ePublishing

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2010)

5ο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής

Μια διδακτική πρόταση για τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch

Δ. Νικολός, Β. Κόμης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Νικολός Δ., & Κόμης Β. (2023). Μια διδακτική πρόταση για τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 015–024. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5104

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 26/03/2026 14:48:53

Μια διδακτική πρόταση για τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch

Δ. Νικολός, Β. Κόμης

Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών
{komis, dnikolos}@upatras.gr

Περίληψη

Η γλώσσα Scratch είναι ιδανική για την εισαγωγή αρχάριων προγραμματιστών στη δημιουργία υπολογιστικών εφαρμογών. Η νέα αυτή γλώσσα προγραμματισμού δεν ανήκει στο παράδειγμα του ακολουθιακού προγραμματισμού αλλά σε αυτό του ταυτόχρονου προγραμματισμού. Στην εργασία αυτή περιγράφεται ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση μιας διδακτικής παρέμβασης που αφορά σε ένα εργαστηριακό εξαμηνιαίου μάθημα για την εκμάθηση προγραμματισμού με χρήση της γλώσσας Scratch. Το εργαστήριο απευθύνεται στους φοιτητές ενός τμήματος εκπαιδευτικών προσχολικής εκπαίδευσης. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε είναι η έρευνα βασισμένη σε σχεδιασμό, η οποία έχει παρεμβατικό και επαναληπτικό χαρακτήρα. Οι παρατηρήσεις του ερευνητή, οι καταγραφές των ενεργειών των φοιτητών στο εργαστήριο καθώς και οι εργασίες τους, χρησιμοποιήθηκαν για να εξαχθούν συμπεράσματα, να εντοπιστούν οι αδυναμίες της διδακτικής πρότασης που υλοποιήθηκε και να διατυπωθεί μια νέα πρόταση για τη δομή ενός εισαγωγικού εργαστηρίου με χρήση της γλώσσας Scratch.
Λέξεις κλειδιά: *Διδακτική του προγραμματισμού, Scratch, Ταυτόχρονος προγραμματισμός*

Abstract

Scratch programming language is ideal for introductory computer programming courses. This new programming language is not sequential but it belongs to a new programming paradigm, i.e. concurrent programming. This paper describes the design and evaluation of a laboratory course for learning programming with Scratch. The course is addressed to the students of a pre-school teacher's university department. The design-based research methodology is followed, key points of which are intervention and iteration. Observations made by the researcher, recorded actions that students performed during laboratory sessions and the developed programs were used to pinpoint the weaknesses of the approach and to formulate a new suggestion for introductory Scratch laboratory courses.
Keywords: *Didactics of computer programming, Scratch, Concurrent programming*

1. Εισαγωγή

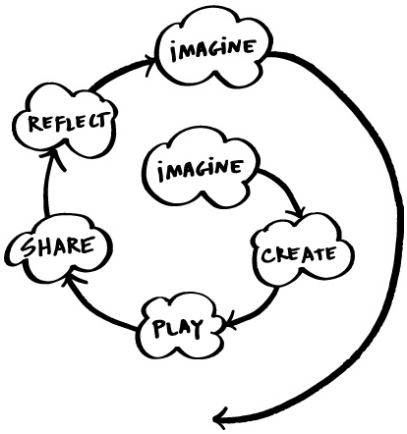
Στη σημερινή πραγματικότητα η ευχέρεια στη χρήση των νέων τεχνολογιών είναι προαπαιτούμενο για την εξάσκηση οποιουδήποτε επαγγέλματος, τη δια βίου μάθηση και την ουσιαστική συμμετοχή στην κοινωνία. Η τεχνολογική ευχέρεια συνίσταται στη χρήση των τεχνολογικών εργαλείων ώστε να δημιουργούνται σημαντικά αντικείμενα, αφού οι χρήστες των νέων τεχνολογιών πρέπει να είναι ικανοί όχι μόνο να καταναλώνουν περιεχόμενο αλλά και να το κατασκευάζουν (Resnick, et al., 2009).

Ο προγραμματισμός είναι ο βασικός τρόπος με τον οποίο μπορεί κάποιος να κατασκευάσει μια ατομική δημιουργία στον υπολογιστή, έτσι ο προγραμματισμός συμβάλλει στην τεχνολογική ευχέρεια. Αν και σήμερα υπάρχουν περιβάλλοντα που παρέχουν τη δυνατότητα ανάπτυξης πολύπλοκων αντικειμένων (προγραμμάτων) με απλό τρόπο (Τζιμογιάννης & Γεωργίου, 1999), η μάθηση του προγραμματισμού προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα. Ο προγραμματισμός είναι μια δεξιότητα που δίνει κίνητρα για ένα δομημένο τρόπο σκέψης ο οποίος μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα αντικείμενα (Papert, 1980), ενώ προσφέρει μια εξωτερική αναπαράσταση της διαδικασίας επίλυσης ενός προβλήματος, δίνοντας την ευκαιρία αναστοχασμού για τον τρόπο σκέψης (Resnick, et al., 2009).

Η γλώσσα προγραμματισμού Scratch αναπτύχθηκε για να κάνει εύκολη τη δημιουργία κινούμενων εικόνων (animation), παιχνιδιών και αλληλεπιδραστικών εφαρμογών μουσικής και τέχνης και την κοινοποίησή τους στον Παγκόσμιο Ιστό. Καθώς οι νέοι προγραμματιστές δημιουργούν εργασίες με το Scratch, εξοικειώνονται με σημαντικές ιδέες των μαθηματικών και της επιστήμης των

υπολογιστών ενώ σκέφτονται με δημιουργικό τρόπο. Το περιβάλλον υλοποίησης είναι ανοικτού κώδικα και διατίθεται δωρεάν από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας MIT. Στη γλώσσα Scratch παρέχονται πολλά χαρακτηριστικά που βοηθούν τους μαθητές στη δημιουργία προγραμμάτων (Maloney, et al., 2004). Το πιο σημαντικό είναι πως ο προγραμματισμός είναι οπτικός και γίνεται με χρήση ψηφίδων διαφορετικών σχημάτων που συνδυάζονται κατάλληλα μόνο με συντακτικά σωστούς τρόπους. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται τα συντακτικά λάθη, που συνήθως αποθαρρύνουν τους μαθητές κατά τη δημιουργία προγραμματιστικού κώδικα. Οι παράλληλες διεργασίες απεικονίζονται με διαφορετικές στοίβες από εντολές που μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα. Στο Scratch ο χειρισμός των πολυμέσων είναι διαισθητικός και οι εφαρμογές που μπορούν να κατασκευαστούν από έναν αρχάριο μαθητή μπορούν εύκολα να εκφράσουν τα ενδιαφέροντά του. Οι μαθητές μπορούν να μοιράζονται εύκολα τις εργασίες τους με άλλους ώστε να υπάρχει ανάδραση από τον κοινωνικό περίγυρο, ενώ δίνεται η δυνατότητα οι εργασίες να δημοσιοποιούνται άμεσα στον Παγκόσμιο Ιστό, στη διαδικτυακή κοινότητα του Scratch που ονομάζεται ScratchR και φιλοξενείται στον ιστότοπο scratch.mit.edu (Monroy-Hernández, 2007). Το Scratch έχει μεταφραστεί στα ελληνικά, ενώ ο κώδικας προγραμμάτων που έχουν κατασκευαστεί σε άλλη φυσική γλώσσα, π.χ. Αγγλικά, μεταφράζεται αυτόματα στη γλώσσα που χρησιμοποιεί ο χρήστης, π.χ. Ελληνικά.

Η γλώσσα Scratch ανήκει σε ένα νέο παράδειγμα προγραμματισμού που ονομάζεται ταυτόχρονος προγραμματισμός (concurrent programming). *Ταυτόχρονο πρόγραμμα* ονομάζεται ένα σύνολο από ακολουθιακά τμήματα προγραμμάτων που εκτελούνται παράλληλα (Ben-Ari, 2006). Για τα ακολουθιακά τμήματα προγραμμάτων, από τα οποία αποτελείται το συνολικό πρόγραμμα, χρησιμοποιείται ο όρος διεργασία (process) ενώ ο όρος πρόγραμμα δηλώνει το σύνολο των διεργασιών. Η συνηθισμένη σημασία του όρου *διεργασία* είναι «πρόγραμμα σε εκτέλεση» (Tanenbaum, 2008, p. 38), ωστόσο, στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθεί με την έννοια των τμημάτων ενός μεγαλύτερου προγράμματος, ανεξάρτητα από το αν τα τμήματα αυτά εκτελούνται ή όχι. Γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται σήμερα όπως η Java και η C# ακολουθούν το νέο αυτό μοντέλο προγραμματισμού. Η διδασκαλία του ταυτόχρονου προγραμματισμού εξυπηρετεί τους ευρύτερους στόχους της εκπαίδευσης στην επιστήμη υπολογιστών, επεκτείνοντας κάποιες από τις βασικές αρχές της (Ben-Ari & Kolikant, 1998), χωρίς αυτό να σημαίνει πως η διδασκαλία των πολύπλοκων αυτών εννοιών είναι κατ' ανάγκη δύσκολη (Rifkin, 1994). Θεωρώντας πως οι γλώσσες αυτές είναι πιο φυσικές για τον μαθητή, αφού στον πραγματικό κόσμο ανεξάρτητες οντότητες λειτουργούν ταυτόχρονα και επικοινωνούν μεταξύ τους, υπάρχουν προτάσεις για την υιοθέτηση ταυτόχρονων γλωσσών για την πρώτη επαφή των μαθητών με τις γλώσσες προγραμματισμού (Kahn, 1996).



Σχήμα 1: *Ένας κύκλος μάθησης που προάγει τη δημιουργική σκέψη (Resnick, 2007)*

Το Scratch έχει κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολη η εφαρμογή του κύκλου μάθησης που φαίνεται στο Σχήμα 1. Σε αυτό το κύκλο μάθησης, ο μαθητής φαντάζεται μια εργασία (imagine – φαντάζομαι) και στη συνέχεια δημιουργεί μια πρώτη εκδοχή της (create – δημιουργώ). Κατόπιν, πειραματίζεται με την εργασία του (play – παίζω) και στο επόμενο βήμα, τη μοιράζεται με άλλους (share – μοιράζομαι). Από την ανατροφοδότηση που θα λάβει μπορεί να αναστοχαστεί

(reflect – αναστοχάζομαι) και να φανταστεί κάτι νέο ώστε ο κύκλος να συνεχιστεί (Resnick, 2007).

Η γλώσσα Scratch έχει χρησιμοποιηθεί για δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων (Brown, et al., 2008), για την ανάπτυξη δεξιοτήτων τεχνολογίας λογισμικού (Sivilotti & Laugel, 2008), για την εισαγωγή μαθητών σε επαγγελματικές γλώσσες προγραμματισμού όπως η Java (Malan & Leitner, 2007), με τις οποίες οι αρχάριοι προγραμματιστές συνήθως αντιμετωπίζουν προβλήματα (McCracken, et al., 2001), για την εισαγωγή των σπουδαστών σε προχωρημένες έννοιες του προγραμματισμού (Wolz, et al., 2009) και για τη διδασκαλία εργαστηριακών μαθημάτων φυσικής στην Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση είτε με χρήση της πλακέτας Scratchboard (Κολτσάκης, κ.α., 2009) ή όχι (Δαπόντες, 2010). Η νέα αυτή γλώσσα προγραμματισμού έγινε ευρύτερα γνωστή στην ελληνική εκπαιδευτική κοινότητα με ένα σεμινάριο στο οποίο αξιοποιήθηκαν εκπαιδευτικές εφαρμογές και σενάρια (Φεσάκης, κ.α., 2008).

Ειδικά σε τμήματα εκπαιδευτικών προσχολικής ηλικίας, η γλώσσα Scratch έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την εισαγωγή στον προγραμματισμό (Φεσάκης & Σεραφείμ, 2009a) και φάνηκε πως η εξοικείωση με αυτή τη γλώσσα προγραμματισμού ενισχύει θετικά την αντίληψη των εκκολαπτόμενων εκπαιδευτικών για τη χρήση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση (Φεσάκης & Σεραφείμ, 2009b). Η γλώσσα προγραμματισμού Scratch μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους εκπαιδευτικούς προσχολικής ηλικίας για τη δημιουργία μαθησιακών περιβαλλόντων, όπως για παράδειγμα οι μικρόκοσμοι για την εισαγωγή σε στοχαστικά φαινόμενα (Φεσάκης & Καφούση, 2008).

Στόχος της έρευνας αυτής είναι η σχεδίαση και η αξιολόγηση μιας διδακτικής παρέμβασης για τη διδασκαλία του Scratch σε αρχάριους προγραμματιστές στα πλαίσια ενός εξαμηνιαίου εργαστηρίου σε ένα τμήμα νηπιαγωγών και η διατύπωση μιας νέας διδακτικής παρέμβασης με βάση τα συμπεράσματα αυτά. Στην επόμενη ενότητα περιγράφεται η ερευνητική μεθοδολογία ενώ στην τρίτη ενότητα αναλύονται τα ευρήματα της έρευνας. Στην τελευταία ενότητα της εργασίας παρουσιάζεται μια νέα πρόταση για το εξαμηνιαίο εργαστήριο.

2. Μεθοδολογία

Στην εργασία αυτή, χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία της έρευνας βασισμένης σε σχεδιασμό (design-based research). Σύμφωνα με αυτή τη μεθοδολογική προσέγγιση οι παρεμβάσεις αντιμετωπίζονται ολιστικά και το πλαίσιο μέσα στο οποίο προκύπτουν τα αποτελέσματα της μάθησης είναι πολύ σημαντικό (The Design-Based Research Collective, 2003). Σε όλες τις εφαρμογές αυτής της μεθοδολογίας υπάρχουν κάποια εγκάρσια χαρακτηριστικά, μεταξύ άλλων (Cobb, et al., 2003):

- τα πειράματα σχεδιασμού (design experiments) εφαρμόζονται για να προκύψουν τοπικές θεωρίες που ισχύουν σε συγκεκριμένα πλαίσια,
- η γνώση από άλλες έρευνες χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό,
- η φύση της έρευνας είναι παρεμβατική,
- ο αναστοχασμός είναι βασικό στοιχείο της μεθοδολογίας και
- τα συμπεράσματα χρησιμοποιούνται για μια νέα παρέμβαση (επαναληπτικός σχεδιασμός).

Η επαναληπτική και παρεμβατική φύση της έρευνας βασισμένης στο σχεδιασμό είναι κοινά στοιχεία με τη διαμορφωτική αξιολόγηση, ωστόσο υπάρχουν σημαντικές διαφορές όπως η χρήση θεωριών για το σχεδιασμό των παρεμβάσεων και η διατύπωση νέων θεωριών μέσα από την έρευνα (Barab & Squire, 2004). Η μεθοδολογία της βασισμένης σε σχεδιασμό έρευνας χρησιμοποιήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να εμπεριέχει στοιχεία της εθνογραφικής έρευνας, όπως η παρατήρηση, για να προκύψουν συμπεράσματα για τη μάθηση που προκύπτει σχεδιάζοντας (learning by design), όπως είναι η μάθηση με το Scratch, χωρίς να παραβλέπεται το πλαίσιο μέσα στο οποίο εμφανίζεται (Kafai, 2005).

Το εξαμηνιαίο εργαστήριο που σχεδιάστηκε παρακολουθήθηκε από 36 φοιτητές τρίτου έτους του τμήματος Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, 34 κορίτσια και 2 αγόρια, οι οποίοι δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία προγραμματισμού. Οι εργαστηριακές συναντήσεις ήταν εβδομαδιαίες, δίωρης διάρκειας. Τα δεδομένα με βάση τα οποία εξήχθησαν τα συμπεράσματα της έρευνας είναι οι παρατηρήσεις του ερευνητή στο εργαστήριο στα πλαίσια συμμετοχικής

παρατήρησης (Cohen & Manion, 1994), οι καταγραφές των ενεργειών των φοιτητών από δύο συγκεκριμένες εργαστηριακές συναντήσεις και οι εργασίες των φοιτητών τόσο κατά τη διάρκεια του εξαμήνου όσο και οι τελικές εργασίες που παραδόθηκαν. Οι τελικές εργασίες ήταν 21 σε αριθμό, αφού σχηματίστηκαν 15 δυάδες ενώ 6 φοιτήτριες εργάστηκαν ατομικά.

2.1 Η λειτουργία του εργαστηρίου

Κάθε συνάντηση χωρίζονταν σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος οι φοιτητές ασχολούνταν με μια ανοικτή δραστηριότητα με το Scratch, η οποία εισήγαγε τους φοιτητές σε μια νέα έννοια του προγραμματισμού. Στο δεύτερο μέρος οι φοιτητές ασχολούνταν με τις εργασίες τους σε ομάδες των δύο και με επίβλεψη από τον διδάσκοντα-ερευνητή. Οι σπουδαστές παροτρύνθηκαν να εργαστούν σε δυάδες ώστε να υλοποιηθεί ο κύκλος που φαίνεται στο σχήμα 1, μέσω της ανταλλαγής σκέψεων και ιδεών μεταξύ τους. Τους ζητήθηκε να κατασκευάσουν μια τελική εργασία την οποία θα επεξεργάζονταν κατά τη διάρκεια του εξαμήνου και θα την εμπλούτιζαν με τα νέα στοιχεία, τα οποία διδάσκονταν σε κάθε συνάντηση. Οι σπουδαστές θα έπρεπε να καταθέτουν τις εργασίες τους κάθε εβδομάδα, μέσω της πλατφόρμας Moodle, που χρησιμοποιήθηκε στο μάθημα.

2.2 Η ακολουθία των μαθημάτων

Κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή παιχνιδιών οι δυνατότητες συγχρονισμού είναι απαραίτητες και οι προγραμματιστές χρειάζονται την ταυτόχρονη εκτέλεση εντολών ακόμη και σε περιβάλλοντα ακολουθιακού προγραμματισμού όπου η πολυπλοκότητα τέτοιων προγραμμάτων είναι μεγάλη(Kafai, 1995, p. 305). Η ταυτόχρονη εκτέλεση εντολών είναι χαρακτηριστικό της γλώσσας Scratch. Επειδή ο συγχρονισμός είναι ένα βασικό στοιχείο των ταυτόχρονων γλωσσών προγραμματισμού (Ben-Ari, 2006), η ακολουθία των μαθημάτων δημιουργήθηκε με κεντρικό άξονα το συγχρονισμό μεταξύ διεργασιών και φιγούρων στο Scratch.

Στο Scratch υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους ένας προγραμματιστής μπορεί να συγχρονίσει τις φιγούρες του προγράμματός του. Οι τρόποι αυτοί μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες:

1. στη χρήση κάποιου συμβάντος που είναι κοινό σε δύο ή παραπάνω φιγούρες (π.χ. η χρήση της πράσινης σημαίας, η χρήση πλήκτρων του πληκτρολογίου, ή η χρήση εντολών όπως η αγγίζει) και,
2. στη χρήση εντολών χρονοκαθυστέρησης.

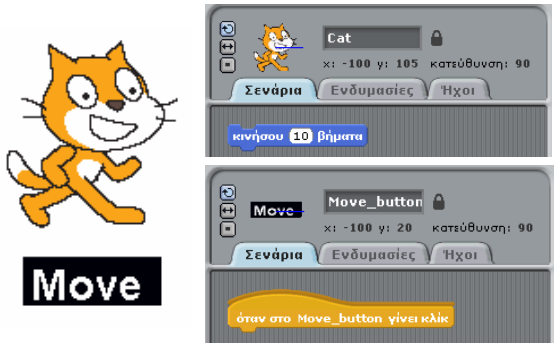
Με τους τρόπους αυτούς μπορούν να κατασκευαστούν πολύπλοκες εφαρμογές παρά το γεγονός ότι οι διεργασίες δεν επικοινωνούν μεταξύ τους, αλλά είτε αντιδρούν στο ίδιο γεγονός (περίπτωση 1), είτε λειτουργούν σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, ώστε να «φαίνεται» σαν να επικοινωνούν (περίπτωση 2).

Υπάρχουν μόνο δύο διαθέσιμοι τρόποι για να επιτευχθεί επικοινωνία μεταξύ δύο διεργασιών. Οι τρόποι αυτοί είναι η χρήση μεταβλητών και η χρήση μηνυμάτων. Ένα παράδειγμα που η επικοινωνία μεταξύ διεργασιών είναι αναγκαία φαίνεται στο Σχήμα 2α. Όταν πατηθεί η φιγούρα Move θα πρέπει η φιγούρα της γάτας να κινηθεί. Στο Σχήμα 2α φαίνονται επίσης, οι διεργασίες της κάθε φιγούρας που η κάθε μία, στην περίπτωση αυτή, αποτελείται από μία εντολή. Οι διεργασίες αυτές μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους μόνο με δύο τρόπους, με χρήση μεταβλητών (Σχήμα 2β) και με χρήση μηνυμάτων (Σχήμα 2γ). Με τη χρήση μεταβλητών θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν και άλλες προγραμματιστικές δομές, όπως δομές επανάληψης («για πάντα») και επιλογής («εάν …»). Αντίθετα, ο μηχανισμός μηνυμάτων φαίνεται απλούστερος και πιο διαισθητικός.

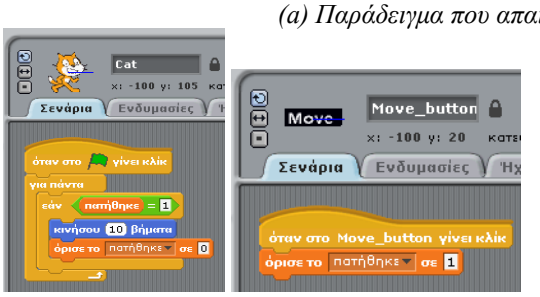
Η ακολουθία των μαθημάτων που υλοποιήθηκε φαίνεται στον πίνακα 1. Το μεγαλύτερο μέρος των μαθημάτων αφορά το συγχρονισμό αφού τα μαθήματα 3,4,7 και 8 αναφέρονται σε αυτό το θέμα. Στη συνέχεια δίνεται το σκεπτικό με βάση το οποίο επιλέχθηκε η συγκεκριμένη σειρά μαθημάτων.

Τα πρώτα δύο μαθήματα που σχεδιάστηκαν είχαν ως στόχο την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των φοιτητών μέσω των εικόνων και του πολυμεσικού χαρακτήρα του περιβάλλοντος του Scratch. Η δυνατότητα χρήσης πολυμέσων κινητοποιεί το ενδιαφέρον των μαθητών, οι οποίοι θέλουν να δημιουργήσουν αλληλεπιδραστικές εφαρμογές και ο προγραμματισμός είναι ο τρόπος με τον οποίο

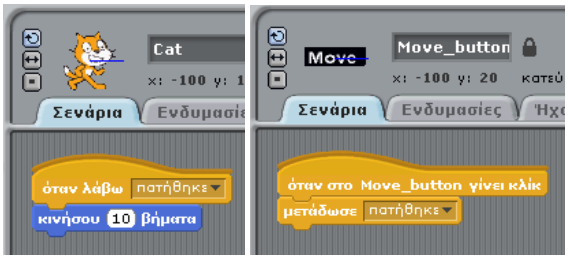
μπορούν να το επιτύχουν (Guzdial & Soloway, 2002). Μετά τα πρώτα δύο μαθήματα ζητήθηκε από τους σπουδαστές να δημιουργήσουν κάποιες φιγούρες με το Scratch με βάση τις οποίες θα προγραμματίσουν την τελική εργασία τους.



(α) Παράδειγμα που απαιτεί επικοινωνία διεργασιών



(β) Επικοινωνία με μεταβλητές



(γ) Επικοινωνία με μηνύματα

Σχήμα 2: *Επικοινωνία με μεταβλητές και μηνύματα στο Scratch*

Θεωρήθηκε σκόπιμο κατά τη διάρκεια της τρίτης και της τέταρτης εργαστηριακής συνάντησης να δοθούν στους φοιτητές κάποιοι τρόποι που θα τους παρείχαν εύκολες λύσεις ώστε να προγραμματιστούν κάποιες ταυτόχρονες ενέργειες. Τέτοιοι τρόποι είναι η χρονοκαθυστέρηση και η χρήση των πλήκτρων του πληκτρολογίου. Το θέμα του τέταρτου μαθήματος ήταν οι δομές επανάληψης που διαθέτει το Scratch. Σε αυτό το μάθημα η γλώσσα Scratch χρησιμοποιήθηκε σαν τη γλώσσα Logo.

Πίνακας 1: *Η ακολουθία μαθημάτων που υλοποιήθηκε στο εργαστήριο*

Αυξ. Αρ. μαθήματος	**Αντικείμενο μαθήματος**
1	Εισαγωγή στο περιβάλλον και αναφορά στις διαδικτυακές πηγές πληροφορίας για το Scratch
2	Ζωγραφική και εμφάνιση στο Scratch
3	Συγχρονισμός με μέτρηση χρόνου και κινήσεις
4	Συγχρονισμός με χρήση πλήκτρων και χρήση του Scratch σαν ένα τυπικό περιβάλλον Logo
5	Η έννοια της μεταβλητής
6	Η εντολή «εάν … αλλιώς»
7	Συγχρονισμός με χρήση μεταβλητών
8	Συγχρονισμός με χρήση μηνυμάτων
9	Χρήση του περιβάλλοντος για βοήθεια και εκσφαλμάτωση
10	Επανάληψη, και κατασκευή μιας εργασίας με κυλιόμενο φόντο

Στο πέμπτο μάθημα έγινε εισαγωγή στην έννοια της μεταβλητής. Κάποια από τα προβλήματα στην οικοδόμηση της έννοιας της μεταβλητής από τους μαθητές, όπως ο τύπος και οι κατηγορίες μεταβλητών που χρησιμοποιούνται από τους προγραμματιστές (Κόμης, 2005, σ. 252), δεν υφίστανται στη γλώσσα προγραμματισμού Scratch στην οποία δε δηλώνεται τύπος για τις μεταβλητές. Γι' αυτό το λόγο θεωρήθηκε πως οι μεταβλητές μπορεί να ενταχθούν στο εργαστήριο πριν το συγχρονισμό με μηνύματα.

Το αντικείμενο του έκτου μαθήματος ήταν η δομή επιλογής. Ένα από τα εμπόδια για την οικοδόμηση της έννοιας της δομής ελέγχου σε παραδοσιακά περιβάλλοντα μάθησης είναι η αναπαράσταση που έχουν οι μαθητές για τη σειριακή εκτέλεση του προγράμματος (Κόμης, 2005, σ. 262). Στο Scratch ο χώρος αναφοράς του «εάν» και του «αλλιώς» μιας δομής επιλογής είναι οπτικά εμφανής, συμβάλλοντας έτσι σε μια πιο διαισθητική κατανόηση της δομής. Επειδή η γλώσσα προγραμματισμού Scratch είναι μια γλώσσα ταυτόχρονου προγραμματισμού, στις πιο πολλές περιπτώσεις η εντολή εάν πρέπει να περιβληθεί από μια επαναληπτική δομή ώστε ο έλεγχος για κάποιο γεγονός να γίνεται για μεγάλο χρονικό διάστημα, γι' αυτό το λόγο η διδασκαλία των δομών επιλογής δεν προηγήθηκε της διδασκαλίας των δομών επανάληψης.

Το αντικείμενο του έβδομου μαθήματος ήταν ο συγχρονισμός με τη βοήθεια μεταβλητών. Ο συγχρονισμός μέσω μεταβλητών προσομοιάζει το συγχρονισμό διεργασιών μέσω κοινής μνήμης που χρησιμοποιείται σε παράλληλα συστήματα. Η δραστηριότητα που εκτέλεσαν οι φοιτητές περιελάμβανε την ολοκλήρωση ενός παιχνιδιού. Το παιχνίδι είχε έτοιμες όλες τις λειτουργίες κίνησης αλλά δεν είχε κανένα στοιχείο συγχρονισμού. Από τους σπουδαστές ζητήθηκε να προγραμματίσουν το παιχνίδι ώστε να ανιχνεύεται η νίκη ή η ήττα του παίκτη. Η προσέγγιση αυτή ακολουθεί την φιλοσοφία των «μισοψημένων» παιχνιδιών (half-baked games) μέσω των οποίων οι μαθητές πρέπει να λειτουργήσουν και σαν παίκτες αλλά και σα σχεδιαστές του παιχνιδιού (Αλεξοπούλου & Κυνηγός, 2008). Οι προσπάθειες των φοιτητών να χρησιμοποιήσουν μεταβλητές καταγράφηκαν σε βίντεο με το πρόγραμμα Morae®.

Στο όγδοο μάθημα ζητήθηκε από τους φοιτητές να χρησιμοποιήσουν τις εντολές μηνυμάτων ώστε να προγραμματίσουν το παιχνίδι της προηγούμενης συνάντησης. Για να εντοπιστούν οι διαφορετικές στρατηγικές που ακολουθούν οι φοιτητές για να επιλύσουν το πρόβλημα του συγχρονισμού ανάλογα με το αν χρησιμοποιούν μεταβλητές ή μηνύματα και σε αυτή τη δραστηριότητα οι προσπάθειες των φοιτητών καταγράφηκαν.

Το ένατο και το δέκατο μάθημα είχαν ανακεφαλαιωτικό χαρακτήρα και το θέμα τους ήταν η χρήση του περιβάλλοντος του Scratch για βοήθεια και η τεχνική του κυλιόμενου φόντου (scrolling background).

3. Ευρήματα-Συζήτηση

Δεδομένης της κεντρικής θέσης που κατέχει ο συγχρονισμός στη δημιουργία προγραμμάτων με το Scratch, τα ευρήματα της έρευνας όσον αφορά την αξιολόγηση του εργαστηρίου εστιάζονται στους τρόπους με τους οποίους χρησιμοποιήθηκε από τους φοιτητές κατά τη διάρκεια του εξαμήνου. Τα συμπεράσματα προκύπτουν από τις παρατηρήσεις του ερευνητή, τη μελέτη των βιντεοσκοπημένων δραστηριοτήτων των φοιτητών στο εργαστήριο και την ανάλυση των εργασιών που παρέδιδαν κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου.

Οι σπουδαστές κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων μαθημάτων δεν πειραματίστηκαν με τις εντολές του Scratch αλλά αρκέστηκαν στο περιεχόμενο του μαθήματος, που ήταν η κατασκευή γραφικών και ο σχεδιασμός της εργασίας τους. Ζητήθηκε από τους σπουδαστές να φανταστούν την εργασία τους και να δημιουργήσουν τα γραφικά που θα χρησιμοποιήσουν. Παρά το γεγονός ότι δόθηκε η δυνατότητα τροποποίησης των γραφικών αυτών στην πορεία του εργαστηρίου, οι φοιτητές διατήρησαν τα γραφικά αυτά μέχρι την τελική εργασία σε ποσοστό 70% κάτι που σημαίνει πως είχαν φανταστεί κάποια βασικά στοιχεία της τελικής τους εργασίας από την αρχή.

Μετά το τέλος του τρίτου και του τέταρτου μαθήματος οι φοιτητές δημιούργησαν πολύπλοκες εργασίες υλοποιώντας τους τρόπους συγχρονισμού φιγούρων που είχαν διδαχθεί, δηλαδή το συγχρονισμό με χρονοκαθυστέρηση και το συγχρονισμό με χρήση πλήκτρων. Οι εργασίες αυτές είτε δεν χαρακτηρίζονταν από μεγάλο βαθμό αλληλεπίδρασης με τον χρήστη ή είχαν λογικά λάθη, επειδή οι φοιτητές χρησιμοποίησαν ελλιπείς δομές για συγχρονισμό. Συγκεκριμένα, η κάθε ομάδα έκανε κάποιες παραδοχές για τον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης θα αλληλεπιδρούσε με την εφαρμογή. Οι πιο συνηθισμένες παραδοχές ήταν οι εξής:

- Ο χρήστης θα προλάβει να παίξει το παιχνίδι σε ορισμένο χρόνο
- Ο χρήστης θα πατήσει τα πλήκτρα με τη σωστή σειρά, χωρίς αυτή να έχει δηλωθεί

- Ο χρήστης δεν θα κάνει λάθη, δηλαδή δεν θα αλληλεπιδράσει με τα μη αναμενόμενα πλήκτρα ή τις μη αναμενόμενες φιγούρες.

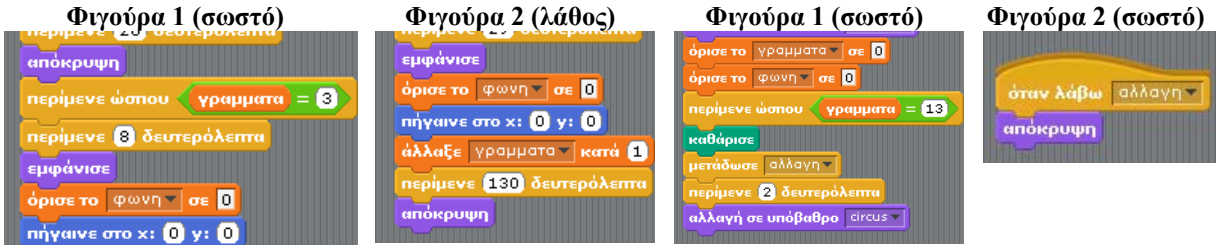
Συνολικά, οι φοιτητές φαίνεται να θεωρούν πως το κενό συγχρονισμού, που προκύπτει από τις ανεπαρκείς δομές που χρησιμοποίησαν, θα καλυφθεί από τον χρήστη της εφαρμογής.

Στο πέμπτο και έκτο μάθημα οι φοιτητές διδάχθηκαν έννοιες που υπάρχουν και στο παραδοσιακό μοντέλο προγραμματισμού, τις μεταβλητές και τη δομή επιλογής. Οι φοιτητές φάνηκε να δυσκολεύονται στη χρήση αυτών των δομών για τη βελτίωση των εργασιών τους.

Στο έβδομο μάθημα οι φοιτητές εξοικειώθηκαν με το συγχρονισμό με χρήση μεταβλητών. Παρά το γεγονός ότι είχαν διδαχθεί σε προηγούμενες συναντήσεις την έννοια της μεταβλητής και τη δομή επιλογής δεν μπορούσαν να τις χρησιμοποιήσουν αποδοτικά ούτε στις εργασίες τους αλλά ούτε και στην ανοικτή δραστηριότητα που τους δόθηκε στο εργαστήριο. Μόνο το 10% των φοιτητών κατάφερε να επιλύσει το πρόβλημα συγχρονισμού που τους τέθηκε στο εργαστήριο με τη χρήση μεταβλητών, ενώ μία φοιτήτρια ανακάλυψε το μηχανισμό συγχρονισμού με μηνύματα και τον χρησιμοποίησε με επιτυχία. Από την ανάλυση των ενεργειών των φοιτητών προέκυψε ότι τα προβλήματα που αντιμετώπισαν αφορούσαν στη λειτουργία και τη χρήση των δομών επιλογής και επανάληψης, που θα πρέπει να πλαισιώσουν τη χρήση της μεταβλητής. Όσον αφορά τις εργασίες που παρέδωσαν οι φοιτητές σε 6 από τις 21 εργασίες που παραδόθηκαν, ο συγχρονισμός επιτεύχθηκε με σωστό τρόπο χρησιμοποιώντας μεταβλητές.

Στο όγδοο μάθημα οι φοιτητές διδάχθηκαν το συγχρονισμό με το μηχανισμό μηνυμάτων που διαθέτει η γλώσσα Scratch. Ο συγχρονισμός με μηνύματα φάνηκε πιο εύκολος στους φοιτητές αφού σε ποσοστό 50% τον χρησιμοποίησε με επιτυχία για τη δραστηριότητα του εργαστηρίου. Το πιο συνηθισμένο πρόβλημα που παρουσιάστηκε ήταν πως δεν προγραμματίστηκε σωστά η χρονική στιγμή αποστολής του μηνύματος, δηλαδή υπήρχε πρόβλημα στις εντολές ελέγχου που πρέπει να πλαισιώσουν τη μετάδοση μηνύματος. Κάποιοι φοιτητές δεν προγραμμάτισαν καθόλου τη λήψη μηνύματος με αποτέλεσμα η αποστολή μηνύματος να μην έχει οπτικό αποτέλεσμα και να μην μπορεί να ελεγχθεί η ορθότητά της. Τέλος, λιγότερο συχνή ήταν η περίπτωση που οι φοιτητές δεν κατανόησαν το μηχανισμό των μηνυμάτων, συνδέοντας για παράδειγμα τη λήψη και την αποστολή του ίδιου μηνύματος στην ίδια διεργασία. Όσον αφορά τις εργασίες που παραδόθηκαν, 6 εργασίες φοιτητών βελτιώθηκαν με τη χρήση μηνυμάτων υλοποιώντας το συγχρονισμό με αυτό τον τρόπο. Οι φοιτητές που είχαν προγραμματίσει σωστά με χρήση μεταβλητών την εφαρμογή τους δε χρησιμοποίησαν μηνύματα, αφού δεν υπήρχε η δυνατότητα βελτίωσης με αυτά. Ενδεικτική είναι η περίπτωση μιας εργασίας στην οποία κάποιες αλληλεπιδράσεις προγραμματίστηκαν σωστά με τη χρήση μεταβλητών και παρά το ότι ήταν δυνατός ο προγραμματισμός όλων των αλληλεπιδράσεων με αυτόν τον τρόπο, τα υπόλοιπα λάθη συγχρονισμού διορθώθηκαν με τη χρήση μηνυμάτων (Σχήμα 3).

Στο τέλος του εργαστηρίου παραδόθηκαν 21 εργασίες εκ των οποίων 12 εργασίες είχαν σωστό συγχρονισμό, 6 εργασίες δεν είχαν ολοκληρωμένο συγχρονισμό ενώ 3 εργασίες είτε δεν είχαν καθόλου ή είχαν συγχρονισμό που δεν εξυπηρετούσε κάποιο σκοπό.



(α) Ημιτελής συγχρονισμός με μεταβλητές *(β) Σωστός συγχρονισμός με μεταβλητές και μηνύματα*

Σχήμα 3: Διόρθωση συγχρονισμού με χρήση μηνυμάτων

4. Προτάσεις

Με βάση τη διδακτική παρέμβαση που σχεδιάστηκε και τα ευρήματα από την εφαρμογή της, προτείνεται μια νέα διδακτική παρέμβαση. Οι αλλαγές προτείνονται σε δύο επίπεδα, στα

χαρακτηριστικά που διατρέχουν ολόκληρη τη λειτουργία του εργαστηρίου και στην ακολουθία των μαθημάτων.

4.1 Η προτεινόμενη λειτουργία του εργαστηρίου

Ο κύκλος της μάθησης που προτείνεται από τους δημιουργούς του Scratch (σχήμα 1) φαίνεται να μη λειτούργησε στη δυάδα. Συγκεκριμένα, οι προγραμματιστές δεν εντόπιζαν τα λογικά λάθη που είχε η εφαρμογή τους μέσω της διαδικασίας του αναστοχασμού (reflect), αφού όταν λειτουργούσαν σα χρήστες είχαν σκοπό να εκτελεσθεί σωστά η εφαρμογή που κατασκεύασαν και όχι να εντοπίσουν τα τυχόν λάθη τους. Για να μπορέσουν λοιπόν οι προγραμματιστές να εντοπίσουν λογικά λάθη θα πρέπει να αναγνωρίσουν το γεγονός πως οι χρήστες δεν θα εκτελέσουν τις αναμενόμενες ενέργειες και μόνο αυτές.

Ένας τρόπος για να αναγνωρίσουν οι προγραμματιστές την ανάγκη του σωστού συγχρονισμού είναι μέσω της διαδικτυακής κοινότητας ScratchR. Οι φοιτητές θα μπορούσαν να αναρτήσουν μια εκδοχή της εργασίας τους στον ιστότοπο αυτό και να ζητηθεί να σχολιάσουν κάποιες από τις εργασίες των υπολοίπων. Από τα σχόλια οι φοιτητές θα αναγνωρίζανε πως κάποιος χρήστης δυσκολεύεται στην εκτέλεση της εφαρμογής τους. Σε αυτό το πλαίσιο οι φοιτητές θα μπορούσαν να εργαστούν ατομικά, ενώ για να ενισχυθεί η ανταλλαγή απόψεων θα μπορούσαν οι σπουδαστές να δαπανούν λίγο από τον χρόνο των εργαστηριακών συναντήσεων, παρατηρώντας τον τρόπο εργασίας των συμφοιτητών τους, μια προσέγγιση που έχει εφαρμοστεί σε δραστηριότητες σχεδιασμού παιχνιδιών (Kafai, 1995, p. 31).

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό που μπορεί να αξιοποιηθεί σε όλη τη διάρκεια του εργαστηρίου είναι τα σχόλια του κώδικα. Τα σχόλια στην τελευταία έκδοση του Scratch, η οποία δεν ήταν διαθέσιμη στην αρχή του εξαμήνου (http://info.scratch.mit.edu/Scratch_1.4_Release_Notes), μπορούν να συνδεθούν με τις εντολές του προγράμματος διευκολύνοντας κατά πολύ το χειρισμό τους. Η ύπαρξη τεκμηρίωσης για τους κώδικες ενός προγράμματος είναι πολύ σημαντικό στοιχείο του προγραμματισμού ειδικά στην περίπτωση που ο κώδικας επιδέχεται επεξεργασίας από πολλά άτομα, κάτι που είναι πιθανό να συμβεί με την ανάρτηση των εργασιών στη διαδικτυακή κοινότητα.

4.2 Η προτεινόμενη ακολουθία μαθημάτων

Τα ζητήματα που θίχτηκαν στα πρώτα δύο μαθήματα έδειξαν να παρακινούν το ενδιαφέρον των φοιτητών. Οι φοιτητές είχαν μια βασική ιδέα από τα πρώτα μαθήματα για την εργασία τους. Ωστόσο, η δημιουργία γραφικών δεν είναι ενδεικτική ολόκληρης της εργασίας που είχαν φανταστεί αφού το αλληλεπιδραστικό κομμάτι της εργασίας, που είναι πολύ σημαντικό, δεν περιγράφεται σε μια στατική εργασία. Στα πρώτα μαθήματα θα ήταν καλύτερο να δοθεί από τους φοιτητές μια περιγραφή της εργασίας που φαντάζονται σε μορφή κειμένου.

Κατά τη διάρκεια της τρίτης και της τέταρτης εργαστηριακής συνάντησης οι φοιτητές κατασκεύασαν εργασίες με τα εργαλεία που είχαν στη διάθεσή τους μέχρι εκείνη τη στιγμή και αφού δεν καταφέρανε να προγραμματίσουνε τις αλληλεπιδράσεις που είχαν φανταστεί, θεώρησαν πως οι χρήστες θα αλληλεπιδράσουν με την εφαρμογή με συγκεκριμένους τρόπους. Γι' αυτό το λόγο είναι προτιμότερο μετά τις εντολές τις κίνησης και της εμφάνισης οι φοιτητές να διδάσκονται κάποιον από τους τρόπους συγχρονισμού διεργασιών και όχι φιγούρων, που διαθέτει το Scratch. Συγκεκριμένα, θα ήταν προτιμότερο να διδάσκονται τον τρόπο συγχρονισμού με χρήση μηνυμάτων που φάνηκε να τον χρησιμοποιούν ευκολότερα.

Η διδασκαλία των μεταβλητών μπορεί να ανεξαρτητοποιηθεί από τον συγχρονισμό, δεδομένου ότι υπάρχει η εναλλακτική των μηνυμάτων που φαίνεται να εξυπηρετεί τους φοιτητές. Έτσι, οι μεταβλητές μπορεί να εισαχθούν στα τελευταία μαθήματα, π.χ. για να μετρούν τους πόντους που κερδίζει κάποιος παίκτης σε μια εφαρμογή παιχνιδιού.

Οι διαθέσιμες δομές επιλογής είναι πολύ σημαντικές, δεδομένου ότι οι φοιτητές φαίνεται να αντιμετωπίζουν πρόβλημα σε αυτές τις δομές καθώς προγραμματίζουν κάποιον τρόπο συγχρονισμού, είτε με μηνύματα ή με μεταβλητές και για το λόγο αυτό προτείνεται να ενταχθούν στα αρχικά μαθήματα. Η εκσφαλμάτωση και η χρήση της βοήθειας προτείνεται να διδαχθεί μετά τη χρήση της διαδικτυακής κοινότητας για να μπορούν οι φοιτητές να διορθώσουν τα λάθη που θα έχουν

εντοπιστεί από τους συμφοιτητές τους.

Η ακολουθία μαθημάτων που προτείνεται φαίνεται στον πίνακα 2, μαζί με φάσεις του κύκλου μάθησης του σχήματος 1 στην οποία αντιστοιχεί το κάθε μάθημα.

Πίνακας 2: *Η προτεινόμενη ακολουθία μαθημάτων*

Αυξ. Αρ. μαθήματος	**Αντικείμενο μαθήματος**	**Φάση**
1	Εισαγωγή στο περιβάλλον και αναφορά στις διαδικτυακές πηγές πληροφορίας για το Scratch	Imagine
2	Σχεδιασμός της εργασίας που θα υλοποιηθεί, κείμενο με συνοπτική περιγραφή της εργασίας, δημιουργία/εισαγωγή γραφικών σε μια εργασία με το Scratch	
3	Εντολές εμφάνισης και κίνησης, μέτρηση χρόνου	Create & Play
4	Δομές επανάληψης και επιλογής	
5	Διαχείριση πλήκτρων	
6	Συγχρονισμός με χρήση μηνυμάτων	
7	Χρήση της κοινότητας ScratchR	Share & Reflect
8	Χρήση του περιβάλλοντος για βοήθεια και εκσφαλμάτωση	Imagine & Create
9	Η έννοια της μεταβλητής	
10	Επαναληπτικό μάθημα	

Στα πλαίσια του επαναληπτικού χαρακτήρα της βασισμένης στο σχεδιασμό ερευνητικής μεθοδολογίας, η διδακτική αυτή πρόταση μπορεί να εφαρμοστεί και να αξιολογηθεί εκ νέου, με στόχο την περαιτέρω βελτίωσή της, παρέχοντας μια προσέγγιση για τη διδασκαλία του Scratch σε αρχάριους προγραμματιστές.

Βιβλιογραφία

Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The Journal of the Learning Sciences , 13* (1), 1-14.

Ben-Ari, M. (2006). *Principles of Concurrent and Distributed Programming* (Second Ed.). Essex: Addison-Wesley.

Ben-Ari, M. & Kolikant, Y. B.-D. (1998). Thinking Parallel: The Process of Learning Concurrency. *ITiCSE*, pp. 13-16. Cracow.

Brown, Q., Mongan, W., Garbarine, E., Kusic, D., Fromm, E. & Fontecchio, A. (2008). Computer Aided Instruction as a Vehicle for Problem Solving: Scratch Programming Environment in the Middle Years Classroom. *Proceedings of the American Society for Engineering Education.*

Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher ,* 32 (1), 9-13.

Cohen, L. & Manion, L. (1994). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας.* Αθήνα: Μεταίχμιο.

Guzdial, M. & Soloway, E. (2002). Teaching the Nintendo generation to program. *Communications of the ACM,* 45(4), 17-21.

Kafai, Y. B. (1995). *Minds in Play.* New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Kafai, Y. B. (2005). The classroom as "living laboratory": Design-based research for understanding, comparing, and evaluating learning. *Educational Technology ,* 45(1), 28-33.

Kahn, K. (1996). Drawing on napkins, video-game animation, and other ways to program computers. *Communications of the ACM ,* 39(8), 49-59.

Malan, D. & Leitner, H. (2007). Scratch for Budding Computer Scientists. *38th ACM Technical Symposium on Computer Science Education.* Covington.

Maloney, J., Burd, L., Kafai, Y., Rusk, N., Silverman, B. & Resnick, M. (2004). Scratch: a sneak preview. *Second International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing*, 104-109.

McCracken, M., Almstrum, V., Diaz, D., Guzdial, M., Hagan, D., Kolikant, Y.-D., Laxer, C., Thomas, L., Utting, I. & Wilusz, T. (2001). A multi-national, multi-institutional study of assessment of programming skills of first-year CS students. *SIGCSE Bulleti ,* 33(4), 125-140.

Monroy-Hernández, A. (2007). ScratchR: sharing user-generated programmable media. *Proceedings of the 6th international conference on Interaction design and children*, pp. 167 - 168 .

Papert, S. (1980). *Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas.* New York: Basic Books.

Resnick, M. (2007). All I Really Need to Know (about Creative Thinking) I Learned (By Studying How Children Learn) in Kindergarden. In B. Shneiderman (Ed.), *SIGCHI Conference on Creativity and Cognition*, pp. 1-6. Washington, D.C.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B. & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM ,* 52(11), 60-67.

Rifkin, A. (1994). Teaching Parallel Programming and Software Engineering Concepts to High School Students. *Proceedings of the SIGCSE technical symposium on Computer Science Education,* pp. 26-30. Phoenix: ACM.

Sivilotti, P. A. & Laugel, S. A. (2008). Scratching the surface of advanced topics in software engineering: a workshop module for middle school students. *The proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on Computer Science Education,* pp. 291-295. ACM.

Tanenbaum, A. S. (2008). *Modern Operating Systems.* New Jersey: Prentice Hall.

The Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher ,* 32(1), 5-8.

Wolz, U., Leitner, H. H., Malan, D. J. & Maloney, J. (2009). Starting with Scratch in CS 1. *ACM SIGCSE Bulletin ,* 41(1), 2-3.

Αλεξοπούλου, Ε. & Κυνηγός, Χ. (2008). Οι κανόνες μισοψημένων παιχνιδιών ως πλαίσιο κατανόησης και εφαρμογής της δομής επιλογής. Στο Β. Κόμης (Επιμ.), *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής*, 71-80. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.

Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α. & Γουλή, Ε. (2004). Μαθησιακές Δυσκολίες στις Επαναληπτικές Δομές. Στο Μ. Γρηγοριάδου, Α. Ράπτης, Σ. Βοσνιάδου & Χ. Κυνηγός (Επιμ.), *4ο Συνέδριο ΕΤΠΕ*, 535-537. Αθήνα.

Δαπόντες, Ν. (2010). *Οι αρχαίοι Έλληνες Γεωμέτρες στη σχολική τάξη: Μοντελοποιήσεις, προσομοιώσεις και animations (Υπό έκδοση)*. Αθήνα: Καστανιώτη.

Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ. & Πολάτογλου, Χ. (2009). Διδάσκοντας Φυσική: μια διερεύνηση δυνατοτήτων και περιορισμών στην αξιοποίηση του Scratch(board) σε εργαστηριακές δραστηριότητες. *5ο Συνέδριο στη Σύρο: ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*. Σύρος.

Κόμης, Β. Ι. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Τζιμογιάννης, Α. & Γεωργίου, Β. (1999). Οι δυσκολίες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην εφαρμογή της δομής ελέγχου για την ανάπτυξη αλγορίθμων. Μία μελέτη περίπτωσης. *(1ο) Συνέδριο ΕΤΠΕ*. Ιωάννινα.

Φεσάκης, Γ., Δημητρακοπούλου, Α., Σεραφείμ, Κ., Ζαφειροπούλου, Α., Ντούνη, Μ. & Τούκα, Β. (2008). Γνωριμία με το εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού Scratch. Στο Β. Κόμης (Επιμ.), *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, 615-617. Πάτρα.

Φεσάκης, Γ. & Καφούση, Σ. (2008). Ανάπτυξη Συνδυαστικής Σκέψης Νηπίων με τη Βοήθεια ΤΠΕ: Παραγωγή Συνδυασμών με Επανατοποθέτηση. *6ο Πανελλήνιο Συνέδριο, οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*. Λεμεσός.

Φεσάκης, Γ. & Σεραφείμ, Κ. (2009a). Μάθηση προγραμματισμού ΗΥ από εκκολαπτόμενους εκπαιδευτικούς με το Scratch. *1ο Εκπαιδευτικό Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*. Βόλος.

Φεσάκης, Γ. & Σεραφείμ, Κ. (2009b). Επίδραση της Εξοικείωσης με το Περιβάλλον "Scratch" σε Απόψεις και Στάσεις Εκκολαπτόμενων Εκπαιδευτικών. *5ο Συνέδριο Σύρου: ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*. Σύρος.