

«Εργαστήριο εκπαιδευτικής ρομποτικής με το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch for Arduino»

Μαστρογιάννης Ιάκωβος¹, Σωτηρίου Σοφία², Γλέζου Κατερίνα³

¹ Καθηγητής Φυσ. Αγωγής, Πειραματικό Γενικό Λύκειο Μυτιλήνης
Πανεπιστημίου Αιγαίου, iakomas@sch.gr

² Καθηγήτρια Φυσικής, Πειραματικό Γενικό Λύκειο Μυτιλήνης Πανεπιστημίου
Αιγαίου, sofisot@otenet.gr

³ Καθηγήτρια Πληροφορικής/Φυσικής, Α' Αρσάκειο Γενικό Λύκειο Ψυχικού,
kglezou@di.uoa.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σύγχρονη ελληνική και διεθνή διδακτική πρακτική παρατηρείται ολοένα αυξανόμενη τάση υλοποίησης εκπαιδευτικών εφαρμογών ρομποτικής (Ματοσσιάν κ.α., 2016), προβάλλοντας στο προσκήνιο την αναγκαιότητα ενημέρωσης και επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών σχετικά με τις δυνατότητες αξιοποίησης και ενσωμάτωσής τους στην τάξη. Οι εξελίξεις στις θεωρίες μάθησης και τη διδακτική και η βαθμιαία αποδοχή της εποικοδομητικής αντίληψης για τη διδασκαλία και τη μάθηση έχουν μετατοπίσει το βάρος από την παρατηρούμενη συμπεριφορά και τη διαδικασία διδασκαλίας στη διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται η μάθηση, παρέχοντας τη δυνατότητα εφαρμογής εποικοδομητικών διδακτικών στρατηγικών (Karagiorgi & Symeou, 2005) για την ενεργή οικοδόμηση νοήματος από τους μαθητές (Wilson, 1997). Η ρομποτική αναδεικνύεται ως ένα σημαντικό μαθησιακό εργαλείο (Mataric, 2004) στην υπηρεσία της εκπαίδευσης, μέσα από δραστηριότητες οι οποίες αφενός είναι σύγχρονες, αυθεντικές και ελκυστικές για τους μαθητές, αφετέρου μπορούν να αναπτύξουν χρήσιμες δεξιότητες, απαραίτητες στον 21^ο αιώνα της αυξημένης ζήτησης εφαρμογών υψηλής τεχνολογίας.

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Το περιβάλλον Scratch for Arduino (S4A) είναι μια τροποποίηση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Scratch (έκδοση 1.4 ή παλαιότερη), με την επιπρόσθετη δυνατότητα απλού προγραμματισμού της ηλεκτρονικής πλατφόρμας ανοικτού κώδικα και σχεδιασμού του μικροελεγκτή Arduino (Citilab, 2015). Παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας αλληλεπιδραστικών αντικειμένων ή περιβαλλόντων (Πουλάκης, 2015) μέσω της διαχείρισης αισθητήρων (όπως θερμοκρασίας, απόστασης, ήχου) και ενεργοποιητών (όπως διαφόρων τύπων μοτέρ, leds, ηλεκτρομαγνητών, βομβητών) που συνδέονται με τον μικροελεγκτή.



Σχήμα 1: Μικροελεγκτής Arduino Uno**ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

Το S4A παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου πολλαπλών μικροελεγκτών (ανάλογα με τις διαθέσιμες θύρες USB) για κάθε έναν από τους οποίους μπορεί να ελέγξει 6 αναλογικές εισόδους (αναλογικοί ακροδέκτες A0 έως A5) και 14 ψηφιακές εισόδους ή εξόδους (ψηφιακοί ακροδέκτες 0 έως 13) (Σχήμα 1).

Για την επικοινωνία του S4A με τον μικροελεγκτή απαιτείται η εγκατάσταση ειδικού προγράμματος (firmware) στον μικροελεγκτή (Citilab, 2015). Λειτουργεί και στα τρία κύρια λειτουργικά συστήματα, Windows, Mac και Linux και υποστηρίζει τους μικροελεγκτές Arduino Uno, Diecimila και Duemilanove. Πιθανόν να λειτουργεί και με άλλους μικροελεγκτές Arduino αλλά προς το παρόν δεν έχει δοκιμαστεί.

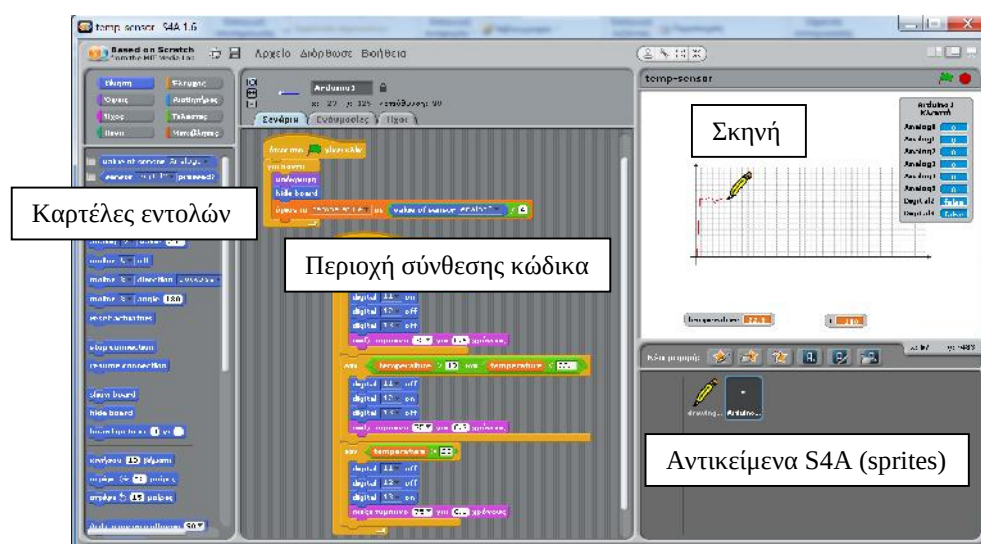
Το περιβάλλον S4A (τρέχουσα έκδοση 1.6) είναι συμβατό με το Scratch 1.4 ή παλαιότερο, μπορεί δηλαδή να φορτώσει και να εκτελέσει έργα Scratch αλλά όχι το αντίστροφο. Ωστόσο δε δίνεται η δυνατότητα διαμοιρασμού έργων στη διαδικτυακή κοινότητα της έκδοσης Scratch 2.0.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΔΙΕΠΑΦΗΣ

Τα κύρια μέρη που συνθέτουν το περιβάλλον διεπαφής του S4A είναι (Σχήμα 2):

- Η περιοχή με τις καρτέλες εντολών.
- Η περιοχή σύνθεσης του προγραμματιστικού κώδικα.
- Η σκηνή όπου εκτελείται όλη η δράση σύμφωνα με τον κώδικα.
- Η περιοχή καθορισμού των -δρώνων- αντικειμένων (sprites).

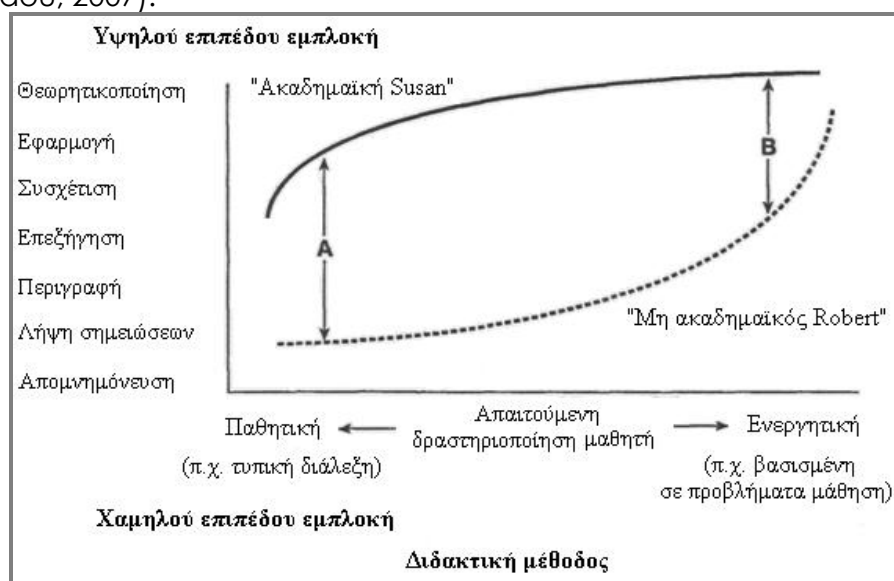
Το περιβάλλον διεπαφής S4A υποστηρίζει δύο τύπων αντικείμενα (sprites). Το κλασικό αντικείμενο του περιβάλλοντος διεπαφής Scratch και ένα ιδιαίτερο αντικείμενο Arduino το οποίο αντιπροσωπεύει έναν μικροελεγκτή και για το οποίο προσφέρονται εντολές σχετικές με τις βασικές λειτουργίες του μικροελεγκτή (όπως έλεγχος μοτέρ, reads και writes στις εισόδους και εξόδους). Με την απλή προσθήκη ενός νέου αντικειμένου Arduino εντοπίζεται αυτόματα η θύρα USB όπου είναι συνδεδεμένος ο μικροελεγκτής (Citilab, 2015).

**Σχήμα 2:** Το περιβάλλον διεπαφής του S4A

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Κοινό χαρακτηριστικό των αποτελεσματικών διδακτικών μεθόδων είναι η ενεργητική εμπλοκή των μαθητών (Biggs, 1999b). Μετά δε από σχετικές μελέτες ο Biggs (1999a) παραθέτει ένα σχεδιάγραμμα που αποκαλύπτει την επίδραση των διδακτικών μεθόδων επικοδομητικής φιλοσοφίας -όπως η βασισμένη σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων εκπαιδευτική ρομποτική-, στη μεγιστοποίηση των πιθανοτήτων εμπλοκής των μαθητών σε υψηλού επιπέδου γνωστικές διαδικασίες. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, όσο η διδακτική μέθοδος μετακινείται προς την κατεύθυνση προσανατολισμένων στην ενεργητική οικοδόμηση γνώσης προσεγγίσεων, τόσο υψηλότερος είναι ο βαθμός της απαιτούμενης δραστηριοποίησης και εμπλοκής του μαθητή αλλά και το επίπεδο της απαιτούμενης γνωστικής επεξεργασίας.

Ένα επιπλέον πλεονέκτημα των δραστηριοτήτων ρομποτικής είναι ότι χαρακτηρίζονται ως διεπιστημονικές αφού εμπλέκουν στοιχεία όχι μόνο από τα Μαθηματικά και την Πληροφορική (Arlegui et al., 2008) αλλά και από μαθησιακά αντικείμενα όπως οι Φυσικές Επιστήμες, η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, η Τεχνολογία, κ.ά. Η εκπαιδευτική ρομποτική σε συνδυασμό με κατάλληλα προγραμματιστικά περιβάλλοντα, όπως το περιβάλλον S4A, μπορεί να ενταχθούν στο πλαίσιο των μαθημάτων της ερευνητικής εργασίας και των βιωματικών δράσεων ή ακόμη και σε άτυπες σχολικές δράσεις. Επιπρόσθετα, η συμμετοχή σε αυθεντικές δραστηριότητες που έχουν νόημα και αναφέρονται σε πραγματικά προβλήματα -όπως η ρομποτική- είναι απαραίτητο συστατικό ενός περιβάλλοντος που ευνοεί τη μάθηση (Hatano & Inagaki, 2003; Vosniadou, 2007).



Σχήμα 3. Προσανατολισμός μαθητή, διδακτική μέθοδος και επίπεδο εμπλοκής (Biggs, 1999b, σ. 59).

Καταλήγοντας, η ρομποτική έχει αναδειχθεί ως ένα σημαντικό μαθησιακό εργαλείο (Mataric, 2004) στην υπηρεσία της εκπαίδευσης, μέσα από δραστηριότητες οι οποίες αφενός είναι σύγχρονες, αυθεντικές και ελκυστικές για τους μαθητές, αφετέρου μπορούν να αναπτύξουν χρήσιμες δεξιότητες απαραίτητες στον 21ο αιώνα της αυξημένης ζήτησης εφαρμογών υψηλής τεχνολογίας.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Η εκπαιδευτική ρομποτική βασίζεται στη βιωματική, συνεργατική και πολυαισθητηριακή προσέγγιση της γνώσης (Χρυσafiίδης, 1994), με τις εργασίες στις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές να «απαιτούν προσδιορισμό της ερευνητικής μεθοδολογίας, οριοθέτηση του σκοπού και του στόχου της έρευνας, προσδιορισμό των υποθέσεων εργασίας καθώς και μια ευέλικτη διδακτική και ερευνητική πρακτική» (Φραγκάκη, 2007). Η επίδραση των δυνατοτήτων ενός μέσου στη μαθησιακή διαδικασία εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο παιδαγωγικής αξιοποίησής του στη διδασκαλία (Ραβάνης, 1999), εντοπίζοντας ως σημαντικό «το πώς παρά το τι» (Higgins et al., 2012, σ. 3). Η εποικοδομητική θεωρία μάθησης, ειδικότερα η μέθοδος της ερευνητικής εργασίας (project) όπως περιγράφεται από τον Ματσαγγούρα (2011), συγκροτεί ένα πρόσφορο πλαίσιο για τη διδακτική αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζεται η υλοποίηση μιας διδακτικής παρέμβασης στο μάθημα της ερευνητικής εργασίας της Α' Λυκείου, η οποία έλαβε χώρα τη σχολική χρονιά 2014-2015 στο Πειραματικό ΓΕΛ Μυτιλήνης. Σκοπός της εναλλακτικής διδακτικής προσέγγισης ήταν η ανάπτυξη ρομποτικών κατασκευών μέσω της σταδιακής εξοικείωσης των μαθητών με το προγραμματιστικό περιβάλλον S4A και την πλατφόρμα Arduino διαμορφώνοντας ένα ομαδοσυνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον. Μέσω αυτής της προσέγγισης, οι μαθητές εμπλέκονται ενεργητικά σε δραστηριότητες εκμάθησης των βασικών εννοιών και δομών του προγραμματισμού και της ρομποτικής, διερευνώντας οι ίδιοι τα χαρακτηριστικά των προγραμματιστικών εννοιών και δομών καθώς προχωρούν στον προγραμματισμό της ρομποτικής κατασκευής τους. Οι μαθητές ακολουθούν τα τρία φύλλα εργασίας (βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ), σε καθένα από τα οποία προτείνονται τα παρακάτω τρία διακριτά βήματα:

1. Η υλοποίηση του κυκλώματος στον μικροελεγκτή Arduino.
2. Η συγγραφή του προγραμματιστικού κώδικα στο περιβάλλον S4A.
3. Η τροποποίηση του κώδικα για την επέκταση της εκπαιδευτικής εφαρμογής.

Στα μεν δύο πρώτα βήματα πραγματοποιούνται οι απαραίτητες ενέργειες για την υλοποίηση του κυκλώματος και τη συγγραφή του κώδικα, στο δε 3^ο βήμα προτείνεται τροποποίηση ή/και επέκταση του κυκλώματος ή/και του κώδικα προκειμένου αφενός οι μαθητές να εξοικειωθούν με τις διαδικασίες, αφετέρου να παρασχεθεί ανατροφοδότηση στον εκπαιδευτικό για την αξιολόγηση του επιπέδου κατανόησης των προτεινόμενων εφαρμογών ρομποτικής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια διδακτική προσέγγιση για την εισαγωγή των μαθητών στις βασικές έννοιες της ρομποτικής και του δομημένου προγραμματισμού με αξιοποίηση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος S4A σε συνδυασμό με την πλατφόρμα Arduino. Η εφαρμογή της σε μαθητές της Α' Λυκείου συνέβαλε σημαντικά στην ενεργό εμπλοκή των μαθητών κατά τη διαδικασία εκμάθησης βασικών εννοιών και ανάπτυξης δεξιοτήτων προγραμματισμού και ρομποτικής με θετικά αποτελέσματα. Ο συνδυασμός του περιβάλλοντος S4A με την πλατφόρμα Arduino παρέχει στους μαθητές τη δυνατότητα να αναπτύξουν πρακτικές εφαρμογές προσωπικού ενδιαφέροντος, μετατρέποντάς τους από καταναλωτές ψηφιακού περιεχομένου σε συνειδητούς δημιουργούς. Στα πλεονεκτήματα υλοποίησης

της διδακτικής παρέμβασης περιλαμβάνεται η ευκολία χρήσης των δωρεάν προγραμματιστικών εργαλείων, το χαμηλό κόστος απόκτησης των υλικών και η δυνατότητα ένταξής τους στο μάθημα της ερευνητικής εργασίας και των βιωματικών δράσεων Λυκείου και Γυμνασίου αντίστοιχα.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ματοσιάν, Ν., Σωτηρίου, Σ., Μαστρογιάννης, Ι. (Υπό έκδοση). Ard-project, μία Ευκαιρία Συνεργατικής Διδακτικής Παρέμβασης. Πρακτικά 4^{ου} Πανελλήνιου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Κεντρικής Μακεδονίας-Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη διδακτική πράξη, Θεσσαλονίκη, 8-9 Απριλίου 2016.

Ματσαγγούρας, Η. (2011). *Η Καινοτομία των Ερευνητικών Εργασιών στο Νέο Λύκειο*. Βιβλίο εκπαιδευτικού. Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β.

Πουλάκης, Ε. (2015). *Προγραμματίζοντας με τον μικροελεγκτή Arduino*. Ηράκλειο: Ε. Πουλάκη.

Ραβάνης, Κ. (1999). *Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση: Διδακτική και γνωστική προσέγγιση*. Αθήνα: Τυπωθήτω-Δαρδανός.

Φραγκάκη, Μ. (2007). Μεθοδολογική Προσέγγιση του Κριτικού - Χειραφετικού Παραδείγματος (Κ.Χ.Φ.) / Η Μέθοδος Project. Ανακτήθηκε Φεβρουαρίου 3, 2016, από: http://users.sch.gr/nikbalki/epim_kse/files/Parousiaseis/Method_Project.pdf.

Χρυσάφιδης, Κ. (1994). *Βιωματική-Επικοινωνιακή Διδασκαλία: Η εισαγωγή της μεθόδου project στο σχολείο*. Αθήνα: Gutenberg.

Arlegui, J., Menegatti, E., Moro, M., Pina, A. (2008). Robotics, Computer Science curricula and Interdisciplinary activities. *Proceedings of SIMPAR 2008 International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots* (pp. 10-21). Venice, Italy.

Biggs, J. (1999a). *Teaching for quality learning at university*. Buckingham: Open University Press.

Biggs, J. (1999b). What the student does: teaching for enhanced learning. *Higher education research & development*, 18(1), 57-75.

Citilab. (2015). About S4A. Retrieved February 19, 2016, from S4A: <http://s4a.cat/>.

Hatano, G. & Inagaki, K. (2003). When is conceptual change intended? A cognitive-sociocultural view. In G. M. Sinatra, & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 407-427). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Higgins, S., Xiao, Z., Katsipataki, M. (2012). *The impact of digital technology on learning: A summary for the education endowment foundation*. Durham, UK: Education Endowment Foundation and Durham University.

Karagiorgi, Y. & Symeou, L. (2005). Translating Constructivism into Instructional Design: Potential and Limitations. *Educational Technology & Society*, 8(1), 17-27.

Mataric, M. (2004). Robotics Education for all Ages. *Proceedings of AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education* (March 22-24). Palo Alto, CA.

Vosniadou, S. (2007). The cognitive-situative divide and the problem of conceptual change. *Educational Psychologist*, 42, 55-66.

Wilson, B. G. (1997). Reflections on constructivism and instructional design. In C. R. Dills, & A. J. Romiszowski (Eds.), *Instructional development paradigms* (pp. 63-80). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.