

Εφαρμόζοντας το Πλαίσιο ECLiP για τη Διδασκαλία των Επαναληπτικών Δομών στα ΤΕΕ

Μαρία Γρηγοριάδου¹, Αγορίτσα Γόγουλου¹, Κλεοπάτρα Γούδα²

¹Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Αθηνών

²Εκπαιδευτικός, ΠΕ19

gregor@di.uoa.gr, rgog@di.uoa.gr, kleopatra@ath.forthnet.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η εφαρμογή τριών φύλλων εργασίας για τη διδασκαλία των επαναληπτικών δομών σε μαθητές των ΤΕΕ. Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων βασίστηκε στο πλαίσιο ECLiP το οποίο καθορίζει τις βασικές αρχές και τις σχεδιαστικές κατευθύνσεις για το σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου συνόλου δραστηριοτήτων που καλύπτουν και επιτυγχάνουν μαθησιακούς στόχους σε διαφορετικά επίπεδα γνωστικών δεξιοτήτων. Κύριος διδακτικός στόχος των δραστηριοτήτων είναι η κατανόηση από τους μαθητές των διαφορών των επαναληπτικών δομών «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» και «Όσο...επανάλαβε» καθώς και η επιλογή και χρησιμοποίηση της ενδεικνύμενης δομής με βάση το προς επίλυση πρόβλημα. Τα φύλλα εργασίας και η εκπαιδευτική διαδικασία που ακολουθήθηκε ενεργοποίησαν τους μαθητές, τους έδωσαν τη δυνατότητα να διερευνήσουν οι ίδιοι τα χαρακτηριστικά των επαναληπτικών δομών και είχαν θετικά αποτελέσματα στη μάθηση.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Επαναληπτικές Δομές, Διερευνητικές Δραστηριότητες, Συνεργατικές Δραστηριότητες

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολλές ερευνητικές προσπάθειες, που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, αφορούν στο σχεδιασμό, στην εφαρμογή και στην αξιολόγηση διδακτικών προσεγγίσεων για τη διδασκαλία βασικών προγραμματιστικών δομών με στόχο την αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών και την ενεργή εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι προσεγγίσεις αυτές είτε αξιοποιούν χαρακτηριστικά διαφόρων θεωριών μάθησης όπως της συνεργατικής μάθησης (Williams & Urpchurch 2001), της διερευνητικής μάθησης (Herman & Kolikant 2001, Lischner 2001), της μαθητείας (Proulx 2000) είτε στοχεύουν στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών περιβαλλόντων τα οποία διευκολύνουν τη διαδικασία της εκσφαλμάτωσης προγραμμάτων ή/και παρέχουν ένα περιορισμένο σύνολο εντολών με απλή σύνταξη και σημασιολογία (Εφόπουλος κ.α. 2004). Οι συγκεκριμένες προσπάθειες αποσκοπούν στην επίτευξη μαθησιακών στόχων είτε σε επίπεδο κατανόησης των προγραμματιστικών εννοιών/δομών είτε σε επίπεδο

σχεδίασης/ανάπτυξης προγραμμάτων. Σε μία προσπάθεια αντιμετώπισης των μαθησιακών δυσκολιών και καλλιέργειας δεξιοτήτων των μαθητών σε διαφορετικά επίπεδα, έχει προταθεί το πλαίσιο ECLiP (E_xploratory + C_ollaborative L_earning i_n P_rogramming) για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού (Gogoulou et al 2003, Γρηγοριάδου κ.α. 2004a). Το ECLiP αποτελεί τη βάση για το σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου συνόλου δραστηριοτήτων που καλύπτουν και επιτυγχάνουν μαθησιακούς στόχους σε διαφορετικά επίπεδα γνωστικών δεξιοτήτων. Επιπλέον, στο πλαίσιο του ECLiP μπορούν να αξιοποιηθούν διάφορες διδακτικές προσεγγίσεις που δίνουν έμφαση στη διερεύνηση ή στη συνεργασία καθώς και εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που διευκολύνουν τη διαδικασία του προγραμματισμού.

Σε συνέχεια της εφαρμογής και αξιολόγησης του πλαισίου, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε ένα σύνολο δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία των επαναληπτικών δομών στα ΤΕΕ. Κύριο διδακτικό στόχο των δραστηριοτήτων αποτελεί η κατανόηση από τους μαθητές των διαφορών των επαναληπτικών δομών «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» και «Όσο...επανάλαβε» και η επιλογή/χρησιμοποίηση της ενδεικνυόμενης δομής με βάση το προς επίλυση πρόβλημα.

Στην ενότητα που ακολουθεί, περιγράφονται συνοπτικά οι βασικές αρχές του πλαισίου ECLiP. Στη συνέχεια, περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε, αναλύονται οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν βάσει του ECLiP και παρουσιάζονται συγκεντρωτικά αποτελέσματα από την εφαρμογή τους.

ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ECLiP

Το πλαίσιο ECLiP καθορίζει τις βασικές αρχές και τις σχεδιαστικές κατευθύνσεις για το σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου συνόλου δραστηριοτήτων που καλύπτουν και επιτυγχάνουν μαθησιακούς στόχους σε διαφορετικά επίπεδα γνωστικών δεξιοτήτων όπως Κατανόησης (Comprehension), Εφαρμογής (Application), Αξιολόγησης (Checking-Critiquing), και Δημιουργίας (Creation) στο πλαίσιο διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, με σκοπό την αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών. Το ECLiP υιοθετεί χαρακτηριστικά από τη διερευνητική και τη συνεργατική μάθηση και υποστηρίζει για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων μία διαδικασία η οποία αποτελείται από τρία βήματα (Gogoulou et al 2003, Γρηγοριάδου κ.α. 2004a):

- Δημιουργία κινήτρου για μάθηση: Η δημιουργία κινήτρου για μάθηση ή για την ανάπτυξη συγκεκριμένων γνωστικών δεξιοτήτων μπορεί να επιτευχθεί δημιουργώντας στους μαθητές την ανάγκη να μάθουν ή προκαλώντας τους την περιέργεια για το επικείμενο θέμα/έννοια (Edelson 2001). Η διαδικασία της μάθησης θεωρείται αποτελεσματικότερη όταν πραγματοποιείται μέσω δραστηριοτήτων οι οποίες παρουσιάζουν ενδιαφέρον και κρίνονται σημαντικές από τους μαθητές, συνδέουν τη νέα γνώση με την προϋπάρχουσα και αναδεικνύουν ενδεχόμενες ελλείψεις των μαθητών (Vosniadou 2001). Επιπλέον, οι μαθητές κατανοούν και αφομοιώνουν τη νέα γνώση όταν οι ίδιοι την επιζητούν (Schank et al 1999).
- Οικοδόμηση της γνώσης μέσω της Διερεύνησης+Συνεργασίας: Γνωστικές δραστηριότητες όπως η παρατήρηση, η διερεύνηση και η κοινωνική αλληλεπίδραση

συμβάλλουν θετικά στην οικοδόμηση της νέας γνώσης (Edelson 2001, Vosniadou 2001). Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων, σε αυτό το βήμα, μπορεί να αξιοποιήσει χαρακτηριστικά της διερευνητικής και της συνεργατικής μάθησης δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να πειραματιστούν/μελετήσουν μια συγκεκριμένη έννοια καθώς και να συζητήσουν, εκφράσουν και τεκμηριώσουν την άποψή τους και τις ενέργειές τους. Βασικό στόχο των δραστηριοτήτων θα πρέπει να αποτελεί η εκμείευση/ανάδυση της υπάρχουσας γνώσης των μαθητών, η αναθεώρησή της σε περίπτωση εσφαλμένων αντιλήψεων και η ενσωμάτωση της νέας γνώσης.

- Εφαρμογή – Βελτίωση της γνώσης: Η διαδικασία του στοχασμού και της εφαρμογής συμβάλει στην ανάκτηση, στη χρησιμοποίηση και στη βελτίωση της γνώσης (Edelson 2001). Οι δραστηριότητες πρέπει να διαπραγματεύονται ποικίλες και διαφορετικές περιπτώσεις μέσα από τις οποίες οι μαθητές ανακτούν τη νέα γνώση, πειραματίζονται και εξοικειώνονται με διαφορετικούς τρόπους εφαρμογής της και «συνδέουν» τη νέα γνώση με την προϋπάρχουσα.

Οι δραστηριότητες πρέπει να αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο, να έχουν συνοχή και συνέχεια και να στοχεύουν τόσο στην απόκτηση της γνώσης (2^ο Βήμα) όσο και στην εφαρμογή της (3^ο Βήμα). Η διαδικασία της διερεύνησης και της συνεργασίας μπορεί να συμβάλει θετικά στην επίτευξη των γνωστικών στόχων του 2^{ου} Βήματος ενώ διάφορες μορφές συνεργασίας των μαθητών μπορούν να αξιοποιηθούν στο 1^ο και στο 3^ο Βήμα. Τα αποτελέσματα της πειραματικής αξιολόγησης του ECLiP είναι ενθαρρυντικά όσον αφορά στην εκπαιδευτική διαδικασία που ακολουθήθηκε και στην αποτελεσματικότητα των δραστηριοτήτων που σχεδιάστηκαν (Γρηγοριάδου κ.α. 2004a).

ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ECLiP ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΔΟΜΩΝ

Η διαδικασία

Με βάση το πλαίσιο ECLiP σχεδιάστηκαν τρία φύλλα εργασίας: ένα φύλλο εργασίας για την επαναληπτική δομή «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» (Repeat ... until), ένα φύλλο εργασίας για την επαναληπτική δομή «Όσο ... επανέλαβε» (While...do) και ένα φύλλο εργασίας που εστιάζει στις διαφορές των δύο επαναληπτικών δομών. Τα φύλλα εργασίας εφαρμόστηκαν σε μαθητές των ΤΕΕ της Β΄ Τάξης του Α΄ κύκλου σπουδών κατά το σχολικό έτος 2003-2004, στο πλαίσιο του μαθήματος «Προγραμματισμός Υπολογιστών». Η διδασκαλία του μαθήματος γίνεται με τον παραδοσιακό τρόπο (διάλεξη/παράδειγμα από τον καθηγητή και εκπόνηση εργασιών από τους μαθητές).

Στο σχεδιασμό των τριών φύλλων εργασίας ελήφθησαν υπόψη οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές (Γρηγοριάδου κ.α. 2004) στις συγκεκριμένες επαναληπτικές δομές οι οποίες, σύμφωνα με τη διδάσκουσα και υπεύθυνη της διεξαγωγής της συγκεκριμένης εφαρμογής/έρευνας, αποτελούν δυσκολίες και του δείγματος. Συγκεκριμένα, η επίδοση των μαθητών του δείγματος στην εκπόνηση διάφορων εργασιών, πριν την εφαρμογή των τριών φύλλων εργασίας, έδειξε ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στον καθορισμό της συνθήκης ελέγχου τόσο στην επαναληπτική δομή «Όσο ... επανέλαβε» όσο και στην «Αρχή_επανάληψης ...

μέχρις_ότου» καθώς και στην επιλογή της ενδεικνυόμενης επαναληπτικής δομής με βάση το προς επίλυση πρόβλημα. Το 1ο φύλλο εργασίας εκπόνθησαν 16 μαθητές ενώ το 2ο και το 3ο φύλλο εργασίας εκπόνθησαν 22 μαθητές (το σύνολο των μαθητών ήταν 35 αλλά λόγω απουσίας δεν συμμετείχαν όλοι). Επειδή οι μαθητές δεν είχαν εμπειρία στην ανάπτυξη προγραμμάτων μέσω μιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού, χρησιμοποιήθηκε στην αναπαράσταση/ανάπτυξη προγραμμάτων η μορφή του ψευδοκώδικα που υπάρχει στο αντίστοιχο σχολικό εγχειρίδιο. Καθένα από τα τρία φύλλα εργασίας εφαρμόστηκε σε διαφορετικό χρόνο - ένα την εβδομάδα. Η χρονική διάρκεια εκπόνησης του κάθε φύλλου εργασίας προγραμματίστηκε σε τρεις συνεχόμενες διδακτικές ώρες. Μετά το πέρας της εφαρμογής των τριών φύλλων εργασίας και την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών, η υπεύθυνη της διεξαγωγής της έρευνας συζήτησε με τους μαθητές τις απαντήσεις τους στα τρία φύλλα εργασίας και τους ζήτησε να σχολιάσουν την όλη εκπαιδευτική διαδικασία. Επίσης, το γνωστικό επίπεδο των μαθητών αξιολογήθηκε κατά τη διάρκεια των μαθημάτων που επακολούθησαν καθώς και μέσω της συμμετοχής τους στις γραπτές εξετάσεις του β' τετραμήνου, οι οποίες διενεργήθηκαν μετά από διάστημα τεσσάρων εβδομάδων από την ολοκλήρωση της διαδικασίας.

Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων

Τα φύλλα εργασίας αποσκοπούν στο να καταστούν οι μαθητές ικανοί

- να εφαρμόζουν ορθά τις επαναληπτικές δομές «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» και «Όσο...επανάλαβε» στην επίλυση απλών προβλημάτων, και
- να επιλέγουν την καταλληλότερη από τις δύο επαναληπτικές δομές στην επίλυση προβλημάτων.

Συγκεκριμένα, το 1ο φύλλο εργασίας αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών στον καθορισμό των λειτουργικών χαρακτηριστικών της επαναληπτικής δομής «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» καθώς και στον προσδιορισμό της λειτουργίας της συγκεκριμένης δομής ενώ το 2^ο φύλλο εργασίας αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών στον καθορισμό των λειτουργικών χαρακτηριστικών της επαναληπτικής δομής «Όσο ... επανέλαβε» καθώς και στον προσδιορισμό της λειτουργίας της. Οι δραστηριότητες που αποτελούν τα δύο φύλλα εργασίας στοχεύουν στο να είναι οι μαθητές σε θέση ...

- να αναγνωρίζουν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της επαναληπτικής δομής «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» (1^ο φύλλο εργασίας) και «Όσο ... επανέλαβε» (2^ο φύλλο εργασίας) δοθέντος ενός ψευδοκώδικα,
- να προσδιορίζουν τη λειτουργία και τα αποτελέσματα της εκτέλεσης ενός ψευδοκώδικα στον οποίο χρησιμοποιείται η επαναληπτική δομή «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» (1^ο φύλλο εργασίας) ή «Όσο ... επανέλαβε» (2^ο φύλλο εργασίας),
- να καθορίζουν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της επαναληπτικής δομής «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» (1^ο φύλλο εργασίας) και «Όσο ... επανέλαβε» (2^ο φύλλο εργασίας) κατά την επίλυση ενός προβλήματος,

- να αναπτύσσουν ένα πρόγραμμα χρησιμοποιώντας την επαναληπτική δομή «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» (1^ο φύλλο εργασίας) ή «Όσο ... επανέλαβε» (2^ο φύλλο εργασίας), και
- να αξιολογούν τη λύση ενός προβλήματος.

Το πλαίσιο σχεδιασμού των δύο φύλλων εργασίας είναι ανάλογο. Αρχικά, στην 1η δραστηριότητα δίνεται ένα πρόβλημα στους μαθητές προς επίλυση (στο 1ο φύλλο εργασίας δίνεται το πρόβλημα «Παίζουμε 31;» και στο 2ο φύλλο εργασίας δίνεται το πρόβλημα «Βρες τον αριθμό που σκέφτηκα»). Οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν τη λύση του προβλήματος καθοδηγούμενοι από σχετικές ερωτήσεις (π.χ. Πόσες μεταβλητές θα χρησιμοποιηθούν κατά τη γνώμη σας για την επίλυση του προβλήματος και τι θα δηλώνει η κάθε μία από αυτές; Πιστεύετε ότι πρέπει να χρησιμοποιηθεί δομή επανάληψης; Αν ναι, ποια κατά τη γνώμη σας είναι η πιο κατάλληλη και γιατί;). Στη συνέχεια, στο πλαίσιο της 2^{ης} δραστηριότητας, οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν τη λειτουργία της επαναληπτικής δομής «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» (1^ο φύλλο εργασίας) και «Όσο ... επανέλαβε» (2^ο φύλλο εργασίας) (i) μελετώντας συναφή προβλήματα/προγράμματα, (ii) απαντώντας σε ερωτήσεις που έχουν σχέση με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των επαναληπτικών δομών που χρησιμοποιούνται και με τη λειτουργία των προγραμμάτων, (iii) προβλέποντας τα αποτελέσματα της εκτέλεσης των προγραμμάτων για ενδεικτικές τιμές εισόδου, και (iv) εκτελώντας στον υπολογιστή τα αντίστοιχα προγράμματα (αξιοποίηση της διδακτικής προσέγγισης «Διερευνήσεις» (Lischner 2001)). Οι μαθητές μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης των προγραμμάτων και της παρατήρησης/εξήγησης τυχόν διαφορών μεταξύ των προβλεπόμενων και των πραγματικών αποτελεσμάτων, έχουν τη δυνατότητα να αναθεωρήσουν τυχόν απαντήσεις τους που αφορούν στα λειτουργικά χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων επαναληπτικών δομών και στη λειτουργία των προγραμμάτων. Στις δύο πρώτες δραστηριότητες, οι μαθητές συνεργάζονται σε ομάδες των δύο ατόμων – η ομαδοποίηση έγινε με βάση το γνωστικό τους επίπεδο ώστε τα προφίλ να είναι συμπληρωματικά. Στην 3^η δραστηριότητα, οι μαθητές καλούνται ατομικά να αναπτύξουν τη λύση του προβλήματος της 1^{ης} δραστηριότητας σε μορφή ψευδοκώδικα, και στη συνέχεια να αξιολογήσουν τη λύση του συμμαθητή-συνεργάτη τους.

Το 3ο φύλλο εργασίας αποσκοπεί στο να μπορούν οι μαθητές

- να διακρίνουν και να προσδιορίζουν τις διαφορές των επαναληπτικών δομών «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» και «Όσο ... επανέλαβε»,
- να αναφέρουν σε ποιες περιπτώσεις ενδείκνυται η κάθε μια από τις δύο επαναληπτικές δομές, και
- να επιλέγουν την καταλληλότερη επαναληπτική δομή για την επίλυση ενός προβλήματος.

Στον Πίνακα 1, δίνεται μία συνοπτική παρουσίαση των δραστηριοτήτων του 3^{ου} φύλλου εργασίας, αναφέρονται οι διδακτικές προσεγγίσεις που έχουν αξιοποιηθεί στο σχεδιασμό των δραστηριοτήτων βάσει του πλαισίου ECLiP και δίνονται ενδεικτικά τμήματα του φύλλου εργασίας όπως δόθηκε στους μαθητές.

Πίνακας 1: Περιεχόμενο/Χαρακτηριστικά του 3^{ου} Φύλλου Εργασίας που αφορά στις διαφορές των επαναληπτικών δομών «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» και «Όσο ... επανάλαβε»

1^ο Βήμα του ECLiP: 1^η Δραστηριότητα: «Ας αξιολογήσουμε τη λύση...»	
Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Οι μαθητές να <ul style="list-style-type: none"> • προβληματίζονται για το ποια επαναληπτική δομή είναι η ενδεικνυόμενη στην επίλυση ενός προβλήματος • αξιολογούν τη λύση ενός προβλήματος
Πλαίσιο Δραστηριότητας	Οι μαθητές καλούνται να αξιολογήσουν τη λύση που δίνεται στο πλαίσιο επίλυσης ενός προβλήματος όσον αφορά στην καταλληλότητα/αποτελεσματικότητα της επαναληπτικής δομής που χρησιμοποιείται, τεκμηριώνοντας την απάντησή τους. Συγκεκριμένα δίνονται στους μαθητές <ul style="list-style-type: none"> • το πρόβλημα που δόθηκε στο 1^ο φύλλο εργασίας (δηλαδή «Παίζουμε 31;») και μία λύση του προβλήματος στην οποία χρησιμοποιείται η επαναληπτική δομή «Όσο ... επανάλαβε» (ενώ ενδείκνυται η «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου»), και • το πρόβλημα που δόθηκε στο 2^ο φύλλο εργασίας («Βρες τον αριθμό που σκέφτηκα») και μία λύση του προβλήματος στην οποία χρησιμοποιείται η επαναληπτική δομή «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» (ενώ ενδείκνυται η «Όσο ... επανάλαβε»).
Διδακτικές Προσεγγίσεις	Συνεργασία σε ομάδες των 2 ατόμων όπου τα μέλη δρουν ισότιμα
2^ο Βήμα του ECLiP: 2^η Δραστηριότητα: «Υπάρχουν διαφορές στις επαναληπτικές δομές η «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» και «Όσο ... επανέλαβε»;»	
Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Οι μαθητές <ul style="list-style-type: none"> • να αναγνωρίζουν/προσδιορίζουν τις διαφορές διαφορετικών λύσεων που προτείνονται για την επίλυση του ίδιου προβλήματος • να αναγνωρίζουν τις διαφορές των δύο επαναληπτικών δομών και να συνδέουν τις διαφορές αυτές με τα αποτελέσματα εκτέλεσης
Πλαίσιο Δραστηριότητας	Αρχικά, οι μαθητές καλούνται να εκτελέσουν, για καθένα από τα προβλήματα δύο διαφορετικά εκτελέσιμα αρχεία (στο ένα χρησιμοποιείται η επαναληπτική δομή «Όσο ... επανάλαβε» ενώ στο δεύτερο η «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου») και να παρατηρήσουν τα αποτελέσματα της εκτέλεσης για ενδεικτικές τιμές εισόδου. Στη συνέχεια, οι μαθητές μελετούν τα αντίστοιχα τμήματα ψευδοκώδικα και μέσα από μια σειρά ερωτήσεων επιδιώκεται να συνδέσουν τη διαφορετικότητα στα αποτελέσματα της εκτέλεσης με τις επαναληπτικές δομές που χρησιμοποιούνται

	ώστε να κατανοήσουν τις διαφορές των δύο επαναληπτικών δομών.
Διδακτικές Προσεγγίσεις	«Μαύρο-Κουτί» (Haberman & Kolikant 2001) (ατομική εκπόνηση)
Ενδεικτικό τμήμα του Φύλλου Εργασίας	Ερωτήσεις που δόθηκαν στους μαθητές για απάντηση: 1. Ποιες ενέργειες περιλαμβάνονται στο σώμα της επανάληψης του ψευδοκώδικα 1 και του ψευδοκώδικα 2; 2. Γιατί στα αποτελέσματα εκτέλεσης του 1 ^{ου} προγράμματος εμφανίστηκε αρχικά το μήνυμα «Δώσε αριθμό» και στη συνέχεια εμφανίστηκε το μήνυμα «Απέτυχε. Δώσε πάλι αριθμό», ενώ στα αποτελέσματα της εκτέλεσης του 2 ^{ου} προγράμματος εμφανιζόταν μόνο το μήνυμα «Δώσε αριθμό»; 3. Ποιες διαφορές παρατηρείτε μεταξύ των δύο λύσεων; 4. Ποια λύση θεωρείτε ότι ενδείκνυται για την επίλυση του προβλήματος και γιατί;
3^ο Βήμα του ECLiP: 3^η Δραστηριότητα: «Και τώρα ας προγραμματίσουμε»	
Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Οι μαθητές <ul style="list-style-type: none"> • να επιλέγουν την κατάλληλη δομή επανάληψης για τη λύση ενός προβλήματος • να επιλύουν ένα πρόβλημα χρησιμοποιώντας την καταλληλότερη επαναληπτική δομή • να ελέγχουν την ορθότητα της λύσης ενός προγράμματος
Πλαίσιο Δραστηριότητας	Αρχικά δίνονται τέσσερα προβλήματα και οι μαθητές καλούνται να αποφασίσουν/επιλέξουν την ενδεικνυόμενη επαναληπτική δομή. Στη συνέχεια, οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν δύο από τα τέσσερα προβλήματα και να τα επιλύσουν αναπτύσσοντας τη λύση σε μορφή ψευδοκώδικα. Τέλος, οι μαθητές αξιολογούν τις απαντήσεις που έδωσε ο συνεργάτης τους στις δύο παραπάνω εργασίες (η σύνθεση των ομάδων παραμένει η ίδια όπως στο 1ο και στο 2ο φύλλο εργασίας).
Ενδεικτικό τμήμα του Φύλλου Εργασίας	Προβλήματα που δόθηκαν στους μαθητές: 1. Να γραφεί πρόγραμμα, το οποίο να εμφανίζει το λεκτικό «Επιλέξτε την επιθυμητή πράξη: 1: Πρόσθεση, 2: Αφαίρεση, 3: Πολλαπλασιασμός, 4: Διαίρεση» και στη συνέχεια θα διαβάξει έναν αριθμό μέχρι να δοθεί αριθμός 1, 2, 3, ή 4. 2. Να γραφεί πρόγραμμα που να διαβάξει ένα σύνολο θετικών αριθμών και να βρίσκει/εμφανίζει τον μεγαλύτερο. Το τέλος του συνόλου των αριθμών θα δηλώνεται με αρνητικό αριθμό.

Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις των μαθητών στα τρία φύλλα εργασίας αναλύθηκαν ποσοτικά (συγκεντρωτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 με βάση τους στόχους

των τριών φύλλων εργασίας) και ποιοτικά. Η ποιοτική ανάλυση είχε σκοπό να διερευνηθούν (i) οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές, (ii) τυχόν βελτιώσεις στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών, και (iii) το πλαίσιο των επιμέρους δραστηριοτήτων στην επίτευξη των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών, προκύπτει ότι οι μαθητές

- αντιμετωπίζουν μεγαλύτερες δυσκολίες στη χρησιμοποίηση των επαναληπτικών δομών κατά την ανάπτυξη ενός προγράμματος (ποσοστά 14% και 30% στο 1^ο και 2^ο φύλλο εργασίας αντίστοιχα) συγκριτικά με τον προσδιορισμό των λειτουργικών χαρακτηριστικών των επαναληπτικών δομών (ποσοστά 46% και 49% στο 1^ο και 2^ο φύλλο εργασίας αντίστοιχα). Από τις απαντήσεις των μαθητών στην 3^η δραστηριότητα του 1^{ου} και του 2^{ου} φύλλου εργασίας (ανάπτυξη προγράμματος), διαπιστώνεται ότι ένας αριθμός μαθητών ενώ είναι σε θέση να καθορίζει επιτυχώς τη συνθήκη ελέγχου της επαναληπτικής δομής λεκτικά, αντιμετωπίζει δυσκολίες στη διατύπωσή της σε μορφή ψευδοκώδικα.
- παρουσιάζουν σταδιακή βελτίωση κατά την εκπόνηση των τριών φύλλων εργασίας. Ιδιαίτερα στο 1^ο και στο 2^ο φύλλο εργασίας, που έχουν ανάλογα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, παρατηρείται αύξηση του αριθμού των μαθητών οι οποίοι έδωσαν ορθές απαντήσεις στα ερωτήματα των δραστηριοτήτων του 2^{ου} φύλλου συγκριτικά με το 1^ο φύλλο εργασίας. Όσον αφορά στο 3^ο φύλλο εργασίας, φαίνεται ότι οι μαθητές σε ικανοποιητικό ποσοστό (75%) κατανόησαν τις διαφορές των δύο επαναληπτικών δομών στο πλαίσιο επίλυσης των προβλημάτων που αντιμετώπισαν στο 1^ο και στο 2^ο φύλλο εργασίας και μπορούν να αναπτύξουν ορθά προγράμματα (εκτός του 40% των ορθών απαντήσεων ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών 37% «πλησίασε» την ορθή λύση κάνοντας λάθη που σχετίζονται περισσότερο με την αρχικοποίηση και ανανέωση της τιμής της μεταβλητής ελέγχου). Επίσης, η αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών στις γραπτές εξετάσεις του β' τετραμήνου, έδειξε ότι οι μαθητές που συμμετείχαν στην πρόταση διδασκαλίας είχαν σαφώς καλύτερη επίδοση σε σχέση με το α' τετράμηνο και σε σχέση με τους μαθητές που δε συμμετείχαν στην όλη διαδικασία.

Το πλαίσιο των δραστηριοτήτων ενεργοποίησε τους μαθητές και τους βοήθησε να κατανοήσουν τις διαφορές των δύο επαναληπτικών δομών. Τα προβλήματα που διαπραγματεύονταν οι δραστηριότητες κίνησαν το ενδιαφέρον των μαθητών (όπως σχολιάστηκε και από τους ίδιους) ενώ η αξιοποίηση ποικίλων διδακτικών προσεγγίσεων έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές να παρατηρήσουν και να πειραματιστούν με τη λειτουργία των προγραμμάτων, να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας των δύο επαναληπτικών δομών εκτελώντας προγράμματα στον υπολογιστή και να στοχαστούν, αναθεωρήσουν και τεκμηριώσουν τις απόψεις τους. Για παράδειγμα, οι μαθητές στο 1^ο και στο 2^ο φύλλο εργασίας μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας των «Διερευνήσεων» (δηλαδή εκτέλεση των προγραμμάτων στον υπολογιστή και σύγκριση των πραγματικών αποτελεσμάτων με τα προβλεπόμενα), πρόβλεψαν σε αναθεωρήσεις των απαντήσεών τους, που είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού των ορθών απαντήσεων. Αν και η όλη εκπαιδευτική διαδικασία και το πλαίσιο των δραστηριοτήτων σχολιάστηκε

θετικά από τους μαθητές τόσο ως προς το ενδιαφέρον που τους προκάλεσε όσο και ως προς την επίτευξη των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων, η όλη διαδικασία κρίθηκε χρονοβόρα και κουραστική.

Πίνακας 2: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα από την εφαρμογή των τριών φύλλων εργασιών με βάση τους στόχους τους

Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Ποσοστά Ορθών Απαντήσεων	
	<i>1^ο Φύλλο Εργασίας</i>	<i>2^ο Φύλλο Εργασίας</i>
Αναγνώριση των λειτουργικών χαρακτηριστικών της επαναληπτικής δομής	46%	49%
Προσδιορισμός της λειτουργίας και των αποτελεσμάτων εκτέλεσης ενός ψευδοκώδικα	59%	64%
Ανάπτυξη προγράμματος	14%	30%
Αξιολόγηση της λύσης ενός προβλήματος	18%	27%
	<i>3^ο Φύλλο Εργασίας</i>	
Προσδιορισμός των διαφορών των δύο επαναληπτικών δομών	75%	
Επιλογή της ενδεικνύμενης επαναληπτικής δομής	52%	
Ανάπτυξη προγράμματος	40%	

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Το πλαίσιο ECLiP υποστηρίζει το σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου συνόλου δραστηριοτήτων που καλύπτουν και επιτυγχάνουν μαθησιακούς στόχους σε διαφορετικά επίπεδα γνωστικών δεξιοτήτων. Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή των τριών φύλλων εργασίας για τη διδασκαλία των επαναληπτικών δομών σε μαθητές των ΤΕΕ έδειξε ότι η πλειονότητα των μαθητών κατανόησαν τις διαφορές των επαναληπτικών δομών «Αρχή_επανάληψης ... μέχρις_ότου» και «Όσο...επανάλαβε» και ήταν σε θέση να επιλέγουν την ενδεικνύμενη δομή με βάση το προς επίλυση πρόβλημα. Η εκπαιδευτική διαδικασία ενεργοποίησε τους μαθητές, τους ενέπλεξε σε ποικίλες δραστηριότητες και τους έδωσε τη δυνατότητα να διερευνήσουν οι ίδιοι τα χαρακτηριστικά των επαναληπτικών δομών. Στα άμεσα σχέδια μας περιλαμβάνεται η ενσωμάτωση και η αξιολόγηση σχετικών δραστηριοτήτων στο πλαίσιο του Διαδικτυακού Προσαρμοστικού Σύγχρονου Περιβάλλοντος Συνεργατικής Μάθησης SCALE (Γρηγοριάδου κ.α. 2004b).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Edelson D. (2001), Learning-for-Use: A Framework for the Design of Technology-Supported Inquiry Activities, *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 355-385

- Gogoulou A., Gouli E., Grigoriadou M. & Samarakou M. (2003), Exploratory + Collaborative Learning in Programming: A Framework for the Design of Learning Activities, in V. Devedzic, J.M. Spector, D.G. Sampson & Kinshuk (eds.) *Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 350-351, Athens
- 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
- Lischner, R. (2001), Explorations: Structured Labs for First-Time Programmers, *Proceedings of the ACM SIGCSE '01 Conference*, 154-158 Charlotte, USA
- Proulx, V. (2000), Programming Patterns and Design Patterns in the Introductory Computer Science Course, *Proceedings of the ACM SIGSCE '00 Conference*, 80-84, Austin, USA
- Schank R., Berman T. & Macpherson K. (1999), Learning by Doing, in Charles M. Reigeluth (ed.), *Instructional-design Theories and Models, A New paradigm of Instructional Theory*, Volume II, 161-184, Lawrence Erlbaum Associates
- Vosniadou, S. (2001), How children learn, *Educational Practices Series*, n°7, <http://www.ibe.unesco.org/International/Publications/EducationalPractices/prachome.htm>
- Williams, L. & Upchurch, R.L. (2001), In Support of Student Pair-Programming, *Proceedings of the ACM SIGCSE '01 Conference*, 327-331, Charlotte, USA
- Γρηγοριάδου Μ., Γόγουλου Α. & Γουλή Ε. (2004), Μαθησιακές Δυσκολίες στις Επαναληπτικές Δομές, στο Μ. Γρηγοριάδου, Α. Ράπτης, Σ. Βοσνιάδου & Χ. Κυνηγός (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τις «Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, Συνεδρία Εργασίας «Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικό λογισμικό Πληροφορικής», Τόμος Β, 535-537, Αθήνα
- Γρηγοριάδου Μ., Γόγουλου Α., Γουλή Ε. & Σαμαράκου Μ. (2004a), Σχεδιάζοντας «Διερευνητικές+Συνεργατικές» δραστηριότητες σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού, στο Π. Πολίτης (επιμ.), *Πρακτικά 2ης Διημερίδας με Διεθνή Συμμετοχή με τίτλο: «Διδακτική της Πληροφορικής»*, 86-96, Βόλος
- Γρηγοριάδου Μ., Γόγουλου Α., Γουλή Ε. & Σαμαράκου Μ. (2004b), Οι Δραστηριότητες ως δομικό στοιχείο Μάθησης + Συνεργασίας στο SCALE, στο Μ. Γρηγοριάδου, Α. Ράπτης, Σ. Βοσνιάδου & Χ. Κυνηγός (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τις «Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, Τόμος Α, 525-534, Αθήνα
- Εφόπουλος, Β., Δαγδύλης, Β. & Ευαγγελίδης, Γ. (2004), Ένα περιβάλλον για τη συστηματική διδασκαλία του προγραμματισμού σε αρχάριους, στο Μ. Γρηγοριάδου, Α. Ράπτης, Σ. Βοσνιάδου & Χ. Κυνηγός (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τις «Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, Τόμος Β, 544-546, Αθήνα