «Μαύρο Κουτί», Logo, Logo-like περιβάλλον, *MicroWorlds Pro*

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μαθητές, ως αρχάριοι προγραμματιστές, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση βασικών προγραμματιστικών δομών και στην αξιοποίησή τους κατά την ανάπτυξη απλών προγραμμάτων. Οι μαθησιακές δυσκολίες οφείλονται κυρίως (i) στην κλασική διδακτική προσέγγιση που συνήθως ακολουθείται στα μαθήματα προγραμματισμού, σύμφωνα με την οποία η διδασκαλία βασίζεται στην παρουσίαση των βασικών προγραμματιστικών εννοιών/δομών μέσω μιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού, (ii) στα προγραμματιστικά περιβάλλοντα που συνήθως χρησιμοποιούνται, τα οποία αναγκάζουν τους μαθητές να “μεταφράζουν”/κωδικοποιούν τη λύση ενός προβλήματος σε χαμηλού επιπέδου προγραμματιστικές δομές υιοθετώντας λεξιλόγιο και συντακτικό που δεν τους είναι οικείο, (iii) στην πρότερη γνώση των μαθητών η οποία έρχεται

σε σύγκρουση με τις έννοιες που οι μαθητές διδάσκονται στο μάθημα του προγραμματισμού, και (iv) στις εσφαλμένες αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές για τις δυνατότητες του υπολογιστή και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του (Γρηγοριάδου κά., 2004; Pane & Myers, 2000; Du Boulay, 1989).

Ποικίλες προσεγγίσεις έχουν προταθεί στη διεθνή βιβλιογραφία για τη διδασκαλία βασικών προγραμματιστικών δομών με στόχο την αντιμετώπιση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές και την ενεργή εμπλοκή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Γρηγοριάδου κά., 2002). Παράλληλα αναπτύσσονται εκπαιδευτικά εργαλεία που στοχεύουν στον περιορισμό του υποστηριζόμενου ρεπερτορίου εντολών με απλή σύνταξη και σημασιολογία, στην οπτική/ήχητική προσομοίωση εκτέλεσης των προγραμμάτων, κ.λπ. (Ξυνογαλάς κά, 2000; Brusilovsky & et al, 1997).

Θεωρώντας σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την επίτευξη των μαθησιακών στόχων σε ένα μάθημα προγραμματισμού αποτελούν η διδακτική προσέγγιση που υιοθετείται και το προγραμματιστικό περιβάλλον που χρησιμοποιούν οι μαθητές, στην παρούσα εργασία προτείνουμε ένα πλαίσιο διδασκαλίας των προγραμματιστικών δομών που υιοθετεί τη διδακτική προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί» σε συνδυασμό με τη χρήση του εξελληνισμένου MicroWorlds Pro ως προγραμματιστικό περιβάλλοντος. Μέσω των συγκεκριμένων επιλογών, στοχεύουμε στην εξοικείωση των μαθητών με τις προγραμματιστικές δομές, με ένα τρόπο που αξιοποιεί την πρότερη εμπειρία τους από την καθημερινή ζωή, παρέχοντάς τους παράλληλα εργαλεία που είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν για να κάνουν τα πρώτα τους βήματα στον προγραμματισμό. Επίσης, παρουσιάζουμε ως μελέτη περίπτωσης της προτεινόμενης προσέγγισης, μία διδακτική πρόταση για την επαναληπτική δομή η οποία εφαρμόστηκε σε μαθητές Γυμνασίου.

#### **ΣΥΝΔΥΑΖΟΝΤΑΣ «ΜΑΥΡΟ – ΚΟΥΤΙ» ΚΑΙ MICROWORLDS PRO ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΔΟΜΩΝ**

Προκειμένου να επιτευχθούν οι μαθησιακοί στόχοι των εισαγωγικών μαθημάτων προγραμματισμού και να υποστηριχθούν οι μαθητές στην κατανόηση και στην εφαρμογή των βασικών προγραμματιστικών δομών, είναι σημαντικό να αξιοποιηθεί η πρότερη γνώση/εμπειρία των μαθητών σε σχετικά θέματα και να τους δοθεί η δυνατότητα να εμπλακούν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία, να διερευνήσουν τις νέες έννοιες και να πειραματιστούν με αυτές. Γνωστικές δραστηριότητες όπως η παρατήρηση και η διερεύνηση συμβάλλουν θετικά στην αναθεώρηση εσφαλμένων αντιλήψεων και στην ενσωμάτωση/οικοδόμηση της νέας γνώσης (Vosniadou, 2001). Σε ένα τέτοιο πλαίσιο μαθήματος επιδιώκεται οι μαθητές να έρθουν σε μια πρώτη επαφή με τις προγραμματιστικές δομές παρατηρώντας/μελετώντας καταστάσεις από την καθημερινή ζωή που εμπειρεύουν τις συγκεκριμένες έννοιες/δομές, και η παρουσίαση των προγραμματιστικών δομών στην τυποποιημένη τους μορφή να γίνει με βάση τις υποθέσεις και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η μελέτη των μαθητών. Επίσης, οι μαθητές χρησιμοποιώντας το κατάλληλο προγραμματιστικό περιβάλλον στη διάρκεια του μαθήματος, εκπονούν δραστηριότητες, πειραματίζονται με τη λειτουργία των προγραμματιστικών δομών που μελέτησαν, σχεδιάζουν και υλοποιούν τα δικά τους προγράμματα.

Με βάση τα παραπάνω προτείνουμε ένα πλαίσιο διδασκαλίας των προγραμματιστικών δομών το οποίο (α) υιοθετεί μια διδακτική προσέγγιση που υποστηρίζει την εισαγωγή των εννοιών εμπλέκοντας ενεργά τους μαθητές στην εκπαιδευτική διαδικασία και ανακαλώντας την πρότερη εμπειρία τους από την καθημερινή ζωή - στη συγκεκριμένη πρόταση υιοθετούμε τη διδακτική προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί», και (β) αξιοποιεί ένα προγραμματιστικό περιβάλλον που επιτρέπει στους μαθητές / αρχάριους προγραμματιστές να πειραματιστούν με τη λειτουργία των

προγραμματιστικών δομών και να αναπτύξουν τα δικά τους προγράμματα - στη συγκεκριμένη πρόταση χρησιμοποιούμε το εξελληνισμένο MicroWorlds Pro.

Συγκεκριμένα, η διδακτική προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί» προτείνει οι μαθητές να εξοικειωθούν αρχικά με τις νέες έννοιες κατά την εκπόνηση δραστηριοτήτων στο εργαστήριο συμμετέχοντας σε μία συζήτηση που να εστιάζει στα λειτουργικά χαρακτηριστικά των εννοιών. Το μάθημα οργανώνεται σε δύο φάσεις (i) αρχικά, οι μαθητές παρακολουθούν την εκτέλεση απλών προγραμμάτων (των οποίων δε γνωρίζουν τον κώδικα και τη λειτουργία – «μαύρα κουτιά») και καλούνται να απαντήσουν σε μία σειρά από ερωτήσεις που αφορούν στο αποτέλεσμα της εκτέλεσης των προγραμμάτων, και (ii) στη συνέχεια οι μαθητές μελετούν τον κώδικα των προγραμμάτων και απαντούν σε ερωτήσεις που αφορούν στη σύνταξη, στη δομή και στη λειτουργία των προγραμμάτων με στόχο να συνδέσουν τα αποτελέσματα της εκτέλεσης με τις αντίστοιχες εντολές. Τέλος, οι μαθητές συζητούν τις απαντήσεις/προβληματισμούς τους και αποσαφηνίζουν τυχόν απορίες τους με το διδάσκοντα (Haberman & Kolikant, 2001).

Όσον αφορά στο προγραμματιστικό περιβάλλον που υιοθετείται σε μαθήματα προγραμματισμού, η επιλογή θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τόσο την ηλικία των μαθητών όσο και την πρότερη γνώση τους σχετικά με τη χρήση και λειτουργία του υπολογιστή. Η χρήση του MicroWorlds Pro (LCSI, 2004) στην υποχρεωτική εκπαίδευση αλλά και γενικότερα στους αρχάριους προγραμματιστές παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα (LCSI, 2005; Mamamedia, 2005; OWL, 2005). Η γλώσσα προγραμματισμού Logo (Papert, 1991; Logo Foundation, 2005) που υιοθετεί το MicroWorlds Pro παρέχει εντολές που είναι κοντά στη φυσική γλώσσα και μπορούν να γίνουν εύκολα αντιληπτές, να απομνημονευθούν και να χρησιμοποιηθούν από τους μαθητές. Επίσης, η δυνατότητα οπτικής αναπαράστασης της εκτέλεσης ενός προγράμματος που παρέχει η Logo, συμβάλλει στην κατανόηση της λειτουργίας των προγραμμάτων και διευκολύνει τη διαδικασία αποσφαλμάτωσης (Papert, 1991). Η αλληλεπίδραση με το συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον διευκολύνει τους μαθητές να αντιληφθούν ότι εκείνοι διατηρούν τον έλεγχο του υπολογιστή και ότι η επικοινωνία τους μαζί του απαιτεί ένα συγκεκριμένο τρόπο αλληλεπίδρασης ο οποίος επιτυγχάνεται μέσα από ένα σύνολο εντολών διατυπωμένων και δομημένων με συγκεκριμένο τρόπο (Papert, 1991; Μικρόπουλος, 2004; Ράπτης και Ράπτη, 2004).

#### **ΠΡΟΤΑΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ «ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΔΟΜΗ»**

Στην πρόταση διδασκαλίας, που παρουσιάζεται αναλυτικά στη συνέχεια, επιδιώκεται η εισαγωγή της επαναληπτικής δομής σε αρχάριους προγραμματιστές εμπλέκοντας ενεργά τους μαθητές σε δραστηριότητες και ανακαλώντας την πρότερη εμπειρία των μαθητών σχετικά με επαναλαμβανόμενες διαδικασίες από την καθημερινή ζωή. Με τον τρόπο αυτό στοχεύουμε να προετοιμάσουμε και να διευκολύνουμε την εισαγωγή της προγραμματιστικής δομής της επανάληψης με τον τυποποιημένο τρόπο μιας γλώσσας προγραμματισμού. Ιδιαίτερα η επαναληπτική δομή που υιοθετεί η Logo διαθέτει χαρακτηριστικά που προσομοιάζουν στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούμε την επανάληψη στην καθημερινή μας ζωή, δηλαδή εκτέλεση μιας λίστας εντολών κατά τον καθορισμένο αριθμό επαναλήψεων. Συγκεκριμένα, οι μαθητές για να υλοποιήσουν μία επανάληψη σε γλώσσα Logo χρησιμοποιούν την εντολή **επανάλαβε αριθμός\_επαναλήψεων [λίστα-εντολών]** όπου πρέπει να ορίσουν τον αριθμό των επαναλήψεων και τις εντολές/οδηγίες που θα πρέπει να επαναληφθούν. Η αξιοποίησή της επομένως σε πραγματικές εφαρμογές από μαθητές Γυμνασίου και Δημοτικού είναι δυνατή από τα πρώτα βήματα στον προγραμματισμό (Δαπόντες κά., 2003; Γλέζου και Γρηγοριάδου, 2003; Γλέζου και Γρηγοριάδου, 2004).

Η πρόταση διδασκαλίας «Εισαγωγή στην έννοια της επανάληψης» σχεδιάστηκε και χρησιμοποιήθηκε για τη διδασκαλία της δομής επανάληψης (διάρκεια δύο διδακτικές ώρες) στην Γ' Γυμνασίου κατά τη σχολική χρονιά 2004-2005 στο 3<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ηρακλείου Αττικής. Οι μαθητές είχαν ήδη διδαχθεί την έννοια του αλγόριθμου, την αναπαράσταση αλγόριθμου με λογικό διάγραμμα, τη δομή ακολουθίας, και τη δομή επιλογής. Επίσης, είχαν παρακολουθήσει μία σύντομη παρουσίαση του MicroWorlds Pro και είχαν χρησιμοποιήσει το συγκεκριμένο περιβάλλον για την κατασκευή απλών σχημάτων, όπως τετράγωνο, τρίγωνο, σπίτι, με αποτέλεσμα να είναι εξοικειωμένοι με τις βασικές εντολές της γεωμετρίας της χελώνας και με την έννοια της διαδικασίας. Η συγκεκριμένη πρόταση διδασκαλίας με κατάλληλες τροποποιήσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη διδασκαλία της έννοιας της μεταβλητής καθώς και της έννοιας της διαδικασίας και γενικότερα για μία εισαγωγή στη λογική του δομημένου προγραμματισμού.

### ΤΑ ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι μαθησιακοί στόχοι του μαθήματος είναι: οι μαθητές να είναι σε θέση (α) να αναγνωρίζουν τα βασικά χαρακτηριστικά της επαναληπτικής δομής – αριθμός επαναλήψεων και εντολές που επαναλαμβάνονται, (β) να ορίζουν μια επαναληπτική δομή χρησιμοποιώντας εντολές μιας γλώσσας προγραμματισμού, (γ) να εφαρμόζουν την επαναληπτική δομή στην ανάπτυξη απλών προγραμμάτων, (δ) να σχεδιάζουν τη λύση ενός προβλήματος που απαιτεί την επανάληψη συγκεκριμένων ενεργειών.

Για την κάλυψη των παραπάνω στόχων υιοθετήθηκε η διδακτική προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί» και αξιοποιήθηκε το προγραμματιστικό περιβάλλον MicroWorldsPro.

Οι μαθητές στη διάρκεια του μαθήματος εργάστηκαν με τα φύλλα εργασίας 1 και 2, όπως αυτά εμφανίζονται στις Εικόνες 1 και 2. Το φύλλο εργασίας 1 χρησιμοποιήθηκε στη διάρκεια της διδακτικής προσέγγισης «Μαύρο-Κουτί» (βλέπε υποενότητα Οργάνωση μαθήματος στην τάξη: Φάσεις 1 και 2) με στόχο οι μαθητές να ανακαλύψουν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά μιας επαναλαμβανόμενης διαδικασίας, να διατυπώσουν οι ίδιοι μια εντολή επανάληψης σε φυσική γλώσσα (Μέρος Α και Β) και να γνωρίσουν την εντολή [επανάλαβε] της γλώσσας Logo (Μέρος Γ και Δ). Αρχικά, οι μαθητές παρακολουθούν την εκτέλεση δύο προγραμμάτων που εφαρμόζουν την επαναληπτική δομή για την κατασκευή τριών λουλουδιών (Εικόνα 3) και δύο “ματιών” (Εικόνα 4), και στη συνέχεια καλούνται να απαντήσουν στις ερωτήσεις του φύλλου εργασίας που αφορούν στον αριθμό των επαναλήψεων, στις ενέργειες που κάθε φορά επαναλαμβάνονται και στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους (Μέρος Α, ερωτήσεις 1,2,3 και Μέρος Β, ερωτήσεις 5,6,8). Επίσης, οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν μία επανάληψη (Μέρος Α, ερώτηση 4 και Μέρος Β, ερώτηση 7). Η επαναληπτική διαδικασία του Μέρους Β’ διαφοροποιείται από αυτή του Μέρους Α’ ως προς το γεγονός ότι σε κάθε επανάληψη υπάρχει μία μικρή αλλαγή στις ενέργειες που επαναλαμβάνονται – το μέγεθος του κύκλου. Επιδιώκεται οι μαθητές να προβούν σε σύγκριση των δύο επαναλήψεων (Μέρος Β’, ερώτηση 8) με στόχο να παρατηρήσουν ότι οι εντολές που επαναλαμβάνονται στη διάρκεια μιας επανάληψης μπορεί να είναι ακριβώς οι ίδιες σε κάθε επανάληψη ή να διαφοροποιούνται σε κάποια σημεία. Η διαπίστωση αυτή ανάλογα με το επίπεδο των μαθητών και τους στόχους της δραστηριότητας μπορεί να οδηγήσει στην εισαγωγή της έννοιας της μεταβλητής. Τέλος, οι μαθητές καλούνται να μελετήσουν κομμάτια κώδικα που περιλαμβάνουν την εντολή επανάληψης σε μία πραγματική γλώσσα προγραμματισμού (γλώσσα Logo) με στόχο να αναγνωρίσουν τα λειτουργικά της χαρακτηριστικά και να επιχειρήσουν να τη χρησιμοποιήσουν (Μέρος Γ και Δ, όλες οι ερωτήσεις).

**Φύλλο Εργασίας για την Επαναληπτική Δομή****Μέρος Α' «Ένας Κήπος με Λουλούδια!»**

Παρακολουθήστε στην οθόνη του υπολογιστή το σχηματισμό των τριών λουλουδιών από τις χελώνες. Στη συνέχεια απαντήστε πάνω στο φύλλο τις ακόλουθες ερωτήσεις:

1. «Μ' αγαπά, δε μ' αγαπά!» Διαλέξτε ένα λουλούδι από αυτά που δημιούργησαν οι χελώνες και βρείτε εάν σας αγαπά! Πόσα πέταλα «μαδήσατε»; .....
2. Ενεργοποιήστε ξανά τη δημιουργία των τριών λουλουδιών από τις χελώνες, και ακολουθήστε μία χελώνα στην πορεία της για τη δημιουργία ενός πέταλου. Από πόσα τόξα αποτελείται ένα πέταλο; .....
3. Παρακολουθήστε τη χελώνα καθώς δημιουργεί ένα τόξο. Ποιές κινήσεις επαναλαμβάνει η χελώνα για να δημιουργήσει ένα τόξο; .....
4. Αν κατευθύνετε εσείς τη χελώνα στη δημιουργία ενός κήπου με 5 λουλούδια πως ακριβώς θα διατυπώνετε τις οδηγίες; Συμπληρώστε την πρόταση:  
Επανάλαβε...

**ΜΕΡΟΣ Β' «ΜΑΤΙΑ ΜΕ ΚΥΚΛΟΥΣ!»**

Παρακολουθήστε στην οθόνη του υπολογιστή το σχηματισμό των δύο «ματιών» με κύκλους από τις χελώνες. Στη συνέχεια απαντήστε στις ακόλουθες ερωτήσεις:

5. Για να δημιουργήσει έναν κύκλο η χελώνα ποιές κινήσεις επαναλαμβάνει και πόσες φορές; .....
6. Παρατηρήστε το αριστερό μάτι που δημιούργησε η χελώνα. Πόσους κύκλους σχεδίασε η χελώνα για να δημιουργήσει το αριστερό μάτι; Τι αλλάζει σε κάθε κύκλο; .....
7. Αν κατευθύνετε εσείς τη χελώνα στη δημιουργία του δεξιού ματιού πως ακριβώς θα διατυπώνετε τις οδηγίες; Συμπληρώστε την παρακάτω πρόταση:  
Επανάλαβε...
8. Να συγκρίνετε τις απαντήσεις που δώσατε στις ερωτήσεις 4 και 7. Τι ομοιότητες και τι διαφορές έχουν οι δύο επαναλήψεις που ορίσατε; .....

Για να απαντήσετε στα Μερη Γ' και Δ' μελετήστε τα αντίστοιχα τμήματα κώδικα.

**ΜΕΡΟΣ Γ'**

9. Στη διαδικασία τόξο στην κατασκευή του κήπου με λουλούδια, πόσα βήματα ζητήθηκε από τη χελώνα να επαναλάβει για να σχηματίσει ένα τόξο; .....
10. Στη διαδικασία τόξο ποιές κινήσεις ζητήθηκε από τη χελώνα να επαναλάβει 90 φορές για να σχηματίσει ένα τόξο; .....
11. Ποιά είναι η εντολή που κατευθύνει τη χελώνα στην κατασκευή ενός τόξου; .....
12. Ποιά είναι η εντολή που κατευθύνει τη χελώνα στην κατασκευή ενός λουλουδιού; .....
13. Στην ερώτηση 4, σας ζητήθηκε να σχεδιάσετε έναν κήπο με 5 λουλούδια. Η χελώνα με την εντολή λουλούδι σχεδιάζει ένα λουλούδι. Δώστε την κατάλληλη εντολή σε Logo στη χελώνα για να σχεδιάσει τον κήπο! .....

**ΜΕΡΟΣ Δ'**

14. Μελετώντας τη διαδικασία κύκλοςαρ στην κατασκευή ενός κύκλου, ποιές ενέργειες επαναλαμβάνει η χελώνα για να σχηματίσει έναν κύκλο και πόσες φορές; .....

15. Ποιά είναι η εντολή που κατευθύνει τη χελώνα στην κατασκευή ενός αριστερού κύκλου; Μπορείτε σε αυτήν να διακρίνετε τον αριθμό των επαναλήψεων και τις εντολές που επαναλαμβάνονται; .....
16. Ποιά είναι η εντολή που κατευθύνει τη χελώνα στην κατασκευή του αριστερού ματιού στη διαδικασία μάτιαρ; Ποιές εντολές επαναλαμβάνει και πόσες φορές; Τί αλλάζει σε κάθε επανάληψη; .....
17. Στην ερώτηση 7, σας ζητήθηκε να κατευθύνετε τη χελώνα για τη δημιουργία του δεξιού ματιού. Η χελώνα με την εντολή κύκλοδε σχεδιάζει ένα κύκλο προς τα δεξιά. Δώστε την κατάλληλη εντολή σε Logo στη χελώνα για να σχεδιάσει το δεξί μάτι. ....

**Εικόνα 1.** Φύλλο εργασίας 1 - διερεύνηση έννοιας επανάληψης και επαναληπτικής δομής της γλώσσας Logo

Στην τρίτη φάση του μαθήματος, οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν τη λύση ενός προβλήματος χρησιμοποιώντας την επαναληπτική δομή της γλώσσας Logo (βλέπε υποενότητα Οργάνωση μαθήματος στην τάξη: Φάση 3).

Συγκεκριμένα, στο φύλλο εργασίας 2 δίνεται στους μαθητές το λογικό διάγραμμα του αλγόριθμου κατασκευής ενός αστεριού, η σχετική διαδικασία σε Logo και το γραφικό αποτέλεσμα. Οι μαθητές αξιοποιώντας αυτή την πληροφορία καλούνται να σχεδιάσουν τη λύση του προβλήματος κατασκευής έξι αστεριών (ίδιου ή διαφορετικού μεγέθους) δίνοντας το λογικό διάγραμμα, και να αναπτύξουν το σχετικό πρόγραμμα σε Logo. Η δυνατότητα να επιλέξουν το μέγεθος των αστεριών δίνεται ώστε να καλύψει διαφορετικά επίπεδα δυσκολίας και απαιτήσεων σε ένα ανομοιογενές κοινό μαθητών.

ΔΟΜΗ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ, ΧΡΗΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ “ΟΥΡΑΝΟΣ ΜΕ ΑΣΤΕΡΙΑ...”

<p><b>Πρόβλημα:</b> Φτιάξτε ένα αστερί "μεταβλητού μεγέθους"</p>		
<p><b>Λογικό διάγραμμα αλγόριθμου</b></p>	<p><b>Διαδικασία σε Logo</b> για αστερί :x επανάλαβε 5 [μπ :x δε 144] τέλος</p> <p>όπου x μία μεταβλητή</p> <p><b>ΕΝΤΟΛΗ Logo:</b> επανάλαβε αριθμός λίστα-οδηγιών</p> <p>Εκτελεί τη λίστα οδηγιών κατά τον καθορισμένο αριθμό φορών.</p>	
<p><b>Πρόβλημα:</b> Φτιάξτε έναν ουρανό με 6 αστερία ίδιου ή διαφορετικού μεγέθους! Δώστε αλγόριθμο και πρόγραμμα σε Logo.</p>		
	<p>για ουρανό</p> <p>τέλος</p>	

**Εικόνα 2.** Φύλλο εργασίας 2 «Ουρανός με αστερία» - εφαρμογή επαναληπτικής δομής στο προγραμματιστικό περιβάλλον του MicroWorlds Pro

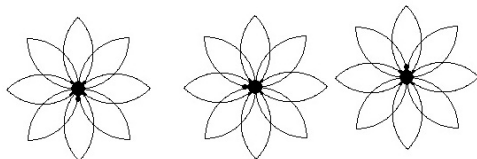
**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ - ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ**

Όπως προαναφέρθηκε η πρόταση διδασκαλίας εφαρμόστηκε σε μαθητές της Γ' Γυμνασίου κατά τη σχολική χρονιά 2004-2005 στο 3<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ηρακλείου Αττικής. Συγκεκριμένα,

συμμετείχαν 15 μαθητές. Οι μαθητές οργανώθηκαν σε ομάδες των δύο ατόμων, εκτός από έναν μαθητή, και εργάστηκαν στους υπολογιστές σε όλη τη διάρκεια του μαθήματος. Το μάθημα ξεκίνησε με συζήτηση μεταξύ των μαθητών και της διδάσκουσας σχετικά με τους στόχους του μαθήματος, και την εργασία των μαθητών στη διάρκειά του.

Το μάθημα και η δραστηριότητα των μαθητών δομήθηκε σε τρεις φάσεις. Στην πρώτη φάση οι μαθητές παρακολουθούν την εκτέλεση δύο προγραμμάτων και απαντούν σε ερωτήσεις που περιλαμβάνονται στο Μέρος Α και Β του πρώτου φύλλου εργασίας (Εικόνα 1). Στη δεύτερη φάση, οι μαθητές μελετούν τον κώδικα των προγραμμάτων και απαντούν σε ερωτήσεις που περιλαμβάνονται στο Μέρος Γ και Δ του πρώτου φύλλου εργασίας (Εικόνα 1), που αφορούν στη σύνταξη, στη δομή και στη λειτουργία των προγραμμάτων. Στην τρίτη φάση οι μαθητές προγραμματίζουν χρησιμοποιώντας την επαναληπτική δομή με βάση το δεύτερο φύλλο εργασίας (Εικόνα 2).

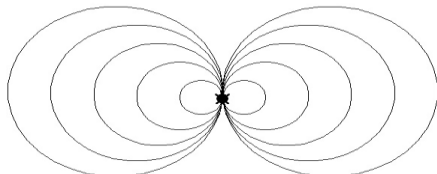
**Φάση Α'.** Κατά την πρώτη φάση οι μαθητές παρακολουθούν τη δημιουργία τριών λουλουδιών από τρεις χελώνες όπως εμφανίζονται στην Εικόνα 3.



*Εικόνα 3. Τρεις χελώνες σχηματίζουν παράλληλα τρία λουλούδια που αποτελούνται από 8 πέταλα κάθε ένα από τα οποία αποτελείται από δύο τόξα*

Στη συνέχεια, οι μαθητές έχουν 5' για να απαντήσουν στις ερωτήσεις του Μέρους Α' του φύλλου εργασίας 1 (Εικόνα 1). Ακολούθησε συζήτηση με βάση τις απαντήσεις των μαθητών. Επίσης, οι μαθητές παρουσίασαν τις οδηγίες που έδωσαν στη χελώνα για την κατασκευή ενός κήπου με λουλούδια και σε συνεργασία με τη διδάσκουσα όρισαν γενικά τα χαρακτηριστικά μιας επανάληψης δηλαδή τον αριθμό των επαναλήψεων και τις ενέργειες που κάθε φορά επαναλαμβάνονται.

Στη συνέχεια οι μαθητές ασχολήθηκαν με το Μέρος Β' του φύλλου εργασίας 1. Παρακολούθησαν μία χελώνα να σχεδιάζει δύο μάτια που έμοιαζαν με κύκλους και αφιέρωσαν 5' για να απαντήσουν τις ερωτήσεις του Μέρους Β' του φύλλου εργασίας 1. Ακολούθησε συζήτηση με τη διδάσκουσα σχετικά με τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης επανάληψης και τις διαφορές της με την προηγούμενη εφαρμογή.



*Εικόνα 4. Μία χελώνα σχηματίζει δύο μάτια που κάθε ένα αποτελείται από πέντε κύκλους διαφορετικού μεγέθους*

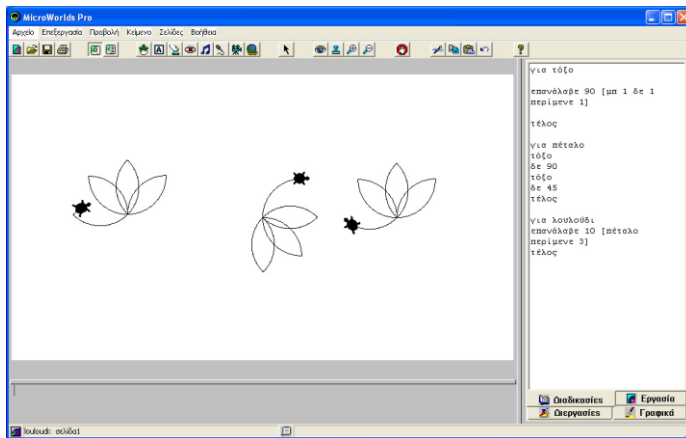
**Φάση Β'.** Στη δεύτερη φάση, η διδάσκουσα ζητά από τους μαθητές να εμφανίσουν τον κώδικα των διαδικασιών (καρτέλα «Διαδικασίες» στο MicroWorlds Pro) για την κατασκευή των τριών λουλουδιών. Οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν σε αυτόν τις εντολές που υλοποιούν την

επανάληψη και τα χαρακτηριστικά της επανάληψης που όρισαν προηγούμενα (Μέρος Γ', Φύλλο εργασίας 1).

Οι μαθητές απάντησαν στις ερωτήσεις του Μέρους Γ' σε χρόνο 5'. Ακολούθησε συζήτηση στην οποία οι μαθητές σε συνεργασία με τη διδάσκουσα εντόπισαν και ανέλυσαν την εντολή της Logo **επανάλαβε αριθμός\_επαναλήψεων [λίστα-εντολών]** η οποία εκτελεί τη λίστα εντολών κατά τον καθορισμένο αριθμό επαναλήψεων.

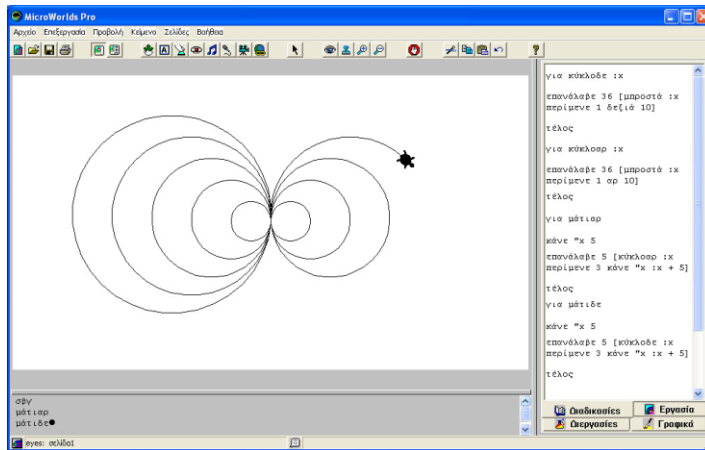
Στη συνέχεια, η διαδικασία επαναλήφθηκε για την Εικόνα 4 όπου οι μαθητές μελετούν και πάλι τον κώδικα. Στόχος είναι να αναγνωρίσουν την επαναληπτική δομή που υλοποιείται από την εντολή **επανάλαβε** και να διαχωρίσουν τον αριθμό των επαναλήψεων από τις ενέργειες που επαναλαμβάνονται. Οι μαθητές σε χρόνο 10' καλούνται να απαντήσουν στις ερωτήσεις του Μέρους Δ' του φύλλου εργασίας 1. Ακολούθησε συζήτηση στην οποία οι μαθητές σε συνεργασία με τη διδάσκουσα και με βάση τις απαντήσεις τους μελετούν δύο επαναλήψεις όπου στη μία οι ίδιες εντολές εκτελούνται σε κάθε επανάληψη ενώ στη δεύτερη οι εντολές διαφοροποιούνται σε κάθε επανάληψη.

Ανάλογα με το επίπεδο των μαθητών ως στόχος της συγκεκριμένης φάσης θα μπορούσε να είναι και η αναγνώριση της έννοιας της μεταβλητής και πως αυτή παίρνει τιμή και ανανεώνεται στη διάρκεια μιας επανάληψης στη γλώσσα Logo. Αυτό υποστηρίζεται από τη μεταβλητή *x* που χρησιμοποιείται στις διαδικασίες *μάτιαρ* και *μάτιδε* (Εικόνα 4) η οποία ορίζει και την ακτίνα του κάθε κύκλου που δημιουργεί η χελώνα.



**Εικόνα 3.** Οι χελώνες σχεδιάζουν λουλούδια: ο κώδικας του προγράμματος που βασίζεται στην επαναληπτική δομή (δεξιά) και το αποτέλεσμα της εκτέλεσης του προγράμματος (αριστερά).

**Φάση Γ'.** Στη διάρκεια της τρίτης φάσης, οι μαθητές αναλαμβάνουν να σχεδιάσουν τη λύση ενός προβλήματος και να αναπτύξουν το σχετικό πρόγραμμα (Φύλλο εργασίας 2). Η διδάσκουσα εξηγεί στους μαθητές τη δραστηριότητα και το φύλλο εργασίας: αρχικά παρουσιάζει το λυμένο πρόβλημα που εμφανίζεται στο φύλλο εργασίας 2 (διαδικασία *αστέρι*) και στη συνέχεια το πρόβλημα που καλούνται οι μαθητές να επιλύσουν, δηλαδή τη δημιουργία έξι αστεριών χρησιμοποιώντας την επαναληπτική δομή. Στη διάρκεια της δραστηριότητας η διδάσκουσα υποστήριξε τους μαθητές σε περιπτώσεις που ζητήθηκαν περαιτέρω διευκρινίσεις για το πρόβλημα, το συντακτικό της επαναληπτικής δομής καθώς και τη χρήση του MicroWorlds Pro.



**Εικόνα 4.** Η χελώνα σχεδιάζει δύο μάτια: ο κώδικας του προγράμματος που βασίζεται στην επαναληπτική δομή (δεξιά) και το αποτέλεσμα της εκτέλεσης του προγράμματος (αριστερά).

### ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Σε όλη τη διάρκεια των δύο ωρών οι μαθητές συμμετείχαν ενεργά και έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την εκπόνηση των εργασιών που ανέλαβαν. Από τη συζήτηση που ακολούθησε μετά από την εκπόνηση του κάθε μέρους του φύλλου εργασίας 1 και την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών, προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν τις ερωτήσεις του πρώτου φύλλου εργασίας σωστά και δεν συνάντησαν ιδιαίτερες δυσκολίες στην αναγνώριση των χαρακτηριστικών επαναλαμβανόμενων διαδικασιών από την καθημερινή ζωή. Επίσης, η μετάβαση σε μια τυποποιημένη μορφή της επαναληπτικής δομής έγινε άμεσα αντιληπτή από τους μαθητές. Ωστόσο στη διάρκεια της ανάπτυξης της δικής τους εφαρμογής στο δεύτερο φύλλο εργασίας συχνά οι μαθητές παραβίαζαν το συντακτικό της σχετικής εντολής και αντιμετώπιζαν δυσκολίες στην ορθή διατύπωσή της.

Στη διάρκεια εκπόνησης της δραστηριότητας στο εργαστήριο (Φύλλο εργασίας 2) βασική δυσκολία που αντιμετώπισαν οι μαθητές ήταν στο πως θα συνθέσουν μια εντολή επανάληψης που θα σχεδιάζει αστέρια σε διαφορετικά σημεία της οθόνης χωρίς αυτά να ταυτίζονται. Η συγκεκριμένη παρατήρηση δηλώνει ότι οι μαθητές είναι σε θέση να αναγνωρίσουν και να διαχωρίσουν τα βασικά χαρακτηριστικά της επαναληπτικής δομής που καλούνται να ορίσουν, δηλαδή τον αριθμό των επαναλήψεων από τις εντολές που επαναλαμβάνονται - η προσοχή τους εστιάστηκε στον προσδιορισμό των ενεργειών της χελώνας οι οποίες θα πρέπει να επαναληφθούν κατά τη διάρκεια της σχεδίασης του ουρανού.

Συνοψίζοντας, από την εφαρμογή της διδακτικής πρότασης, προκύπτει ότι οι μαθητές ενεπλάκησαν ενεργά στην εκπαιδευτική/μαθησιακή διαδικασία, εισήχθησαν ομαλά στην έννοια της επανάληψης, και έδειξαν ενδιαφέρον για πειραματισμό με τη λειτουργία της επαναληπτικής δομής στο περιβάλλον MicroWorlds Pro. Στα μελλοντικά μας σχέδια περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός και η εφαρμογή προτάσεων διδασκαλίας, που να αξιοποιούν τη διδακτική προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί» αλλά και άλλων διδακτικών προσεγγίσεων σε συνδυασμό με το προγραμματιστικό περιβάλλον MicroWorlds Pro, για επιπλέον βασικές έννοιες του προγραμματισμού.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Brusilovsky, P., Calabrese, E., Hvorecky, J., Kouchnirenko, A., & Miller, P. (1997), Minilanguages: A Way to Learn Programming Principles, Education and Information Technologies, 2(1), 65-83.
2. Du Boulay, B. (1989), Some difficulties of learning to program, In E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds), Studying the Novice Programmer, 283-299, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
3. Haberman, B. & Kolikant, Y.B.D. (2001), Activating «Black Boxes» instead of opening «Zippers» - a method of teaching novices basic CS concepts, Proceedings of the ACM ITiCSE '01 Conference, 41-44, Canterbury, UK.
4. LCSΙ δικτυακός τόπος εταιρείας που ανέπτυξε το MicroWorlds Pro <http://www.microworlds.com/> Τελευταία επίσκεψη 9/1/2005.
5. Logo Foundation: <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/index.html> Τελευταία επίσκεψη 9/1/2005.
6. Mamamedia: <http://ww.mamamedia.com> Εκπαιδευτικό υλικό για παιδιά από συνεργάτες του S. Papert, δημιουργού της Logo. Τελευταία επίσκεψη 9/1/2005.
7. OWL – Open World Learning. Δραστηριότητες και υλικό για το MicroWorlds Pro: <http://mia.openworldlearning.org/> Τελευταία επίσκεψη 9/1/2005.
8. Pane, J. & Myers, B. (2000), The Influence of the Psychology of Programming on a Language Design: Project Status Report, Proceedings of the 12th Annual Meeting of the Psychology of Programmers Interest Group, 193-205, Edizioni Memoria, Italy.
9. Papert, S. (1991), Νοητικές Θύελλες, Εκδόσεις Οδυσσέας.
10. Vosniadou, S. (2001), How children learn, Educational Practices Series, n°7, <http://www.ibe.unesco.org/International/Publications/EducationalPractices/prachome.htm>
11. Γλέζου, Κ. & Γρηγοριάδου, Μ. (2003), Αξιοποίηση Logo-like περιβάλλοντος στη σχολική τάξη: εμπειρίες, προβληματισμοί και διδακτικές προτάσεις, Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ (Σύρος, Μάιος 2003), με θέμα: Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη, 269-280.
12. Γλέζου, Κ. & Γρηγοριάδου, Μ. (2004), Παίζω, διερευνώ και μαθαίνω προγραμματίζοντας τη χελώνα, Πρακτικά 2ης Δημερίδας με διεθνή συμμετοχή «Διδακτική της Πληροφορικής», Βόλος, Ιανουάριος 2004, 182-192.
13. Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., Γουλή, Ε. (2002), Εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού: Προτάσεις διδασκαλίας. Στα: Α. Δημητρακοπούλου (Επιμ.): Πρακτικά 3ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», 26-29 Σεπτεμβρίου 2002, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος, Εκδόσεις ΚΑΣΤΑΝΙΩΤΗ, Τόμος Α, 239-248.
14. Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., Γουλή, Ε. (2004), Μαθησιακές δυσκολίες στις επαναληπτικές δομές, Στα: Μ.Γρηγοριάδου, Α.Ράπτης, Σ.Βοσνιάδου, Χ.Κυνηγός (Επιμ.): Πρακτικά 4ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», στο πλαίσιο της Συνεδρίας Εργασίας “Διδακτικές προσεγγίσεις και εκπαιδευτικό λογισμικό Πληροφορικής”, 29 Σεπτεμβρίου – 3 Οκτωβρίου 2004, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Τόμος Β, 535-537.
15. Δαπόντες, Ν., Ιωάννου, Σ., Μαστρογιάννης, Ι., Τζιμόπουλος, Ν., Τσοβόλας, Σ., Αλπιάς, Α. (2003), Ο δάσκαλος δημιουργός, Προτάσεις για διδακτική αξιοποίηση του MicroWorlds Pro στο Νηπιαγωγείο και το Δημοτικό. Εκδόσεις Καστανιώτη.
16. Μικρόπουλος, Α. (2004), Έχει θέση η Logo ως γνωστικό αντικείμενο και ολιστικό πρότυπο στην υποχρεωτική εκπαίδευση;, Πρακτικά 2ης Δημερίδας με διεθνή συμμετοχή «Διδακτική της Πληροφορικής», Βόλος, Ιανουάριος 2004, 65-72.
17. Ξυνογαλάς, Σ., Σατρατζέμη, Μ. & Δαγδιλέλης, Β. (2000), Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικά Εργαλεία. Στο: Β. Κόμης (Επιμ.), Πρακτικά 2ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Εκδόσεις ΚΑΣΤΑΝΙΩΤΗ, 115-124.
18. Ράπτης Α., Ράπτη Α. (2004), «Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας», Εκδόσεις Αριστοτέλης Ράπτης.