ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2003)

2ο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής

Σχεδιάζοντας «Διερευνητικές + Συνεργατικές» δραστηριότητες σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού

Μαρία Γρηγοριάδου, Αγορίτσα Γόγουλου, Ευαγγελία Γουλή, Μαρία Σαμαράκου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Γρηγοριάδου Μ., Γόγουλου Α., Γουλή Ε., & Σαμαράκου Μ. (2025). Σχεδιάζοντας «Διερευνητικές + Συνεργατικές» δραστηριότητες σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 086–096. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/7843

Σχεδιάζοντας «Διερευνητικές + Συνεργατικές» δραστηριότητες σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού

Μαρία Γρηγοριάδου
Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Αθηνών
gregor@di.uoa.gr

Αγορίτσα Γόγουλου
Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Αθηνών
rgog@di.uoa.gr

Ευαγγελία Γουλή
Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Αθηνών
lilag@di.uoa.gr

Μαρία Σαμαράκου
Τμήμα Ενεργειακής Τεχνολογίας, ΤΕΙ Αθηνών
marsam@teiath.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: *Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζεται ένα πλαίσιο για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων που επιτυγχάνουν μαθησιακούς στόχους σε διαφορετικά επίπεδα γνωστικών δεξιοτήτων. Το πλαίσιο, αποκαλούμενο ECLiP, υιοθετεί χαρακτηριστικά από τη διερευνητική και τη συνεργατική μάθηση και υποστηρίζει μία διαδικασία τριών βημάτων (i) Δημιουργία κινήτρου για μάθηση, (ii) Οικοδόμηση της γνώσης μέσω της Διερεύνησης+Συνεργασίας, και (iii) Εφαρμογή – Αναδόμηση της γνώσης. Η εφαρμογή/αξιολόγηση του ECLiP έδειξε ότι το ενιαίο σύνολο των δραστηριοτήτων που σχεδιάστηκαν καθώς και η εκπαιδευτική διαδικασία που ακολουθήθηκε συνέβαλαν θετικά στην ενίσχυση του μαθησιακού αποτελέσματος.*

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: *διερευνητική μάθηση, συνεργατική μάθηση, εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού, επαναληπτικές δομές, μαθησιακές δυσκολίες*

Εισαγωγή

Αρκετές ερευνητικές προσπάθειες επικεντρώνονται στη βελτίωση και προαγωγή της μαθησιακής διαδικασίας σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού. Νέες διδακτικές προσεγγίσεις προτείνονται και αξιολογούνται στην τάξη, οι οποίες υιοθετούν χαρακτηριστικά *της συνεργατικής μάθησης* (collaborative learning) όπως η ανάπτυξη προγραμμάτων που βασίζεται στη συνεργασία δύο ατόμων («pair-programming») (Williams & Upchurch, 2001), *της διερευνητικής μάθησης* (exploratory learning) όπως η προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί» (Haberman, & Kolikant, 2001) και η προσέγγιση που βασίζεται στις «Διερευνήσεις» (Lischner, 2001), κ.λπ. Οι προσεγγίσεις αυτές επικεντρώνονται στην επίτευξη μαθησιακών στόχων είτε σε επίπεδο κατανόησης των προγραμματιστικών εννοιών/δομών είτε σε επίπεδο σχεδίασης/ανάπτυξης προγραμμάτων και αποσκοπούν στην αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών.

Η παρούσα εργασία, συνεισφέρει και εξελίσσει σχετικές ερευνητικές προσπάθειες, παρουσιάζοντας ένα πλαίσιο, το οποίο ονομάζεται ECLiP (Exploratory + Collaborative Learning in Programming), για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού. Το ECLiP βασίζεται στην ιδέα του μοντέλου «Learning-for-Use», το οποίο περιγράφει τη διαδικασία που μπορεί να υποστηρίξει το σχεδιασμό δραστηριοτήτων που αποσκοπούν στην απόκτηση γνώσεων και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων για τη διερεύνηση διαφόρων θεμάτων στο πλαίσιο μαθημάτων των φυσικών επιστημών όπως η γεωγραφία (Edelson, 2001). Επίσης, το ECLiP υιοθετεί χαρακτηριστικά από τη διερευνητική και τη συνεργατική μάθηση. Οι βασικές αρχές του ECLiP παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα και αναλύεται το πλαίσιο για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού. Στη συνέχεια, περιγράφεται η πειραματική αξιολόγηση που διεξήχθη, η διαδικασία που

ακολουθήθηκε, οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν καθώς και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης.

ECLiP: Διερευνητική + Συνεργατική Μάθηση στον Προγραμματισμό

Οι βασικές αρχές του ECLiP

Το πλαίσιο ECLiP αποτελεί τη βάση 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) (Gouli, Gogoulou, Grigoriadou, & Samarakou, 2003), στο πλαίσιο διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, με σκοπό την αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών. Το ECLiP βασίζεται στις αρχές του μοντέλου «Learning-for-Use», υιοθετεί χαρακτηριστικά από τη διερευνητική και τη συνεργατική μάθηση και υποστηρίζει για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων μία διαδικασία η οποία αποτελείται από τρία βήματα (Gogoulou, Gouli, Grigoriadou, & Samarakou, 2003):

- Δημιουργία κινήτρου για μάθηση (Acquiring Knowledge): 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 και αποσκοπούν στην απόκτησή της (Schank, Berman, & Macpherson, 1999). Επομένως, είναι απαραίτητο στη διαδικασία της μάθησης να δημιουργούνται καταστάσεις που να αρεστές και ενδιαφέρουσες στους μαθητές, να προκαλούν την περιέργεια τους και να τους δίνουν τη δυνατότητα να εκφράσουν τις απόψεις τους.
- Οικοδόμηση της γνώσης μέσω της Διερεύνησης+Συνεργασίας (Constructing knowledge by Exploration+Collaboration): Γνωστικές δραστηριότητες όπως η παρατήρηση και η διερεύνηση καθώς 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 ανακαλύψουν το νόημα και τις ιδιότητες μιας συγκεκριμένης έννοιας καθώς και να συζητήσουν, εκφράσουν και τεκμηριώσουν την άποψή τους και τις ενέργειές τους. Βασικό στόχο των δραστηριοτήτων θα πρέπει να αποτελεί η εκμαίευση/ανάδυση της υπάρχουσας γνώσης των μαθητών, η αναθεώρησή της σε περίπτωση εσφαλμένων αντιλήψεων και η οικοδόμηση/ ενσωμάτωση της νέας γνώσης (Ben-Ari, 2001).
- Εφαρμογή – Αναδόμηση της γνώσης (Applying-Refining knowledge): Η διαδικασία του αναστοχασμού (reflection) και της εφαρμογής (application) συμβάλει στην ανάκτηση, στη χρησιμοποίηση και στην αναδόμηση/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. Η εμπλοκή των μαθητών σε συνεργατικές δραστηριότητες μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη του

αναστοχασμού και δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να διερευνήσουν/αξιολογήσουν εναλλακτικούς τρόπους επίλυσης των προβλημάτων και εφαρμογής της γνώσης.

Οι δραστηριότητες που σχεδιάζονται με βάση το ECLiP πρέπει να αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο, να έχουν συνοχή και συνέχεια και να στοχεύουν τόσο στην απόκτηση της γνώσης (2ο Βήμα) όσο και στην εφαρμογή της (3ο Βήμα). Απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη αυτών των στόχων αποτελεί η ενεργοποίηση/αξιοποίηση της φυσικής διάθεσης των μαθητών για μάθηση (1ο Βήμα). Οι δραστηριότητες πρέπει να είναι αλληλένδετες και μπορεί να παρουσιάζουν επικαλύψεις όσον αφορά στις γνωστικές δραστηριότητες και στους στόχους του κάθε βήματος. Για παράδειγμα, η διαδικασία του αναστοχασμού μπορεί εν μέρει να πραγματοποιηθεί στο 2ο Βήμα και να ολοκληρωθεί στο 3ο Βήμα ενώ κατά τη διαδικασία της εφαρμογής της γνώσης (3ο Βήμα) μπορεί να προκληθεί κίνητρο και να «γεννηθεί» η ανάγκη για ένα νέο κύκλο δραστηριοτήτων. Η διαδικασία της διερεύνησης και της συνεργασίας μπορεί να συμβάλλει θετικά στην επίτευξη των γνωστικών στόχων του 2ου Βήματος ενώ διάφορες μορφές συνεργασίας/αλληλεπίδρασης των μαθητών μπορούν να αξιοποιηθούν στο 1ο και στο 3ο Βήμα.

Σχεδιάζοντας δραστηριότητες για εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού

Η εφαρμογή του πλαισίου στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων για εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού οδήγησε στον καθορισμό συγκεκριμένων σχεδιαστικών κατευθύνσεων για κάθε βήμα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Επίσης στον Πίνακα 1, παρουσιάζονται ενδεικτικές προτάσεις που αναλύουν και συγκεκριμενοποιούν τις σχεδιαστικές κατευθύνσεις κάθε βήματος.

Πίνακας 1: Κατευθύνσεις και ενδεικτικές προτάσεις για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων για εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού με βάση τα τρία βήματα του πλαισίου ECLiP

1ο Βήμα: Δημιουργία κινήτρου για μάθηση	
Κατευθύνσεις για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων	**Ενδεικτικές Προτάσεις**
• Δραστηριότητες που o αφορούν σε απλά και αυθεντικά προβλήματα και αναδεικνύουν τη χρησιμότητα του προγραμματισμού σε ποικίλα θέματα, o προκαλούν την περιέργεια και το ενδιαφέρον των μαθητών για την επίλυσή τους χρησιμοποιώντας τον υπολογιστή, o αναδεικνύουν ενδεχόμενες ελλείψεις και δυσκολίες των μαθητών στις επικείμενες προγραμματιστικές έννοιες/θέματα. • Εμπλουτισμός των δραστηριοτήτων με διαφόρους τύπους βοήθειας (forms of scaffolding), π.χ. παραδείγματα, ερωτήσεις,	• Δραστηριότητες που σχετίζονται με την επίλυση προβλημάτων σχετικών με θέματα της καθημερινής ζωής (π.χ. καταμέτρηση των λέξεων ενός κειμένου, στατιστικά στοιχεία για τις ομάδες ποδοσφαίρου) και ζητούν από τους μαθητές να σχεδιάσουν τη λύση του προβλήματος συνεργαζόμενοι σε ομάδες. • Δραστηριότητες που δίνουν στους μαθητές την εκφώνηση ενός προβλήματος, το εκτελέσιμο αρχείο (το οποίο και εκτελούν) και τους καλούν να περιγράψουν τη λειτουργία του προγράμματος (π.χ. ποιες προγραμματιστικές δομές έχουν χρησιμοποιηθεί και πώς). • Δραστηριότητες που καλούν τους μαθητές να συγκρίνουν δύο

εκτελέσιμα προγράμματα, κ.λπ. που στοχεύουν να αναδείξουν ότι οι γνώσεις των μαθητών είναι ελλιπείς ή/και ότι υπάρχουν παρανοήσεις και κατ' επέκταση να οδηγήσουν τους μαθητές στην αναζήτηση νέας γνώσης. Οι μαθητές μπορεί να συνεργάζονται σε διαφορετικά στάδια της δραστηριότητας είτε αναλαμβάνοντας συγκεκριμένους ρόλους είτε συνεργαζόμενοι ισότιμα.	προγράμματα, που αποτελούν λύση ενός συγκεκριμένου προβλήματος, και να αιτιολογήσουν την ορθότητα τους. • Δραστηριότητες που δίνουν στους μαθητές την εκφώνηση ενός προβλήματος και μία λύση σε μορφή ψευδοκώδικα, και μέσα από μία σειρά ερωτήσεων τους καλούν να εξηγήσουν το ρόλο των εντολών που υπάρχουν σε σχέση με το δοθέν πρόβλημα.
2ο Βήμα: Οικοδόμηση της γνώσης μέσω της Διερεύνησης+Συνεργασίας	
Κατευθύνσεις για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων	**Ενδεικτικές Προτάσεις**
• Δραστηριότητες που δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές o να διερευνήσουν μόνοι τους τα χαρακτηριστικά των διαφόρων προγραμματιστικών δομών και να κατανοήσουν τη λειτουργία τους εκτελώντας προγράμματα στον υπολογιστή, μελετώντας τον αντίστοιχο κώδικα και απαντώντας σε ερωτήσεις που στοχεύουν να οδηγήσουν τους μαθητές να συνδέσουν τα αποτελέσματα της εκτέλεσης με τη λειτουργία των χρησιμοποιούμενων προγραμματιστικών δομών (Lischner, 2001), (Haberman, & Kolikant, 2001), o να πειραματιστούν και να κατανοήσουν το πώς συνδέονται οι προγραμματιστικές δομές και πώς μπορούν να συνδυαστούν στο πλαίσιο επίλυσης ενός προβλήματος, o να μελετήσουν και να πειραματιστούν με παραδείγματα, να επιχειρήσουν/δοκιμάσουν διάφορες τροποποιήσεις και να επιλύσουν παρόμοια προβλήματα. Συνεργατικές δραστηριότητες που επιτρέπουν στους μαθητές να εξωτερικεύσουν τις ιδέες τους, να	• Δραστηριότητες που αφορούν σε μία συγκεκριμένη προγραμματιστική δομή/ έννοια (π.χ. στην επαναληπτική δομή «while») και ζητούν από τους μαθητές (i) να προβλέψουν τα αποτελέσματα της εκτέλεσης ενός ή περισσότερων προγραμμάτων που διαφέρουν ελάχιστα και έχουν στόχο να αναδείξουν και να κατανοήσουν οι μαθητές το ρόλο και τη λειτουργία της προγραμματιστικής δομής/ έννοιας (π.χ. για την κατανόηση του ρόλου και της λειτουργίας της εντολής ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου μπορεί να χρησιμοποιηθούν δύο προγράμματα, ένα πρόγραμμα που την περιλαμβάνει και ένα που δεν την περιλαμβάνει), (ii) να ελέγξουν και να συγκρίνουν τα πραγματικά με τα προβλεπόμενα αποτελέσματα, και (iii) να προβούν σε εξηγήσεις για τυχόν διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στα πραγματικά και τα προβλεπόμενα αποτελέσματα (Γρηγοριάδου, Γόγουλου, & Γουλή, 2002). • Δραστηριότητες στο πλαίσιο των οποίων οι μαθητές καλούνται να εκτελέσουν απλά προγράμματα, να απαντήσουν σε ερωτήσεις που αφορούν στα μηνύματα που εμφανίζονται (π.χ. όταν δίνονται συγκεκριμένες τιμές εισόδου), στις τιμές εισόδου που δίνονται, στον

υποστηρίξουν και να αιτιολογήσουν τις ενέργειες και τις απόψεις τους, να αξιολογήσουν και να κρίνουν τα επιχειρήματα και τις προτάσεις των συμμαθητών τους. Η συνεργασία μπορεί να λαμβάνει χώρα σε διαφορετικά στάδια της δραστηριότητας και εξαρτάται από τους επιδιωκόμενους μαθησιακούς στόχους. Κατά τη συνεργασία οι μαθητές μπορεί να ακολουθήσουν συγκεκριμένο μοντέλο συνεργασίας (π.χ. το μοντέλο του «Οδηγού-Παρατηρητή» (Williams & Upchurch, 2001)).	τερματισμό της εκτέλεσης, κ.λπ., να μελετήσουν τον κώδικα του προγράμματος, να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με τις εντολές που χρησιμοποιούνται και να συσχετίσουν τα αποτελέσματα της εκτέλεσης με τη λειτουργία των χρησιμοποιούμενων προγραμματιστικών δομών (Γρηγοριάδου, Γόγουλου, & Γουλή, 2002). • Συνεργατικές δραστηριότητες που ζητούν από τους μαθητές να συνεργαστούν σε ομάδες των δύο ατόμων, να διερευνήσουν τις εναλλακτικές λύσεις ενός προβλήματος (χρησιμοποίηση εναλλακτικών προγραμματιστικών δομών), και να σχολιάσουν τους δυνατούς τρόπους επίλυσης του προβλήματος.

3ο Βήμα: Εφαρμογή – Αναδόμηση της γνώσης	
Κατευθύνσεις για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων	**Ενδεικτικές Προτάσεις**
• Δραστηριότητες (για την ανάπτυξη του αναστοχασμού) που ζητούν από τους μαθητές o να ελέγξουν τις ιδέες/λύσεις/απόψεις τους και να αιτιολογήσουν τις αποφάσεις τους, ή/και o να εξετάσουν/συζητήσουν τις ιδέες τους με άλλους ή/και να αξιολογήσουν τις λύσεις συμμαθητών τους. • Δραστηριότητες (για την εφαρμογή της γνώσης) που αφορούν o στην ανάπτυξη/τροποποίηση ενός προγράμματος, ή/και o στον έλεγχο της ορθότητας ενός προγράμματος και στη διόρθωσή του, ή/και o στην αξιολόγηση προγραμμάτων των συμμαθητών τους. Οι μαθητές μπορεί να συνεργάζονται σε διαφορετικά στάδια της δραστηριότητας είτε αναλαμβάνοντας συγκεκριμένους ρόλους είτε συνεργαζόμενοι ισότιμα.	• Δραστηριότητες που ζητούν από τους μαθητές να επιλύσουν ένα πρόβλημα, να αξιολογήσουν τη λύση που έχει δώσει κάποιος άλλος συμμαθητής τους, και στη συνέχεια να προβούν σε διορθώσεις στη δική τους λύση αιτιολογώντας τις αλλαγές που πραγματοποιούν. • Δραστηριότητες που καλούν τους μαθητές να συνεργαστούν κατά τη σχεδίαση της λύσης ενός προβλήματος και στη συνέχεια να υλοποιήσουν τη λύση ατομικά. • Δραστηριότητες που ζητούν από τους μαθητές να συνεργαστούν σε ομάδες των δύο ατόμων, αναλαμβάνοντας ο ένας το ρόλο του «οδηγού» και ο άλλος το ρόλο του «παρατηρητή», να επιλύσουν ένα πρόβλημα, και στη συνέχεια να αξιολογήσουν τη λύση μιας άλλης ομάδας εναλλάσσοντας τους ρόλους.

Η Πειραματική Αξιολόγηση του ECLiP

Η διαδικασία

Βασιζόμενοι στο πλαίσιο ECLiP, σχεδιάσαμε και αξιολογήσαμε ένα σύνολο δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία της επαναληπτικής δομής «while», και συγκεκριμένα για την αναγνώριση ενός ατέρμονα βρόχου και την κατανόηση της λειτουργίας της εντολής ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου, στα οποία οι μαθητές αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες (Γρηγοριάδου, Γόγουλου, & Γουλή, 2002). Η πειραματική αξιολόγηση του ECLiP πραγματοποιήθηκε στο χειμερινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2002-2003 στο πλαίσιο του μαθήματος «Εισαγωγή στην Πληροφορική» στο Τμήμα της Ενεργειακής Τεχνολογίας του ΤΕΙ Αθηνών. Το μάθημα, μεταξύ άλλων, διαπραγματεύεται εισαγωγικά θέματα στον προγραμματισμό. Η διδασκαλία του μαθήματος γίνεται με την παραδοσιακή μέθοδο και για την αναπαράσταση της λύσης των προβλημάτων χρησιμοποιείται ο ψευδοκώδικας. Το μάθημα απευθύνεται σε μαθητές του Α' εξαμήνου, η πλειοψηφία των οποίων προέρχεται από την τεχνολογική κατεύθυνση του Ενιαίου Λυκείου και επομένως έχει παρακολουθήσει το εισαγωγικό μάθημα στον προγραμματισμό (Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον). Πριν από το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων, διεξήγαμε μία έρευνα, υπό τη μορφή φύλλου δοκιμασίας (pre-test), με σκοπό να εξετάσουμε αν το συγκεκριμένο δείγμα μαθητών (35 στο σύνολό τους) παρουσίαζε δυσκολίες στην επαναληπτική δομή «while» καθώς και να προσδιορίσουμε το επίπεδο γνώσης τους σε θέματα προγραμματισμού. Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών έδειξε, μεταξύ άλλων, ότι:

- Οι μαθητές αντιμετώπιζαν δυσκολίες στην αναγνώριση του ατέρμονα βρόχου και στον εντοπισμό της έλλειψης της εντολής ανανέωσης. Μόνο το 14% απάντησε ότι επρόκειτο για ατέρμονα βρόχο, ενώ το 60% θεώρησε ότι ο βρόχος εκτελείται μόνο μία φορά.
- Οι μαθητές δεν ήταν εξοικειωμένοι με προβλήματα που χρησιμοποιούσαν μεταβλητές αλφαριθμητικού τύπου και ιδιαίτερα με προβλήματα που χρησιμοποιούσαν εντολή ανάγνωσης τιμής για την αρχικοποίηση/ανανέωση της τιμής των μεταβλητών αλφαριθμητικού τύπου. Στην περίπτωση ατέρμονα βρόχου (έλλειψη της εντολής ανανέωσης) όπου η μεταβλητή ελέγχου ήταν αλφαριθμητικού τύπου, το 90% των μαθητών θεωρούσε ότι ο ψευδοκώδικας ήταν ορθός.
- Οι μαθητές αντιμετώπιζαν δυσκολίες στην εφαρμογή της επαναληπτικής δομής «while». Μόνο το 20% των μαθητών υλοποίησε ορθά τη λύση ενός προβλήματος. Σημαντικότερες δυσκολίες εμφανίστηκαν όταν η συνθήκη ελέγχου ενέπλεκε περισσότερες από μία μεταβλητές.

Λαμβάνοντας υπόψη τις συγκεκριμένες δυσκολίες, σχεδιάσαμε ένα ενιαίο σύνολο από δραστηριότητες που παρουσίαζαν συνοχή και συνέχεια ως προς τα τρία βήματα του ECLiP. Για την εκπόνηση των δραστηριοτήτων, οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: (i) η ομάδα ελέγχου, η οποία αποτελούνταν από 15 μαθητές και η οποία διδάχθηκε σύμφωνα με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας, και (ii) η ομάδα εφαρμογής του ECLiP, η οποία αποτελούνταν από 20 άτομα που εκπόνησαν τις δραστηριότητες. Η κατανομή των μαθητών στις δύο ομάδες έγινε ομοιόμορφα σύμφωνα με την επίδοσή τους στο φύλλο δοκιμασίας (pre-test) που διεξήχθη αρχικά. Μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής των δραστηριοτήτων, οι μαθητές και των δύο ομάδων απάντησαν σε ένα ακόμη φύλλο δοκιμασίας (post-test) προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των συγκεκριμένων δραστηριοτήτων στην ενίσχυση του μαθησιακού αποτελέσματος.

Οι δραστηριότητες

Το σύνολο των τριών δραστηριοτήτων που σχεδιάστηκαν περιλαμβάνει:

Σχεδίαση της λύσης ενός προβλήματος: Η πρώτη δραστηριότητα αφορά στο 1ο Βήμα του ECLiP και αποσκοπεί (i) να δημιουργήσει στους μαθητές την ανάγκη για την απόκτηση νέας γνώσης, (ii) να καλλιεργήσουν οι μαθητές δεξιότητες στη σχεδίαση της λύσης ενός προβλήματος, και (iii) να δώσει στους μαθητές τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα επιχειρεί να εισάγει τους μαθητές σε ένα αυθεντικό πλαίσιο, καλώντας τους να λειτουργήσουν ως σχεδιαστές προγραμμάτων και να σχεδιάσουν τη λύση του προβλήματος της δραστηριότητας. Η επίλυση του προβλήματος απαιτεί (i) τον καθορισμό των λειτουργικών χαρακτηριστικών και την εφαρμογή της επαναληπτικής δομής «while», και (ii) τη χρησιμοποίηση μεταβλητής αλφαριθμητικού τύπου, της οποίας η τιμή αρχικοποιείται/ανανεώνεται μέσω εντολής ανάγνωσης τιμής. Οι μαθητές, αρχικά εργάστηκαν ατομικά και στη συνέχεια συνεργάστηκαν σε ομάδες των δύο ατόμων αναλαμβάνοντας ο ένας το ρόλο του «οδηγού» και ο άλλος το ρόλο του «παρατηρητή». Επειδή κρίναμε ότι οι μαθητές θα αντιμετώπιζαν δυσκολίες στο σχεδιασμό της λύσης, σχεδιάσαμε ένα πλαίσιο υποστήριξης/βοήθειας σχετικά με τα βήματα της σχεδίασης της λύσης, τις παραμέτρους που έπρεπε να λάβουν υπόψη και το περιεχόμενο του παραδοτέου της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Το πλαίσιο περιελάμβανε ένα σύνολο από «κατευθυντήριες» ερωτήσεις το οποίο δόθηκε στους μαθητές μετά από κάποιο χρόνο που αφιέρωσαν στην εκπόνηση της δραστηριότητας.

Διερεύνηση των λειτουργικών χαρακτηριστικών της επαναληπτικής δομής «while»: Η δεύτερη δραστηριότητα αφορά στο 2ο Βήμα καθώς και στη διαδικασία του αναστοχασμού του 3ου Βήματος του ECLiP. Αποτελείται από τρεις υπο-δραστηριότητες οι οποίες αποσκοπούν στην επίτευξη μαθησιακών στόχων σε επίπεδο Κατανόησης. Συγκεκριμένα, οι υπο-δραστηριότητες έχουν ως στόχο να ενεργοποιήσουν τους μαθητές και να τους δώσουν τη δυνατότητα (i) να διερευνήσουν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της επαναληπτικής δομής «while», (ii) να κατανοήσουν τη λειτουργία της «while» όταν η μεταβλητή ελέγχου είναι αλφαριθμητικού τύπου και παραλείπεται η εντολή ανανέωσης, και (iii) να κατανοήσουν τη σημασία και το ρόλο της εντολής ανανέωσης.

Η πρώτη υπο-δραστηριότητα καλεί τους μαθητές (i) να εκτελέσουν δύο προγράμματα στον υπολογιστή για προκαθορισμένες τιμές εισόδου –τα προγράμματα διαφέρουν μόνο στο ότι το ένα περιέχει εντολή ανανέωσης ενώ το δεύτερο όχι, και (ii) να απαντήσουν σε μία σειρά από ερωτήσεις που αποσκοπούν στην κατανόηση της λειτουργίας των προγραμμάτων. Στο πλαίσιο της δεύτερης υπο-δραστηριότητας, οι μαθητές μελετούν τα αντίστοιχα τμήματα ψευδοκώδικα και απαντούν σε ερωτήσεις που έχουν ως στόχο να βοηθήσουν/καθοδηγήσουν τους μαθητές να παρατηρήσουν την εντολή ανανέωσης, που περιέχεται στο ένα πρόγραμμα, να κατανοήσουν τη λειτουργία της και να τη συσχετίσουν με το αποτέλεσμα της εκτέλεσης του αντίστοιχου προγράμματος. Στην πρώτη και στη δεύτερη υπο-δραστηριότητα οι μαθητές εργάζονται ατομικά. Η τρίτη υποδραστηριότητα, ζητάει από τους μαθητές να συνεργαστούν σε ομάδες των δύο ατόμων, να συζητήσουν τις απαντήσεις που έδωσε ο καθένας στις προηγούμενες ερωτήσεις και να δώσουν από κοινού απάντηση σε μία ερώτηση που αφορά στη διαφορά της λειτουργίας των δύο προγραμμάτων.

Υλοποίηση της λύσης: Η τρίτη δραστηριότητα αφορά στο 3ο Βήμα του ECLiP και αποσκοπεί στην επίτευξη μαθησιακών στόχων σε επίπεδο Εφαρμογής. Συγκεκριμένα, επιδιώκεται οι μαθητές να καλλιεργήσουν δεξιότητες στην υλοποίηση προγραμμάτων και να είναι σε θέση να εφαρμόζουν ορθά την επαναληπτική δομή «while» (χωρίς να

δημιουργούν ατέρμονους βρόχους). Στο πλαίσιο της δραστηριότητας, οι μαθητές καλούνται να υλοποιήσουν σε μορφή ψευδοκώδικα τη λύση του προβλήματος που σχεδίασαν στην πρώτη δραστηριότητα αναθεωρώντας, αν κρίνεται σκόπιμο, σημεία της αρχικής σχεδίασης. Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα οι μαθητές εργάζονται ατομικά προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδοσή τους και να διαπιστωθεί κατά πόσο τους βοήθησε το πλαίσιο υποστήριξης/βοήθειας και το μοντέλο συνεργασίας που ακολουθήθηκε στην πρώτη και στη δεύτερη δραστηριότητα.

Αποτελέσματα της πειραματικής αξιολόγησης

Μετά την εφαρμογή των δραστηριοτήτων εκπονήθηκε τόσο από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου όσο και από τους μαθητές της ομάδας εφαρμογής του ECLiP ένα φύλλο δοκιμασίας (post-test) προκειμένου να διερευνηθεί η συνεισφορά των δραστηριοτήτων στην ενίσχυση του μαθησιακού αποτελέσματος. Επιπλέον, οι μαθητές της ομάδας εφαρμογής του ECLiP εξέφρασαν μέσα από ένα ερωτηματολόγιο, που τους διανεμήθηκε, την άποψή τους για τις δραστηριότητες που εκπόνησαν και την εκπαιδευτική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Αποτελέσματα σχετικά με τις δραστηριότητες/εκπαιδευτική διαδικασία: Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας του ECLiP έδειξε τα ακόλουθα:

- Το περιεχόμενο της πρώτης δραστηριότητας κρίθηκε ενδιαφέρον από τους μαθητές (σύμφωνα με τις απόψεις που εξέφρασαν σε σχετική μας ερώτηση). Το πλαίσιο των βοηθητικών ερωτήσεων, σχετικά με τη σχεδίαση της λύσης, συνέβαλε θετικά στο σχεδιασμό της λύσης και τους καθοδήγησε στην υλοποίησή της. Αρχικά οι μαθητές κατά την εκπόνηση της δραστηριότητας τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και κατά τη συνεργασία, δεν ήξεραν ποια διαδικασία έπρεπε να ακολουθήσουν και τι σημαίνει σχεδίαση της λύσης (οι περισσότεροι θεώρησαν ότι έπρεπε να υλοποιήσουν τη λύση του προβλήματος). Το πλαίσιο των βοηθητικών ερωτήσεων τους κατεύθυνε κατάλληλα και τους υποστήριξε στη διαδικασία της σχεδίασης. Το μοντέλο της συνεργασίας που εφαρμόστηκε βελτίωσε την επίδοση των μαθητών, ιδιαίτερα όσων είχαν χαμηλή επίδοση στο αρχικό φύλλο δοκιμασίας (όπως προέκυψε από το φύλλο δοκιμασίας που εκπόνησαν οι μαθητές μετά την εφαρμογή των δραστηριοτήτων).
- Η δεύτερη δραστηριότητα έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές να διερευνήσουν τα χαρακτηριστικά της «while», να κατανοήσουν τη σημασία της εντολής ανανέωσης, και να την εφαρμόσουν σωστά στο πλαίσιο της τρίτης δραστηριότητας.
- Η τρίτη δραστηριότητα έδωσε στους μαθητές τη δυνατότητα να εφαρμόσουν όσα έμαθαν στο πλαίσιο της πρώτης και δεύτερης δραστηριότητας. Η επίδοσή τους βελτιώθηκε σημαντικά (50% των μαθητών έδωσε ολοκληρωμένη και σωστή λύση) συγκριτικά με την αρχική τους επίδοση (20% των μαθητών είχε δώσει σωστή λύση στο αρχικό φύλλο δοκιμασίας). Επίσης, η πλειονότητα των μαθητών δεν αναθεώρησε τον αρχικό σχεδιασμό που είχε υλοποιηθεί στο πλαίσιο της πρώτης δραστηριότητας.

Όσον αφορά στην εκπαιδευτική διαδικασία που ακολουθήθηκε, τα σχόλια των μαθητών ήταν θετικά, αναφέροντας, μεταξύ άλλων: «Είχα τη δυνατότητα να κάνω κάτι στον υπολογιστή, να εκτελέσω το πρόγραμμα, να δω τα αποτελέσματα και να καταλάβω τι κάνει», «Το γεγονός ότι συνεργαστήκαμε με βοήθησε γιατί ανταλλάξαμε ιδέες», «Μου άρεσε το μοντέλο συνεργασίας του «οδηγού-παρατηρητή»», «Όλη η διαδικασία είχε ενδιαφέρον, αν και ήταν κουραστική. Με βοήθησε να συμμετέχω και να καταλάβω».

Αποτελέσματα σχετικά με τη συνεισφορά των δραστηριοτήτων στην ενίσχυση του μαθησιακού αποτελέσματος: Το φύλλο δοκιμασίας που εκπονήθηκε μετά την εφαρμογή των δραστηριοτήτων περιελάμβανε δύο δραστηριότητες, διαφορετικές από αυτές του αρχικού φύλλου δοκιμασίας, οι οποίες είχαν στόχο να διερευνήσουν αν οι μαθητές είναι σε θέση (i) να αναγνωρίζουν έναν ατέρμονα βρόχο στον οποίο χρησιμοποιείται η «while», (ii) να αιτιολογήσουν την ορθότητα ή μη μιας δοθείσας λύσης, και (iii) να καθορίσουν και να υλοποιήσουν τις απαιτούμενες αλλαγές σε ένα τμήμα ψευδοκώδικα ώστε να λειτουργεί ορθά. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της πρώτης δραστηριότητας δόθηκε στους μαθητές ένα πρόβλημα και μια λύση του προβλήματος, στην οποία η υλοποίηση της επαναληπτικής δομής «while» οδηγούσε σε ατέρμονα βρόχο και η χρησιμοποιούμενη μεταβλητή ελέγχου ήταν αλφαριθμητικού τύπου. Οι μαθητές έπρεπε να προσδιορίσουν τον ελάχιστο και το μέγιστο αριθμό επαναλήψεων της «while», να ελέγξουν και να αιτιολογήσουν την ορθότητα της δοθείσας λύσης και τέλος να καθορίσουν και να υλοποιήσουν τις απαιτούμενες αλλαγές (δηλ. την εντολή ανανέωσης) ώστε να επιλύεται ορθά το πρόβλημα. Η δεύτερη δραστηριότητα αφορούσε επίσης σε ατέρμονα βρόχο, αλλά η μεταβλητή ελέγχου ήταν αριθμητικού τύπου, της οποίας η τιμή αρχικοποιούνταν/ανανεωνόταν μέσω μιας εντολής ανάθεσης τιμής. Οι μαθητές έπρεπε να προσδιορίσουν τον ελάχιστο και το μέγιστο αριθμό επαναλήψεων και να τροποποιήσουν τον ψευδοκώδικα κατάλληλα (δηλ. την εντολή ανανέωσης) ώστε η επανάληψη να εκτελείται για προκαθορισμένο αριθμό φορών.

Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών έδειξε τα ακόλουθα:

- Ομάδα εφαρμογής του ECLiP:

Πρώτη δραστηριότητα: το 66% των μαθητών αναγνώρισε ότι επρόκειτο για ατέρμονα βρόχο (ελήφθησαν υπόψη οι απαντήσεις των μαθητών όσον αφορά στο μέγιστο αριθμό εκτέλεσης της επανάληψης). Ένα μικρό ποσοστό μαθητών (9%) δεν αναγνώρισε τον ατέρμονα βρόχο, παρόλα αυτά αιτιολόγησε σωστά τη μη ορθότητα του ψευδοκώδικα. Επίσης, το 41% των μαθητών καθόρισαν και υλοποίησαν σωστά τις απαιτούμενες αλλαγές.

Δεύτερη δραστηριότητα: το 58% των μαθητών αναγνώρισε ότι επρόκειτο για ατέρμονα βρόχο και τροποποίησε σωστά τον ψευδοκώδικα.

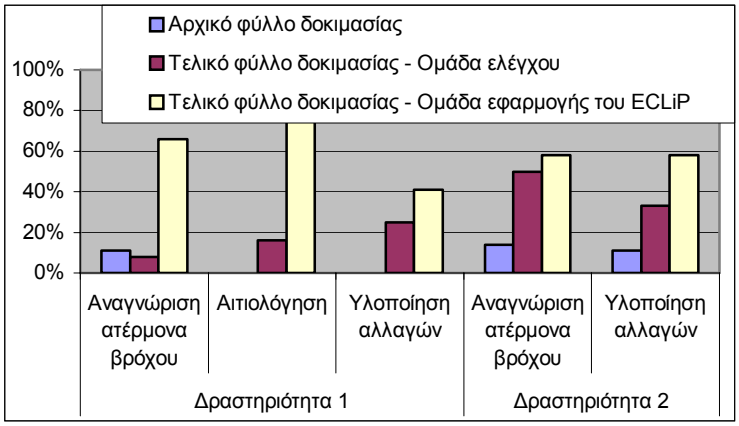
- Ομάδα ελέγχου:

Πρώτη δραστηριότητα: το 8% των μαθητών αναγνώρισε ότι επρόκειτο για ατέρμονα βρόχο (οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν με βάση τη συνθήκη ελέγχου), το 16% αιτιολόγησε σωστά τη μη ορθότητα του ψευδοκώδικα, και το 25% των μαθητών υλοποίησε σωστά τις απαιτούμενες αλλαγές.

Δεύτερη δραστηριότητα: το 50% των μαθητών αναγνώρισε ότι επρόκειτο για ατέρμονα βρόχο ενώ το 33% των μαθητών τροποποίησε σωστά τον ψευδοκώδικα.

Τα αποτελέσματα του τελικού φύλλου δοκιμασίας συγκριτικά με τα αποτελέσματα του αρχικού φύλλου παρουσιάζονται στο Σχήμα 1. Από τη σύγκριση προκύπτει ότι και οι δύο ομάδες βελτίωσαν την επίδοσή τους, όμως οι μαθητές της ομάδας εφαρμογής του ECLiP φαίνεται ότι κατανόησαν τη λειτουργία της επαναληπτικής δομής «while» σε μεγαλύτερο βάθος σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Επομένως, θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι οι δραστηριότητες που εκπόνησαν οι μαθητές της ομάδας εφαρμογής συνεισέφεραν θετικά στην ενίσχυση του μαθησιακού αποτελέσματος. Αξίζει να επισημανθεί ότι η συγκεκριμένη ομάδα επέδειξε μεγαλύτερη βελτίωση σε περιπτώσεις που η μεταβλητή ελέγχου είναι αλφαριθμητικού τύπου (η επίδοση στην πρώτη δραστηριότητα του τελικού φύλλου δοκιμασίας ήταν μεγαλύτερη συγκριτικά με τη δεύτερη δραστηριότητα) σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου η οποία είχε καλύτερη

επίδοση σε περιπτώσεις που η μεταβλητή ελέγχου είναι αριθμητικού τύπου. Αυτή η διαφορά ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός (i) ότι η περίπτωση μεταβλητής ελέγχου αριθμητικού τύπου δεν εξετάστηκε στις δραστηριότητες που εφαρμόστηκαν, και (ii) οι μαθητές της ομάδας ελέγχου ασχολήθηκαν περισσότερο με παραδείγματα στα οποία χρησιμοποιούνταν μεταβλητές αριθμητικού τύπου.



Σχήμα 1: Αποτελέσματα επίδοσης των μαθητών στο αρχικό και στο τελικό φύλλο δοκιμασίας

Συμπεράσματα

Το πλαίσιο ECLiP υποστηρίζει το σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου συνόλου δραστηριοτήτων που καλύπτουν και επιτυγχάνουν μαθησιακούς στόχους σε διαφορετικά επίπεδα γνωστικών δεξιοτήτων. Τα αποτελέσματα από την πρώτη πειραματική αξιολόγηση του πλαισίου σε εισαγωγικό μάθημα του προγραμματισμού είναι ενθαρρυντικά όσον αφορά στην εκπαιδευτική διαδικασία που ακολουθήθηκε και στην αποτελεσματικότητα των δραστηριοτήτων που σχεδιάστηκαν. Στα άμεσα σχέδια μας περιλαμβάνονται (i) η ενσωμάτωση και η αξιολόγηση σχετικών δραστηριοτήτων στο πλαίσιο του Διαδικτυακού, Προσαρμοστικού, Σύγχρονου Περιβάλλοντος Συνεργατικής Μάθησης SCALE (Gogoulou, Gouli, & Grigoriadou, 2003), και (ii) η εφαρμογή του πλαισίου σε άλλες έννοιες της Πληροφορικής.

Βιβλιογραφία

Ben-Ari, M. (2001), Constructivism in Computer Science Education, Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 20(1), 45-73. 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. (2003), Adopting Exploratory + Collaborative Learning in an Adaptive CSCL Environment for Introductory Programming, Volume VII of AIED03 Supplementary Proceedings: Workshop on Innovations in Teaching Programming, Sydney Australia, 2003, 417-424.

Gogoulou, A., Gouli, E., Grigoriadou, M., & Samarakou, M. (2003), Exploratory + Collaborative Learning in Programming: A Framework for the Design of Learning Activities, Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Athens, Greece, 350-351.

Gouli, E., Gogoulou, A., Grigoriadou, M., & Samarakou, M. (2003), Towards the development of an adaptive communication tool promoting cognitive and communication skills, Proceedings of the PEG 2003 Conference, St. Petersburg, Russia.

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, Canterbury, UK, 41-44.

Lischner, R. (2001), Explorations: Structured Labs for First-Time Programmers, Proceedings of the ACM SIGCSE '01 Conference, Charlotte, USA, 154-158.

Reigeluth (Eds.), Instructional-design Theories and Models, A New paradigm of Instructional Theory, Volume II, Lawrence Erlbaum Associates, 161-184.

Schank R., Berman T., & Macpherson K. (1999), Learning by Doing, In Charles M.

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, Charlotte, USA, 327-331.

Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., & Γουλή, Ε. (2002), Εναλλακτικές Διδακτικές Προσεγγίσεις σε Εισαγωγικά Μαθήματα Προγραμματισμού, Πρακτικά 3ου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τις «Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», 26-29 Σεπτεμβρίου 2002, Ρόδος, 239-248.