ΕΤΠΕ
Ελληνική Επιστημονική Ένωση
Τεχνολογιών Πληροφορίας &
Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

8ο

Πανελλήνιο Συνέδριο

Διδακτική της Πληροφορικής

www.didinfo2016.etpe.gr

Πρακτικά

Επιμέλεια
Αναστάσιος Μικρόπουλος
Αγγελική Τσιάρα
Παναγιώτα Χαλκή

ISSN 2529-0908
ISBN 978-960-88359-9-3

Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση, ΕΤΠΕ

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Σχολή Επιστημών Αγωγής

«Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση»

«Εργαστήριο Νέων Τεχνολογιών και Εκπαίδευσης από Απόσταση»

Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής

Πρακτικά 8ου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»

Υπό την αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων

Ιωάννινα, 23-25 Σεπτεμβρίου 2016

Επιμέλεια

Αναστάσιος Μικρόπουλος

Αγγελική Τσιάρα

Παναγιώτα Χαλκή

ISSN 2529-0908

ISBN 978-960-88359-9-3

Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση, ΕΤΠΕ

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Σχολή Επιστημών Αγωγής

«Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση»

«Εργαστήριο Νέων Τεχνολογιών και Εκπαίδευσης από Απόσταση»

Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής.

8ο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»

Υπό την αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων

Ιωάννινα, 23-25 Σεπτεμβρίου 2016

ΧΟΡΗΓΟΙ

Διακεκριμένος χορηγός

ORACLE ACADEMY

Χορηγοί

ΦΥΣΙΚΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΝΕΡΟ ΒΙΚΟΣ

ΒΙΚΟΣ Φυσικά Μεταλλικά Αναψυκτικά

Διερευνητική Μάθηση

ratoon

Γ. Καψιώχας Α.Ε.Β.Ε.

Vetrone specialty coffee

illy

ΦΑΛΕΙΕΣ ΣΤΕΦΑΝΗΕΣ

coffee epirus

8ο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»

Προσκεκλημένος ομιλητής

Georges-Louis Baron

Université Paris V René Descartes, Faculté des sciences humaines et sociales – Sorbonne

Επιτροπές

Συντονιστής

Αναστάσιος Μικρόπουλος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Συντονιστική Επιτροπή

Λαδιάς Αναστάσιος, ΕΤΠΕ, Σχολικός Σύμβουλος

Μπέλλου Ιωάννα, Σχολικός Σύμβουλος

Μπράτιτσης Θαρρενός, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Πολίτης Παναγιώτης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τζιμογιάννης Αθανάσιος, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Φούντος Ιωάννης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Διεθνής Επιστημονική Επιτροπή

Baron G.-L., University of Paris 5 (La Sorbonne), France

Baroso J., INESC TEC and University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

Cartelli A., University of Cassino , Italy

Chen Chwen Jen, Universiti Malaysia Sarawak, Malaysia

Chen W., Oslo and Akershus University College of Applied Sciences, Norway

Dalgarno B., Charles Sturt University, Australia

Depover C., University of Mons – Hainaut, Belgium

Dimitriadis Y., University of Valladolid, Spain

Foreman N., Middlesex University, UK and ITMO University, Russia
Hadzilacos Th., Open University of Cyprus, Cyprus
Jausovec N., University of Maribor, Slovenia
Karsenti T., University of Montreal, Canada
Kinshuk, Athabasca University, Canada
Lan Yu-Ju, National Taiwan Normal University, Taiwan
Magoulas G. D., University of London, UK
Mercier J., Université du Québec à Montréal, Canada
Miesenberger K., University of Linz, Austria
Morch A., University of Oslo, Norway
Nian-Shing Chen, National Sun Yat-sen University, Taiwan
Paredes H., INESC TEC and University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Passig D., Bar-Ilan University, Israel
Sandnes F., Oslo and Akershus University College of Applied Sciences, Norway
Spector M. J., University of Georgia, USA
Valanides N., University of Cyprus

Εθνική επιστημονική Επιτροπή

Γόγουλου Αγορίτσα, Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γρηγοριάδου Μαρία, Πανεπιστήμιο Αθηνών
Δαγδιλέλης Βασίλης, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Δημητριάδης Σταύρος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Εφόπουλος Βασίλης, Σχολικός Σύμβουλος
Κόμης Βασίλης, Πανεπιστήμιο Πατρών
Κορδάκη Μαρία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Μπελεσιώτης Βασίλης, Σχολικός Σύμβουλος
Ξυνόγαλος Στέλιος, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Παναγιωτακόπουλος Χρήστος, Πανεπιστήμιο Πατρών
Πανσεληνάς Γεώργιος Σχολικός Σύμβουλος

Παπαδάκης Σπύρος, ΕΑΠ, Σχολικός Σύμβουλος

Παπανικολάου Κυπαρισία, ΑΣΠΑΙΤΕ

Πιντέλας Παναγιώτης, Πανεπιστήμιο Πατρών

Φεσάκης Γιώργος Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Οργανωτική Επιτροπή

Βρέλλης Ιωάννης

Ζαχαρής Γιώργος

Νάτσης Αντώνης

Παπαχρήστος Νικηφόρος

Τόκη Ευγενία

Τσιάρα Αγγελική

Χαλκή Παναγιώτα

Αθανασίου Λητώ

Γεωργέλη Διονυσία

Γκαρτζονίκας Βησσαρίων

Διαμάντης Βασίλης

Θέου Ελένη

Καραμάνη Κωνσταντίνα – Παυλίνα

Καραμούτσιου Σοφία

Κοκιοπούλου Παναγιώτα

Μπαλωμένου Λυδία

Νικολού Αγγελική

Νταλάκας Γιώργος

Πραμαντιώτη Ελένη

Σαργιώτη Κατερίνα

Σταμούλη Ερασμία

Τοπάλη Παρασκευή

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή 1

ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ 1. Διδασκαλία της Πληροφορικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

ΣΥΜΠΟΣΙΟ

Περιβάλλοντα μάθησης προγραμματισμού στην προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία

Οργάνωση

Βασίλης Κόμης, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

Γνωστική και Διδακτική ανάλυση των προγραμματιστικών περιβαλλόντων προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας
Β. Κόμης 7

Σχεδίαση και υλοποίηση Ρομποτικής Συσκευής για τη Ρομποτική Πλατφόρμα e-ProBotLab (Early Programming Robots Laboratory)
Χ. Καραχρήστος, Κ. Νάκος, Α. Μισιρλή, Β. Κόμης 17

Παιδαγωγική σχεδίαση και αξιολόγηση της Ρομποτικής Πλατφόρμας e-ProBotLab
Κ. Νάκος, Χ. Καραχρήστος, Α. Μισιρλή, Β. Κόμης 25

Σύγχρονες τάσεις και ζητήματα για τον προγραμματισμό ΗΥ στην προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία
Γ. Φεσάκης, Ε. Μαυρουδή, Σ. Πραντσούδη 33

Διδάσκοντας προγραμματισμό σε μικρές ηλικίες με φορητές συσκευές μέσω του παιχνιδιού Kodable και του ScratchJr: Μελέτη περίπτωσης
M. Kandroudi, T. Bratitsis 43

Η οικοδόμηση της έννοιας του «μηνύματος» στη γλώσσα προγραμματισμού ScratchJr από μαθητές 5-7 ετών
Σ. Τουλουπάκη, Μ.-Ελένη Κ., Δ. Νικολός, G.-L. Baron, Β. Κόμης 51

ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ 2. Διδακτική και Διδασκαλία Προγραμματισμού και Ρομποτικής

Προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών στους αλγόριθμους ταξινόμησης. Ποιον αλγόριθμο επινοούν;
Ε. Βραχνός, Α. Τζιμογιάννης 61

Εισάγοντας την έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό με το λογισμικό «Χελωνόσφαιρα»
Μ. Γριζιώτη, Χ. Κυνηγός, Μ. Ξένος 69

Ρομποτική χωρίς ρομπότ. Ο προγραμματισμός Η/Υ ως πυλώνας της ρομποτικής στην υποχρεωτική εκπαίδευση
Α. Λαδιάς, Δ. Λαδιάς 79

Σχεδίαση και εφαρμογή εκπαιδευτικού πλαισίου δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής
Σ. Ατματζίδου, Σ. Δημητριάδης 89

Παιχνίδια για κινητές συσκευές στη διδασκαλία και μάθηση της Πληροφορικής
Ι. Σιακαβάρας, Μ. Παπαστεργίου, Ν. Ζουρμπάνος 97

ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ 3 Προγράμματα Σπουδών Πληροφορικής

ΣΥΜΠΟΣΙΟ

Η γλώσσα Python στην εκπαίδευση: Ζητήματα διδασκαλίας και ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών

Οργάνωση

Σταύρος Δημητριάδης, Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Η Python και η «τέχνη του υπολογίζειν»: πρόταση για ένα λεξικό μοντέλων διδασκαλίας της γλώσσας
Σ. Δημητριάδης 107

Η έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της έννοιας στη γλώσσα προγραμματισμού Python και διαφοροποιήσεις ως προς τη διδακτική προσέγγιση της

Α. Αράπογλου 115

«Python from Scratch»: Μετάβαση από το Scratch στην Python και τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό αξιοποιώντας το παιχνίδι Code Combat
Θ. Τερζίδου 123

ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ 4. Διδακτικές προσεγγίσεις και προτάσεις στην Πληροφορική

Διδακτική της Πληροφορικής στο Νηπιαγωγείο μέσω Ψηφιακής Αφήγησης
Θ. Μπράτιτσης..... 133

Η ανεστραμμένη τάξη και η εφαρμογή της στη διδασκαλία της Επιστήμης των Υπολογιστών
Κ. Κανάκη 141

Ένα Διδακτικό Σενάριο για την Εγκατάσταση Λογισμικών Ελέγχου Ασφαλείας Διαδικτυακών Συστημάτων στο Σχολικό Εργαστήριο
Γ. Παπαδημητρίου, Λ. Γολικίδου, Α. Τρουλάκη, Δ. Κανελλόπουλος, Δ. Καρλή 149

ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ 5. Φύλο και σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής

Έμφυλες αναπαραστάσεις σε Σχολικά Εγχειρίδια Πληροφορικής του Επαγγελματικού Λυκείου
Ι. Μπερδούσης, Μ. Κορδάκη 159

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Τρισδιάστατες κατασκευές με προγραμματισμό: Το περιβάλλον «Χελωνόσφαιρα»
Μ. Γριζιώτη, Μ. Ξένος, Χ. Κυνηγός 169

Εισαγωγή

Από τις αρχές της δεκαετίας του 2000, η Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ) αναγνωρίζοντας τη σημασία της Διδακτικής της Πληροφορικής, της αφιερώνει ένα από τα συνέδρια της.

Το 8^{ο} Συνέδριο της ΕΤΠΕ με τίτλο «Διδακτική της Πληροφορικής» διεξάγεται στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων και συνδιοργανώνεται από τα Εργαστήρια «Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση» και «Νέων Τεχνολογιών και Εκπαίδευσης από Απόσταση» της Σχολής Επιστημών Αγωγής και το Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής.

Αποτελεί το βήμα παρουσίασης και διαλόγου ερευνητικών και εμπειρικών μελετών, προτάσεων, αναλύσεων και θεωρητικών πλαισίων που σχετίζονται με το επιστημονικό πεδίο. Απευθύνεται στην επιστημονική και εκπαιδευτική κοινότητα που ασχολείται με την έρευνα στη διδακτική και τη διδασκαλία της Πληροφορικής στην πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Η Πληροφορική αποτελεί ένα αυτόνομο επιστημονικό πεδίο και ένα ξεχωριστό γνωστικό αντικείμενο, διαφορετικό από αυτό των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ).

Η Πληροφορική ως γνωστικό αντικείμενο αναφέρεται στη μελέτη των αρχών και τεχνικών της υπολογιστικής σκέψης και της εφαρμογής της στη σχεδίαση και ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων. Διδάσκει το μαθητή με στόχο να γίνει αποτελεσματικός δημιουργός πληροφορικών εργαλείων (Computing at School Working Group, 2012).

Οι ΤΠΕ ως ψηφιακός γραμματισμός εστιάζουν στη δημιουργική και παραγωγική χρήση της τεχνολογίας, στην εφαρμογή πληροφορικών εργαλείων για την επίλυση προβλημάτων. Διδάσκουν το μαθητή ώστε να γίνει ένας σκεπτόμενος, παραγωγικός και δημιουργικός χρήστης της τεχνολογίας (Brinda, Puhlmann, Schulte, 2009). Η παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ αφορά στην υποστήριξη και ενίσχυση της διδασκαλίας και της μάθησης. Οι ΤΠΕ δεν αποτελούν γνωστικό αντικείμενο και δεν έχουν ως στόχο τους τη διδασκαλία για την απόκτηση δεξιοτήτων ή γνώσεων Πληροφορικής (Μικρόπουλος, 2013). Η διάκριση μεταξύ των δύο πεδίων, της Πληροφορικής και των ΤΠΕ, οδήγησε στην οργάνωση του συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής» το οποίο διαφοροποιείται από το άλλο συνέδριο της ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση».

Η θεματολογία του συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής» αφορά όλους τους τομείς του επιστημονικού πεδίου: το περιεχόμενο της γνώσης, τη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία, τις στάσεις και τις αξίες των μαθητών και των εκπαιδευτικών, την επαγγελματική αναβάθμιση, και την εκπαιδευτική πολιτική.

Οι εργασίες του 8ου συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής» αναφέρονται στους εξής θεματικούς άξονες:

1. Διδασκαλία της Πληροφορικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση
2. Διδακτική και διδασκαλία προγραμματισμού και ρομποτικής
3. Προγράμματα σπουδών Πληροφορικής
4. Διδακτικές προσεγγίσεις και προτάσεις στην Πληροφορική
5. Φύλο και σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής.

Στο πλαίσιο του συνεδρίου διοργανώνονται επίσης τα δύο εργαστήρια «Σχεδίαση της αισθητικής της διεπαφής» και «Τρισδιάστατες κατασκευές με προγραμματισμό: το περιβάλλον Χελωνόσφαιρα» που απευθύνονται κυρίως σε εκπαιδευτικούς και φοιτητές της Πληροφορικής.

Η ακαδημαϊκή δεοντολογία που διακρίνει την οργάνωση του συνεδρίου και κυρίως η διαδικασία ανώνυμης αξιολόγησης των εργασιών που παρουσιάζονται στα πρακτικά, αποτελούν εχέγγυο για την επιστημονική, θεωρητική και πρακτική αξία τους. Αυτή αναδεικνύεται και από τον πολύ μεγάλο αριθμό αναφορών που λαμβάνουν οι εργασίες των συνεδρίων «Διδακτική της Πληροφορικής» της ΕΤΠΕ.

Αναφορές

Brinda, T., Puhlmann, H. Schulte, C. (2009). Bridging ICT and CS – Educational Standards for Computer Science in Lower Secondary Education. In: *ITiCSE 2009* pp. 288–292, Paris, France.

Computing at School Working Group, 2012). *Computer Science: A Curriculum for Schools*. Ανακτήθηκε στις 22 Νοεμβρίου 2014 από http://www.computingatschool.org.uk.

Μικρόπουλος, Τ. Α. (2013). Πληροφορική και Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνιών: Διάκριση, συνύπαρξη και παιδαγωγική πρακτική. Στο Γ. Αλεξανδράτος, Γ. Μπαραλός, Π. Παπαδοπούλου (επιμ.) *Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Σχολικών Συμβούλων Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις* (σ. 5-11), Αθήνα: ΠΕΣΣ. Ανακτήθηκε στις 28 Αυγούστου 2016 από http://www.pess.gr/images/praktika/synedrio1/Praktika-PESS-T%201%20-%20Korinthos%20-%202013.pdf.

Αναστάσιος Μικρόπουλος

Αγγελική Τσιάρα

Παναγιώτα Χαλκή

Ιωάννινα, 23 Σεπτεμβρίου 2016

Ευχαριστίες

Η διοργάνωση ενός επιστημονικού συνεδρίου βασίζεται στην ακαδημαϊκή δεοντολογία. Η υποστήριξη του συνεδρίου απαιτεί υποδομές, τεχνογνωσία και μεράκι. Απαιτεί μια σειρά διαδικασιών που καλύπτουν μια μεγάλη χρονική περίοδο, ουσιαστικά όλο το διάστημα από την προηγούμενη διοργάνωση μέχρι τη λήξη της τρέχουσας. Θεσμικά όργανα και φορείς, καθώς και φυσικά πρόσωπα χρειάζεται να συνεισφέρουν για το καλύτερο αποτέλεσμα.

Ευχαριστώ την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ) που μου εμπιστεύθηκε την οργάνωση του 8ου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής» καθώς και τα μέλη του Διοικητικού Συμβουλίου της ΕΤΠΕ για την υποστήριξη του εγχειρήματος. Ευχαριστώ επίσης το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, τη Σχολή Επιστημών Αγωγής και τα Εργαστήρια «Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση» και «Νέων Τεχνολογιών και Εκπαίδευσης από Απόσταση» και το Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής που συνδιοργανώνουν το συνέδριο. Ευχαριστώ την υπεύθυνη του Συνεδριακού Κέντρου «Κάρολος Παπούλιας» του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για τη φιλοξενία του συνεδρίου. Ευχαριστώ το Υπουργείο Παιδείας Έρευνας και Θρησκευμάτων που έθεσε το συνέδριο υπό την αιγίδα του.

Ακόμα ευχαριστώ τα μέλη της Συντονιστικής Επιτροπής του συνεδρίου για τη διαρκή υποστήριξη και τις εποικοδομητικές συζητήσεις. Ευχαριστίες εκφράζω και για τα μέλη της Επιστημονικής Επιτροπής για το δύσκολο έργο της αξιολόγησης των εργασιών που υποβλήθηκαν στο συνέδριο. Ευχαριστώ τους προσκεκλημένους ομιλητές και όλους τους συγγραφείς που εμπιστεύθηκαν τις εργασίες τους στο συνέδριο.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζω στα μέλη της οργανωτικής επιτροπής που εργάσθηκαν ακούραστα για την επιτυχημένη οργάνωση του συνεδρίου.

Αναστάσιος Μικρόπουλος

ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ 1
Διδασκαλία της Πληροφορικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

ΣΥΜΠΟΣΙΟ

Περιβάλλοντα μάθησης προγραμματισμού
στην προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία

Οργάνωση

Βασίλης Κόμης
Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής
στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

Διδακτική - γνωστική ανάλυση περιβαλλόντων προγραμματισμού προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας

Βασίλης Κόμης
komis@upatras.gr
Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Το άρθρο επιχειρεί μια διδακτική - γνωστική ανάλυση περιβαλλόντων προγραμματισμού προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Αρχικά παρουσιάζεται η εν γένει προβληματική για τη θέση των περιβαλλόντων αυτών στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών, στη συνέχεια αναπτύσσεται ένα πλαίσιο διδακτικής και γνωστικής ανάλυσης των δύο κύριων κατηγοριών για τη μάθηση του προγραμματισμού και την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης (ρομποτική και οπτικός προγραμματισμός) και τέλος αναλύονται γνωστά περιβάλλοντα ρομποτικής και οπτικού προγραμματισμού.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτική ρομποτική, οπτικό περιβάλλον προγραμματισμού, γνωστική και διδακτική ανάλυση, προσχολική εκπαίδευση, υπολογιστική σκέψη

Εισαγωγή

Οι σύγχρονες προσεγγίσεις στα προγράμματα σπουδών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας αντιλαμβάνονται πλέον τις ψηφιακές τεχνολογίες τόσο ως αντικείμενο νέων γραμματισμών (γνωριμία με τις τεχνολογίες, δημιουργική έκφραση μέσω των τεχνολογιών, κατανόηση της θέσης τους στην κοινωνία και τον πολιτισμό), όσο και ως γνωστικό εργαλείο με εγκάρσιες χρήσεις (επικοινωνία, συνεργασία, διερεύνηση, πειραματισμός και ανακάλυψη, επίλυση προβλήματος, ανάπτυξη δημιουργικότητας, κριτική σκέψη) σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα. Ο ψηφιακός γραμματισμός συνιστά πλέον εγγενές τμήμα των προγραμμάτων σπουδών από τα πρώτα στάδια του σχολείου. Μάλιστα, με μια ευρεία προσέγγιση, ο γραμματισμός αυτός ολοκληρώνεται όταν εντάσσει στην προβληματική του όχι μόνο δεξιότητες κατανόησης και χρήσης των ψηφιακών εργαλείων αλλά και την ανάπτυξη της αλγοριθμικής σκέψης και της προγραμματιστικής ικανότητας που αποτελούν βασικές συνιστώσες της υπολογιστικής σκέψης (Wing, 2006). Η πρόσφατη έρευνα αναφέρει ότι στο πλαίσιο της προσχολικής εκπαίδευσης η υπολογιστική σκέψη μπορεί να αποτελέσει κτήμα των παιδιών και αφορά κατά κύριο λόγο την ανάπτυξη αλγοριθμικής ικανότητας και της γνώσης βασικών αρχών προγραμματισμού (Manches & Plowman, 2015; Μισιρλή, 2015). Η έννοια του ψηφιακού γραμματισμού συνεπώς δεν εμπερικλείει απλώς τη γνωριμία των μαθητών με τις τεχνολογίες αλλά αφορά κυρίως την ανάπτυξη ικανοτήτων δημιουργίας και έκφρασης με τις τεχνολογίες αυτές, οι οποίες αποτελούν εγγενές μέρος του κόσμου μέσα στον οποίο αναπτύσσονται τα παιδιά. Η δημιουργία και η έκφραση θεωρούνται ικανότητες υψηλού επιπέδου και συνδυάζουν χρήσεις ψηφιακών εργαλείων παραγωγής και μετασχηματισμού ψηφιακού υλικού (κείμενα, εικόνες, ήχους κλπ.) και χρήσεις τεχνολογιών ελέγχου και αλγοριθμικής προσέγγισης, όπως η ρομποτική και ο προγραμματισμός. Το παρόν άρθρο ασχολείται με τα ψηφιακά περιβάλλοντα που αφορούν μικρές ηλικίες και μπορούν να ευνοήσουν την ικανότητα της υπολογιστικής σκέψης με τη χρήση τεχνολογιών

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

ελέγχου και αυτομάτων (εκπαιδευτική ρομποτική) και οπτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού.

Τεχνολογία ελέγχου και ρομποτική στην προσχολική εκπαίδευση

Οι τεχνολογίες ελέγχου και ειδικότερα οι εφαρμογές ρομποτικής καθώς και ο προγραμματισμός αυτομάτων και υπολογιστών συνιστούν ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό πλαίσιο μέσα στο οποίο είναι δυνατόν να αναπτυχθούν υψηλού επιπέδου ικανότητες, όπως η επίλυση προβλήματος, η κριτική σκέψη, η αλγοριθμική προσέγγιση κ.α. Η παιδαγωγική προσέγγιση που ακολουθείται στην περίπτωση των τεχνολογιών ελέγχου στηρίζεται στην ανάπτυξη και την περιγραφή τεχνικών καταστάσεων που βασίζονται σε στοιχειώδεις γλώσσες εντολών, οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση απλών (π.χ. χειριστήρια) ή και πιο σύνθετων (π.χ. προγραμματιζόμενα ρομπότ) συσκευών. Η εμφάνιση αναπτυξιακά κατάλληλων ρομποτικών συσκευών (π.χ. BeeBot ή Thymio) καθώς και οπτικών γλωσσών προγραμματισμού προσαρμοσμένων στις ικανότητες των παιδιών (π.χ. ScratchJr) εγγράφεται σε αυτή την προοπτική. Με την ένταξη των ρομπότ στο πρόγραμμα σπουδών οι μαθητές εισάγονται στην τεχνολογία ελέγχου και προσεγγίζουν βασικές έννοιες προγραμματισμού. Στη συνέχεια, κάνοντας χρήση προγραμματισμού εισάγονται σε πιο σύνθετες έννοιες και προσεγγίζουν την αλγοριθμική προσέγγιση ως βασικό συστατικό της υπολογιστικής σκέψης.

Τα περιβάλλοντα εκπαιδευτικής ρομποτικής

Η προσέγγιση της εκπαιδευτικής ρομποτικής προέρχεται απευθείας από τη θεωρία της Logo και κάνει χρήση κατάλληλων μικρόκοσμων (κατασκευή ή χειρισμός αυτομάτων όπως η «χελώνα» εδάφους), οι οποίοι χρησιμοποιούνται μέσα σε διάφορες παιδαγωγικές καταστάσεις με σημασία και νόημα για τους μαθητές.

Πίνακας 1. Ρομποτικά περιβάλλοντα προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας

Ρομποτική Συσκευή	Έννοιες	Ικανότητες	Ηλικία
Bee-Bot / BlueBot	Ακολουθία, κίνηση, αλγόριθμος	Αλγοριθμική, απτικός προγραμματισμός	4+
Probot	Ακολουθία, κίνηση, επανάληψη, αλγόριθμος, διαδικασία	Αλγοριθμική, απτικός προγραμματισμός	6+
Thymio	Ακολουθία, κίνηση, κατάσταση, μηχανή πεπερασμένης κατάστασης, αισθητήρες, γεγονότα	Αλγοριθμική, απτικός προγραμματισμός, υπολογιστική σκέψη, μαθηματική σκέψη	6+
Cubelets	Αισθητήρες, κίνηση, είσοδοι – έξοδοι, ενέργειες, παραλληλισμός	Αλγοριθμική, απτικός προγραμματισμός, κατασκευή	5+
Kibo	Ακολουθία, κίνηση, επανάληψη, επιλογή, αισθητήρες, αλγόριθμος	Απτικός προγραμματισμός, υπολογιστική σκέψη, κατασκευή	4+
LEGO® WeDo™	Ακολουθία, επανάληψη, επιλογή, αισθητήρες, μοτέρ	Υπολογιστική σκέψη, προγραμματισμός, κατασκευή	7+

Ειδικότερα, οι παιδαγωγικοί στόχοι της ρομποτικής μπορούν να διαιρεθούν σε δύο βασικές κατηγορίες: το χειρισμό και την κατασκευή ρομπότ. Η εκπαιδευτική ρομποτική στην προσχολική αγωγή αφορά κυρίως χειρισμό και όχι κατασκευή και συνιστά εναλλακτικό τρόπο εκμάθησης του προγραμματισμού (με έμφαση στην αλγοριθμική σκέψη) μέσα από το πρίσμα της ανάπτυξης και οργάνωσης της σκέψης μέσω πρόβλεψης για τη μετακίνηση αντικειμένων μέσα στο χώρο. Τα ρομπότ επιτρέπουν, μεταξύ άλλων, την εξερεύνηση του

χώρου «από απόσταση» χωρίς παρέμβαση του σώματος, την ακριβή και λογική γλώσσα εντολών μέσω μιας κωδικοποίησης, την πρόβλεψη των πράξεων και την αλγοριθμική οικοδόμηση της λύσης.
Δύο είναι οι κύριες κατηγορίες περιβαλλόντων εκπαιδευτικής ρομποτικής προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας (Πίνακας 1): περιβάλλοντα κατασκευαστικής ρομποτικής τύπου Lego-Logo (π.χ. Kibo και LEGO® WeDo™) και προγραμματιζόμενα ρομπότ τύπου Logo (π.χ. Bee-Bot και Pro-Bot).

Κατασκευαστική ρομποτική

Ένα περιβάλλον τύπου Lego-Logo, στο οποίο το ρομπότ κατασκευάζεται από δομικά στοιχεία τύπου Lego, αποτελεί το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα εκπαιδευτικής ρομποτικής αφού συνδυάζει τόσο το κατασκευαστικό όσο και το προγραμματιστικό τμήμα της προσέγγισης. Το περιβάλλον συνιστά ένα μικρόκοσμο, ο οποίος αποτελείται από φυσικές διασυνδέσεις και μια συμβολική γλώσσα ελέγχου και επιτρέπει τη μελέτη και τη δημιουργία αρθρωτών ρομπότ κατευθυνόμενων από υπολογιστή. Δημιουργούνται συνεπώς κατασκευές που περιέχουν κινητήρα, ο οποίος λειτουργεί είτε μέσω ειδικής διασύνδεσης με τον υπολογιστή, όπως στο περιβάλλον LEGO® WeDo™, είτε αυτόνομα, όπως στο Kibo ή το Cubelets. Οι κινήσεις των κατασκευών γίνονται είτε με άμεσο τρόπο (με χειριστήριο), είτε από προγράμματα που ο χρήστης δημιουργεί με τη βοήθεια λογισμικού. Τα ρομπότ μπορεί να είναι εφοδιασμένα με αισθητήρες και να αποστέλλουν μηνύματα στον υπολογιστή. Η κατασκευαστική ρομποτική παρέχει ένα πλαίσιο εισαγωγής σε έννοιες ποικίλων γνωστικών περιοχών, όπως φυσικές επιστήμες, τεχνολογία, μηχανική και μαθηματικά (Science, Technology, Engineering, Mathematics).

Προγραμματιζόμενα ρομπότ

Τα προγραμματιζόμενα ρομπότ τύπου Logo είναι προκατασκευασμένα ρομπότ δαπέδου, τα οποία προγραμματίζονται από τον χρήστη για να εκτελέσουν κάποια κίνηση στον χώρο (Misirli & Komis, 2014). Ο χρήστης σχεδιάζει και καθορίζει το σύνολο των εντολών που εισάγονται στο ρομπότ, κατά περίσταση, χρησιμοποιώντας τις εντολές μιας γλώσσας, η οποία αποτελεί υποσύνολο της γλώσσας προγραμματισμού Logo. Πρόκειται για έτοιμα ρομπότ που διαθέτουν απλή διεπιφάνεια με πλήκτρα, τα οποία αναπαριστούν βασικές εντολές της Logo και επιτρέπουν απτικό προγραμματισμό (tangible programming), γεγονός που καθιστά τη χρήση τους εύκολη ακόμα και από παιδιά προσχολικής ηλικίας. Δύο είναι οι κύριες κατηγορίες προγραμματιζόμενων ρομπότ προσχολικής ηλικίας: α) τύπου Logo με τρία τουλάχιστον ρομπότ: BeeBot, BlueBot (μετεξέλιξη του BeeBot με προσθήκη τον προγραμματισμό μέσω φορητής συσκευής) και Probot και β) μια ειδική ομάδα ρομπότ (π.χ. Thymio και Cubelets), η οποία αξιοποιεί τις δυνατότητες αισθητήρων (ανίχνευση κίνησης, απόστασης, έντασης ήχου, κλπ.) για πραγματοποίηση ενεργειών στον χώρο. Σε τεχνικό επίπεδο λειτουργούν κυρίως μέσω απτικού προγραμματισμού ενώ σε εννοιολογικό επίπεδο, η πρώτη κατηγορία ακολουθεί τις αρχές του δομημένου προγραμματισμού και η δεύτερη κατηγορία του προγραμματισμού χειρισμού γεγονότων. Τα πιο διαδεδομένα ρομπότ είναι το BeeBot και το Thymio.
Το Bee-Bot ενσαρκώνει τη χελώνα Logo με μορφή μέλισσας ενώ βασίζεται σε αρχές προγραμματισμού της Logo για τον έλεγχο του ρομπότ δαπέδου. Τα παιδιά μπορούν έτσι να προγραμματίσουν σύνθετες διαδρομές στο δάπεδο για να επιλύσουν ανοικτού τύπου προβλήματα (Μισιρλή, 2015). Ο προγραμματισμός των κινήσεων γίνεται από ένα σύνολο πλήκτρων στο πάνω μέρος του ρομπότ. Το Bee-Bot επιτρέπει τη χρήση βασικών εντολών της

Logo και ειδικά τη δομή της ακολουθίας. Το ProBot, με μορφή αυτοκινήτου, διαθέτει πλήρες αριθμητικό πληκτρολόγιο, υποστηρίζει τις δομές ακολουθίας και επανάληψης (Repeat), τη δημιουργία διαδικασιών (procedures) και μέσω αισθητήρα αφής μπορεί να υλοποιήσει τη δομή ελέγχου. Το Thymio εισάγει μια νέα προγραμματιστική προσέγγιση, αυτή του προγραμματισμού χειρισμού γεγονότων (event driven programming). Το ρομπότ είναι προ-προγραμματισμένο με έξι διαφορετικές συμπεριφορές: ακολουθεί ένα αντικείμενο, διερευνά το χώρο αποφεύγοντας εμπόδια, ανιχνεύει κτυπήματα και την κατεύθυνση της βαρύτητας, εντοπίζει πίστες και χρωματικές διαφορές, υπακούει σε χειριστήρια, ακούει και διακρίνει ήχους. Επίσης, μέσω μιας οπτικής γλώσσας με χαρακτηριστικά προγραμματισμού χειρισμού γεγονότων, ο προγραμματιστής οργανώνει συμβάντα (events) και δράσεις (actions), ορίζει δηλαδή τι θα γίνει όταν λάβει χώρα ένα γεγονός. Κάθε ζεύγος «συμβάν – δράση», ορίζει μια μετάβαση από μια κατάσταση του ρομπότ σε μια άλλη και μας βοηθά έτσι να εισάγουμε μια πολύ ισχυρή έννοια της Πληροφορικής, αυτή των μηχανών πεπερασμένης κατάστασης.

Διδακτικές και γνωστικές προεκτάσεις εκπαιδευτικής ρομποτικής

Τα περιβάλλοντα κατασκευαστικής ρομποτικής παρέχουν ένα περιβάλλον εισαγωγής σε έννοιες από ποικίλες γνωστικές περιοχές όπως κίνηση, αισθητήρες εισόδου ή εξόδου πληροφορίας, μηχανική κατασκευή, αυτοματισμός, υλοποίηση αλγορίθμων κλπ. Ένα τέτοιο περιβάλλον ευνοεί την ανάπτυξη μεταγνωστικής ικανότητας, κατά την οποία τα παιδιά αναστοχάζονται σχετικά με τις διαδικασίες σκέψης που έχουν ακολουθήσει, βελτιώνεται η ικανότητα επίλυσης προβλήματος και προάγεται η ικανότητα χωρικού προσανατολισμού και η ευαισθητοποίηση των παιδιών στην κίνηση, στα σχήματα και στις γωνίες. Επιπρόσθετα, δεδομένου ότι διαθέτουν μια γλώσσα προγραμματισμού, παρέχουν στους μαθητές ένα κατάλληλο περιβάλλον εισαγωγής σε έννοιες αλγοριθμικής και υπολογιστικής σκέψης.

Απτικός προγραμματισμός/ οπτικός προγραμματισμός και δομές προγραμματισμού

Το βασικό χαρακτηριστικό όλων των ρομποτικών συστημάτων που αναλύονται στο άρθρο αυτό, εκτός από το LEGO® WeDo™, του οποίου ο προγραμματισμός γίνεται μέσω υπολογιστή, είναι η λειτουργία μέσω (ή και μέσω) απτικού προγραμματισμού. Το Beebot λειτουργεί μόνο με απτικό προγραμματισμό, το Bluebot και το Probot βασίζονται στον απτικό προγραμματισμό ενώ μπορούν να προγραμματιστούν και ψηφιακά, το Thymio προγραμματίζεται μέσω λογισμικού (γλώσσα VPL/Aseba) αλλά στις βασικές του λειτουργίες λειτουργεί απτικά κλπ. Ο απτικός προγραμματισμός χαρακτηρίζεται από τη φυσική / απτική σχέση του προγραμματιστή με το ρομπότ, με όλες τις γνωστικές διαστάσεις που η σχέση αυτή εμπεριέχει στο επίπεδο της προσχολικής εκπαίδευσης (Bers & Horn, 2009). Παράλληλα, όλες οι γλώσσες προγραμματισμού που συνοδεύουν τα προγραμματιζόμενα ρομπότ ακολουθούν το παράδειγμα του οπτικού προγραμματισμού, που επιτρέπει στο παιδί τη δημιουργία προγραμμάτων μέσα από τον εικονικό χειρισμό προγραμματιστικών στοιχείων. Όλα τα ρομπότ υποστηρίζουν τη δομή της ακολουθίας (sequence). Δεδομένου ότι η ροή του προγράμματος αναπαρίσταται εικονικά, η συγγραφή αλλά και η κατανόηση / διόρθωση των προγραμμάτων είναι σχετικά εύκολη διαδικασία. Κάποια περιβάλλοντα, όπως το Probot, υποστηρίζουν και την επαναληπτική δομή (repeat) ενώ άλλα, μέσω αισθητήρων, μπορούν να προσομοιώσουν δομές ελέγχου. Το προγραμματιστικό περιβάλλον του LEGO® WeDo™ είναι πιο σύνθετο αφού εκτός των βασικών δομών προγραμματισμού

επιτρέπει τον χειρισμό κινητήρα και αισθητήρων που μετατρέπουν το ρομπότ σε ένα πολλαπλών χρήσεων αυτόματο.

Αισθητήρες / είσοδοι - έξοδοι

Οι αισθητήρες, που ανιχνεύουν φυσικά μεγέθη και παράγουν από αυτά μετρήσιμες εξόδους, αποτελούν μια από τις κύριες λειτουργίες του προγραμματιζόμενου ρομπότ. Είναι το βασικό στοιχείο που διακρίνει μια ρομποτική συσκευή από ένα σύνηθες υπολογιστικό σύστημα. Εξάλλου, οι αισθητήρες ενδημούν στο περιβάλλον των παιδιών και συνιστούν για αυτά μέρος της καθημερινότητάς τους, όπως αισθητήρες κίνησης, φωτός, αφής, απόστασης, ήχου κλπ. Σε κάποια συστήματα, όπως το Thymio, οι αισθητήρες αποτελούν το κύριο μέσο επικοινωνίας με το ρομπότ δεδομένου ότι λαμβάνουν εισόδους / πληροφορίες από τους χρήστες ή το περιβάλλον και τις μετατρέπουν σε ενέργειες της ρομποτικής συσκευής. Σε άλλα ρομποτικά συστήματα, όπως τα LEGO® WeDo™, οι αισθητήρες αποτελούν πρόσθετα εξαρτήματα, τα οποία επεκτείνουν το πεδίο δράσης ή ενεργειών της ρομποτικής συσκευής. Η κατανόηση του ρόλου, της λειτουργίας και των ρυθμίσεων βασικών αισθητήρων για τον χειρισμό αυτομάτων αποτελεί πλέον μέρος της εγκύκλιας γνώσης που πρέπει να αποκτήσουν οι μαθητές, και στο πλαίσιο αυτό, σημαντικός είναι ο ρόλος της εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Μηχανολογική κατασκευή - κινητήρας / κίνηση

Ο χειρισμός ενός ρομπότ επιτρέπει την ανάλυση της κίνησης που κάνει μέσα στον χώρο και τον χρόνο και του συγχρονισμού των επιμέρους κινήσεων. Τα ρομπότ εισάγουν έτσι την έννοια της λογικής του χειρισμού για την εκπλήρωση ενός έργου ή την επίτευξη ενός στόχου. Κατασκευάζοντας ένα ρομπότ, προσεγγίζουμε τα προβλήματα της μετάδοσης και του μετασχηματισμού των κινήσεων. Το παιδί αναπαράγει έτσι ένα δοσμένο μηχανισμό ή ανακαλύπτει έναν άλλο για να πραγματοποιήσει μια δεδομένη κίνηση. Ανάλογα με τον τύπο του ρομπότ, το παιδί το χειρίζεται ή σαν μια μαριονέτα και αποκρυσταλλώνει σε προφορικό λόγο τις πράξεις του (χειροκίνητη χρήση) ή το κατευθύνει από απόσταση με τη βοήθεια ενός χειριστηρίου (στην περίπτωση αυτή πρόκειται για αναλογικό χειρισμό) ή προγραμματίζει τις κινήσεις του στο πληκτρολόγιο ενός υπολογιστή ή απευθείας σε αυτό (πρόκειται για λογικό χειρισμό με την χρήση μιας κωδικοποιημένης γλώσσας).

Τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού

Η μάθηση του προγραμματισμού και γενικότερα η ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης εντάσσεται πλέον στα προγράμματα σπουδών ήδη από την προσχολική εκπαίδευση (Manches & Plowman, 2015).

Η εξέλιξη αυτή οφείλεται αφενός στις γενικότερες προσεγγίσεις που αφορούν τη θέση των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία και αφετέρου στην εξέλιξη των διεπιφανειών χρήσης των υπολογιστικών συστημάτων (οθόνες αφής & άμεση αλληλεπίδραση) και στην ανάπτυξη κατάλληλων περιβαλλόντων μάθησης προγραμματισμού. Τα περιβάλλοντα αυτά έχουν συνήθως παιγνιώδη μορφή, βασίζονται στις αρχές του οπτικού προγραμματισμού (εντολές με εικόνες) και απαιτούν απλές γνώσεις χρήσης ψηφιακών συσκευών, ενώ επιτρέπουν στους μαθητές να χειριστούν σημαντικές έννοιες προγραμματισμού, όπως ακολουθία, επανάληψη, επιλογή, κίνηση, αλγόριθμος, διαδικασία, παράμετρος, μεταβλητή (Πίνακας 2), ενώ κάποια περιβάλλοντα εισάγουν νέες έννοιες προγραμματισμού: συγχρονισμός, μηνύματα, συμβάντα.

Πίνακας 2. Περιβάλλοντα προγραμματισμού προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας

Λογισμικό οπτικού προγραμματισμού	Έννοιες	Ηλικία
ScratchJr	Ακολουθία, επανάληψη, παράμετρος, κίνηση, συνθήκη, αλγόριθμος, συμβάντα, μηνύματα, ήχος, έλεγχος, συγχρονισμός	5+
The foos	Ακολουθία, επανάληψη, συνθήκη επιλογής, κίνηση, παράμετρος, αλγόριθμος	5+
Run Marco!	Ακολουθία, επανάληψη, συνθήκη επιλογής, κίνηση, αλγόριθμος	5+
Move the Turtle	Ακολουθία, επανάληψη, συνθήκη επιλογής, κίνηση, παράμετρος, αλγόριθμος, διαδικασία, μεταβλητή, χωρικός προσανατολισμός	6+
Cato's Hike	Ακολουθία, επανάληψη, συνθήκη επιλογής, κίνηση, παράμετρος, αλγόριθμος	6+
Kodable	Ακολουθία, επανάληψη, συνθήκη επιλογής, κίνηση, παράμετρος, αλγόριθμος	
LightBot Junior	Ακολουθία, επανάληψη, κίνηση, αλγόριθμος, διαδικασία, χωρικός προσανατολισμός	5+
Bit by Bit	Ακολουθία, κίνηση, αλγόριθμος, διαδικασία, χωρικός προσανατολισμός, συγχρονισμός	5+

Βασικές δομές προστακτικού προγραμματισμού

Τα περιβάλλοντα της ενότητας αυτής λειτουργούν σε φορητές συσκευές (IOS ή Android). Όλα υποστηρίζουν δομές προστακτικού προγραμματισμού (ακολουθία και επανάληψη, και κατά περίπτωση επιλογή). Παράλληλα, βασίζονται στις αρχές του οπτικού προγραμματισμού και προσπαθούν να εφαρμόσουν απλό συντακτικό και διαφανή σημασιολογία στις εντολές τους.

Συντακτικό και σημασιολογία

Ο προγραμματισμός στα περιβάλλοντα αυτά αφορά στη μάθηση γλώσσας επικοινωνίας ώστε να εκτελεστούν συγκεκριμένες διεργασίες από τη φορητή συσκευή σχετικά με δράσεις ενός ή και περισσότερων αντικειμένων στη σκηνή (οθόνη εργασίας). Κάθε περιβάλλον διαθέτει το δικό του συντακτικό και σημασιολογία που συνδέεται με τα βασικά στοιχεία της γλώσσας. Οι μαθητές, μαθαίνοντας το περιβάλλον, αναπτύσσουν συντακτικές και σημασιολογικές γνώσεις, ενώ είναι δυνατόν να αναπτύξουν στρατηγικού τύπου γνώσεις, που συνδέονται με τη μεταφορά γνώσης σε άλλους γνωστικούς χώρους (Fay & Mayer, 1988). Το συντακτικό είναι απλό με πολλά κοινά χαρακτηριστικά (λόγω οπτικού προγραμματισμού) ενώ η σημασιολογία διαφέρει σημαντικά από περιβάλλον σε περιβάλλον για τις περισσότερες εντολές. Η συντακτική δομή συνδέεται με τη μορφή της διεπιφάνειας χρήσης, η οποία διαθέτει τρεις συνιστώσες (Fay & Mayer, 1988): τα βασικά στοιχεία (εικονίδια εντολών), τους κανόνες σύνταξης αυτών των στοιχείων σε εντολές και τους κανόνες σύνταξης των εντολών σε προγράμματα. Η σύνταξη σε κάποιες από τις γλώσσες αυτές έχει τη μορφή παζλ (π.χ. ScartchJr και RunMarco!) ενώ σε άλλες κάθε εντολή τοποθετείται μέσα σε μία ταινία με τετράγωνα κουτιά, όπου κάθε κουτί επιδέχεται μία εντολή (The foos, Cato's Hike, LightbotJr, Bit by Bit, Kodable). Μόνο στη γλώσσα Move the Turtle το περιβάλλον σύνταξης εντολών θυμίζει κλασικό παράθυρο σύνταξης, όπου οι εντολές γράφονται η μία κάτω από την άλλη και εισάγονται μέσα από ένα μενού εντολών. Στις άλλες γλώσσες η σύνταξη είναι περισσότερο διαισθητική, δεδομένου ότι λειτουργεί με την αρχή «σύρε κι άφησε» ενώ όλα τα προγράμματα ή τα σενάρια (τμήματα

προγραμμάτων) συναπαρτίζονται από εικονίδια εντολών τοποθετημένα χωρικά στον χώρο προγραμματισμού (σε μορφή παζλ ή μέσα σε κουτιά).
Η σημασιολογία μιας γλώσσας προγραμματισμού συνδέεται με τη σημασία που προσδίδουμε στις διαφορετικές συντακτικές κατασκευές που δημιουργούνται στο περιβάλλον της. Με την έννοια αυτή, η σημασιολογία είναι δύσκολο να οριστεί και σε κάθε περίπτωση καθορίζει εάν το περιβάλλον μπορεί να υποστηρίζει διαφορετικά προγραμματιστικά παραδείγματα, όπως ο προστακτικός ή ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός. Η σημασιολογία μιας γλώσσας δεν είναι αυθαίρετη αλλά διαθέτει λογική δομή που εξαρτάται από τις λειτουργικές συνιστώσες του χώρου προγραμματισμού. Οι συνιστώσες που περιγράφουν τη σημασιολογία των εντολών μιας γλώσσας είναι τρεις : α) οι πράξεις (operations), οι δράσεις δηλαδή που μπορούν να πραγματοποιηθούν (π.χ. κίνηση, στροφή, καταγραφή), β) τα αντικείμενα (objects), οι οντότητες δηλαδή πάνω στις οποίες επιδρούν οι πράξεις (π.χ. μορφές ηρώων) και γ) οι τοποθεσίες, ο χώρος (σκηνή) δηλαδή όπου διεξάγονται οι πράξεις. Κάθε πτυχή μιας εντολής προγραμματισμού μπορεί να περιγραφεί ως μια πράξη που εφαρμόζεται σε ένα αντικείμενο σε ένα συγκεκριμένο χώρο (Fay & Mayer, 1988). Η σημασιολογία των εντολών των γλωσσών που μελετώνται δεν είναι πάντα διαισθητική ούτε πάντα γνωστικά κατάλληλη. Τα εικονίδια που αναπαριστούν τις εντολές έχουν σχεδιαστεί ώστε να υπονοούν τις πράξεις που η εντολή θα εκτελέσει. Αυτό όμως δε συμβαίνει σε πολλές περιπτώσεις. Εξάλλου, η οικοδόμηση μιας εντολής δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί παρά μόνο εάν η εντολή εφαρμοστεί πάνω σε αντικείμενο που επιδρά και στο πλαίσιο προβλημάτων που έχουν νόημα για τα παιδιά. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητη η κατάλληλη διδακτική προσέγγιση των προς μελέτη γλωσσών προγραμματισμού, υπό το πρίσμα της Διδακτικής της Πληροφορικής.

Οπτικός προγραμματισμός

Όλες οι γλώσσες διαθέτουν αναπτυξιακά κατάλληλη διεπιφάνεια και ιδιαίτερες λειτουργίες που επιτρέπουν στους μαθητές την εύκολη δημιουργία προγραμμάτων. Το σημαντικό παιδαγωγικό χαρακτηριστικό των γλωσσών αυτών είναι ο οπτικός προγραμματισμός, που γίνεται με χρήση εντολών διαφορετικών σχημάτων, συνήθως σε μορφή κομματιών παζλ που συνδυάζονται κατάλληλα μόνο με συντακτικά ορθούς τρόπους. Έτσι αποκλείονται τα συντακτικά λάθη, τα οποία αποθαρρύνουν τους μαθητές κατά τη δημιουργία κώδικα. Στη ScratchJr, η οποία είναι η πιο σύνθετη από όλες τις γλώσσες, όλα τα αλληλεπιδραστικά αντικείμενα (μορφές, σκηνές, ήχοι) μπορούν να εισαχθούν με απλό τρόπο στο πρόγραμμα και να συνδυαστούν ποικιλοτρόπως. Έτσι οι αρχάριοι προγραμματιστές μπορούν να έχουν γρήγορα αποτελέσματα και αποκτούν κίνητρο για να προσπαθήσουν περαιτέρω. Το γραφικό περιβάλλον βασίζεται σε ένα λεξιλόγιο εικόνων (οπτικές εντολές) και η λειτουργία γίνεται με κινήσεις «σύρε κι άφησε» επιτρέποντας έτσι σε παιδιά που δε γνωρίζουν ακόμα ανάγνωση και γραφή να εισαχθούν σε βασικές έννοιες της Πληροφορικής και του προγραμματισμού.

Εντολή / παράμετρος

Οι εντολές έχουν εικονική μορφή, όπου η εικόνα προσπαθεί να έχει σημασιολογική αναφορά στον τρόπο λειτουργίας της εντολής. Κάποιες φορές η εικόνα είναι εύκολα κατανοητή (π.χ. εντολές κίνησης, ηχογράφηση) ενώ άλλες φορές είναι εντελώς δυσνόητη για τα παιδιά (π.χ. η εντολή «Διαδικασία» (P1) στο Lightbot Jr και η εντολή «Repeat» στο ScratchJr). Όμως η σημασιολογία δεν είναι πάντα η ίδια σε παρόμοιες εντολές στις επιμέρους γλώσσες. Για παράδειγμα, οι εντολές κίνησης στο ScratchJr έχουν βήμα με παράμετρο, στο The Foos οι εντολές έχουν σταθερό βήμα και στο kodable η κίνηση

εξελίσσεται μέχρι το αντικείμενο να συναντήσει κάποιο εμπόδιο. Συνεπώς, η ορθή χρήση της εντολής απαιτεί κάθε φορά τη δημιουργία κατάλληλου νοητικού μοντέλου λειτουργίας της και δεν επαρκεί η εικονική μορφή για την κατανόησή της. Σε όσες γλώσσες, όπως τη ScratchJr και τη Move the Turtle, υποστηρίζεται η παράμετρος, η εντολή είναι ήδη αρχικοποιημένη για λόγους γνωστικής ευκολίας, γεγονός που οδηγεί σε διδακτικό πρόβλημα αν πρέπει να αλλαχθεί η παράμετρος.
Οι εντολές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες διαφορετικής γνωστικής δυσκολίας: εντολές δράσης και εντολές ελέγχου (Olabe et al., 2015). Οι εντολές δράσης (π.χ. κίνηση, εμφάνιση) είναι εντολές που θέτουν σε λειτουργία τις δράσεις των μορφών ή των αντικειμένων του προγράμματος ενώ οι εντολές ελέγχου (δομές ελέγχου ή εκκίνηση δράσεων) καθορίζουν πότε οι δράσεις θα εκτελεστούν. Στην περίπτωση των εντολών ελέγχου είναι δυσκολότερη η οικοδόμηση κατάλληλων νοητικών μοντέλων σε σχέση με τις εντολές δράσης. Ειδικότερα, στον προγραμματισμό χειρισμού γεγονότων (όπως στη ScratchJr) κάποιες δράσεις δεν θα εκτελεστούν παρά μόνο εάν πληρωθούν κάποιες συνθήκες ελέγχου.

Βασικές δομές προγραμματισμού: Ακολουθία - Επανάληψη - Επιλογή
Η ακολουθιακή δομή ενυπάρχει σε όλα τα περιβάλλοντα αυτής της κατηγορίας. Εξάλλου, η ακολουθία αποτελεί την πιο βασική δομή κατά τη δημιουργία ενός προγράμματος. Ως γενικότερη έννοια αναπτύσσεται κατά την προσχολική ηλικία, και ο προγραμματισμός μπορεί να ευνοήσει αισθητά την οικοδόμησή της. Η απλή δομή επανάληψης, υποστηρίζεται σε όλα τα περιβάλλοντα ενώ το ScratchJr υποστηρίζει και την ατέρμονη επανάληψη. Η δομή ελέγχου (συνθήκη) υποστηρίζεται με διάφορους τρόπους αλλά το ScratchJr δεν υπάρχει με την έννοια της επιλογής. Όταν η επιλογή υποστηρίζεται από το περιβάλλον, αυτή εδράζεται πάνω σε χωρική ή χρωματική μεταφορά. Για παράδειγμα, η επιλογή ενός συνόλου εντολών γίνεται είτε στη διακλάδωση δύο διαδρομών είτε με βάση το χρώμα των εντολών.

Σύνοψη: προς σύγχρονες έννοιες προγραμματισμού και ρομποτικής

Στο άρθρο μελετήθηκαν τα περιβάλλοντα ρομποτικής και προγραμματισμού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις πιο χαμηλές βαθμίδες της εκπαίδευσης με στόχο την ανάπτυξη ικανοτήτων υπολογιστικής σκέψης. Έγινε μια σύντομη διδακτική και γνωστική ανάλυση δεκαπέντε περιβαλλόντων (προγραμματιζόμενα ρομπότ, κιτ ρομποτικής και περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού). Τα περιβάλλοντα αυτά έχουν ποικίλα χαρακτηριστικά, με κύριο γνώρισμα τη δυνατότητα να υποστηρίξουν βασικές ή και πιο σύνθετες έννοιες προγραμματισμού εάν συνοδεύονται με κατάλληλη διδακτική προσέγγιση. Ειδικότερα, κάποια περιβάλλοντα όπως το Thymio και η ScartchJr προωθούν σύγχρονες προγραμματιστικές έννοιες, οι οποίες αξίζει να μελετηθούν στην προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία. Η ScartchJr (Portelance et al., 2015) εγγράφεται στην παράδοση της Logo και συμπεριλαμβάνει πολλές σημασιολογικές λειτουργίες του προστακτικού προγραμματισμού ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζει και άλλα προγραμματιστικά παραδείγματα: ο προγραμματισμός πολλών πρακτόρων (multi-agent programming) αφού μπορούν να προγραμματιστούν ταυτόχρονα πολλές μορφές (sprites) και να αλληλοεπιδράσουν μεταξύ τους με συγχρονισμό (concurrent programming). Στοιχεία συγχρονισμού επιτρέπουν και άλλες γλώσσες, όπως η Bit by Bit. Η ScratchJr είναι η μόνη που εισάγει στοιχεία οντοκεντρικού προγραμματισμού αφού ο χρήστης μπορεί να ορίσει πολλές μορφές που αλληλεπιδρούν ανταλλάσσοντας μηνύματα ή δημιουργώντας συμβάντα. Δύο μορφές στη ScratchJr μπορούν να επικοινωνήσουν άμεσα (ανταλλάσσοντας μηνύματα) ή έμμεσα (σε περίπτωση που η μία αγγίξει την άλλη). Στο πλαίσιο αυτό έχουμε

προγραμματισμό με συμβάντα, όπως και στην περίπτωση του ρομπότ Thymio. Είναι προφανές ότι η ερευνητική αυτή περιοχή απαιτεί περισσότερες έρευνες, είτε στο επίπεδο της θεωρητικής προσέγγισης, είτε στο επίπεδο της ανάπτυξης νέων εργαλείων, είτε στο επίπεδο της εφαρμογής στην τάξη.

Αναφορές

Fay, A. L., & Mayer, R. E. (1988). Learning Logo: A cognitive analysis. In R. E. Mayer (eds.), *Teaching and learning computer programming: Multiple researcher perspectives* (pp. 55-74), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Manches, A., & Plowman, L. (2015). Computing education in children's early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology*. doi: 10.1111/bjet.12355.

Misirli, A., & Komis, V. (2014). Robotics and Programming Concepts in Early Childhood Education: A Conceptual Framework for Designing Educational Scenarios. In C. Karagiannidis, P. Politis, & I. Karasavvidis (eds.), *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 99–118), New York, NY: Springer.

Olabe, J. C., Basogain, X., & Olabe, M. (2015). HelloScratchJr.org: Curricular Design and Assessment Tools to Foster the Integration of ScratchJr and Computational Thinking into K-2 Classrooms. In *Proceedings of 7th international Scratch conference* (pp. 31-41), Amsterdam.

Portelance, D. J., Strawhacker, A. L., & Bers, M. U. (2015). Constructing the ScratchJr programming language in the early childhood classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-16. http://doi.org/10.1007/s10798-015-9325-0.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Μισιρλή, Α. (2015). Η ανάπτυξη ικανοτήτων αλγοριθμικής σκέψης και προγραμματισμού σε παιδιά προσχολικής ηλικίας με τη χρήση προγραμματιζόμενων ρομπότ (Μη δημοσιευμένη διδακτορική διατριβή), Πανεπιστήμιο Πατρών.

Σχεδίαση και υλοποίηση ρομποτικής συσκευής για τη ρομποτική πλατφόρμα e-ProBotLab

Χριστόφορος Καραχρήστος, Κωνσταντίνος Νάκος, Αναστασία Μισιρλή, Βασίλης Κόμης
xristoforos_karachristos@hotmail.com, kosnakos@yahoo.gr, amisirli@upatras.gr, komis@upatras.gr
Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Η παρούσα εργασία μελετά τη σχεδίαση και την ανάπτυξη της ρομποτικής πλατφόρμας e-ProBotLab (Early Programming Robots Laboratory), η οποία αποτελεί ένα εργαστήριο κατασκευής και προγραμματισμού ρομποτικών συσκευών για παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας μέσα από την πράξη. Η υλοποίηση της πλατφόρμας στηρίζεται σε υλικό και λογισμικό ανοικτού κώδικα, καθώς χρησιμοποιεί την πλακέτα Arduino, σε συνδυασμό με ένα απλό προγραμματιστικό περιβάλλον (γλώσσα οπτικού προγραμματισμού τύπου Logo). Στην εργασία παρουσιάζεται η κατασκευή του ρομπότ, η ανάπτυξη του προγραμματιστικού περιβάλλοντος και η χρήση και παραμετροποίηση της ρομποτικής συσκευής. Η πλατφόρμα επιτρέπει σε μικρότερους μαθητές να χειριστούν τη ρομποτική κατασκευή με απλό τρόπο, ενώ η ανοικτή τεχνολογία που χρησιμοποιεί επιτρέπει σε μεγαλύτερους μαθητές να κατασκευάσουν οι ίδιοι, με τη βοήθεια ενδεχομένως του εκπαιδευτικού, το ρομπότ χρησιμοποιώντας την πλακέτα Arduino. Η γλώσσα προγραμματισμού είναι ανεξάρτητη λειτουργικού και υπολογιστικού συστήματος και επιτρέπει την καθοδήγηση του ρομπότ μέσω ασύρματου δικτύου.

Λέξεις κλειδιά: ρομποτική κατασκευή, οπτικός προγραμματισμός, Arduino

Εισαγωγή

Η πλατφόρμα e-ProBotLab (Σχήμα 1) συνιστά ένα πλαίσιο μάθησης προγραμματισμού και ρομποτικής μέσα από την πράξη. Αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα ΤΠΕ στην εκπαίδευση (ICTE Group) του Τμήματος Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία του Πανεπιστημίου Πατρών. Παρέχει το υλικό και το προγραμματιστικό περιβάλλον για τη δημιουργία αυτοκινούμενων ρομπότ και το παιδαγωγικό πλαίσιο ένταξής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το συγκεκριμένο πλαίσιο είναι σπονδυλωτό, ξεκινώντας από δραστηριότητες μάθησης προγραμματισμού μέσω καθοδήγησης ενός ρομπότ έως τη δημιουργία του αυτοκινούμενου ρομπότ με τη χρήση της πλατφόρμας Arduino (https://www.arduino.cc/). Επιτρέπει με άλλα λόγια, την ανάπτυξη της προγραμματιστικής ικανότητας και του χειρισμού της ρομποτικής τεχνολογίας ενώ ευνοεί την προσέγγιση βασικών επιστημονικών πεδίων, όπως Φυσική, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (Science, Technology, Engineering and Mathematics - STEM). Η χρήση ρομποτικής κατασκευής στην εκμάθηση προγραμματιστικών εννοιών ευνοεί την ουσιαστική μάθηση καθώς ο μαθητής αντιλαμβάνεται τις έννοιες του προγραμματισμού σε σχέση με τον προγραμματισμό πραγματικών συσκευών. Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους οι μαθητές πρέπει να εμπλακούν με πρωταρχικές έννοιες προγραμματισμού από μικρή ηλικία. Πρώτα απ' όλα η εμπλοκή ενός παιδιού με προγραμματιστικές έννοιες το βοηθούν να ενδυναμώσει τη λογική του σκέψη. Παράλληλα το βοηθούν να ενισχύσει το μαθηματικό του υπόβαθρο καθώς μεγάλο μέρος του προγραμματισμού βασίζεται σε

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

θεμελιώδεις μαθηματικές έννοιες και να οικοδομήσει ικανότητες υπολογιστικής σκέψης (Computational Thinking). Η ενασχόληση του μαθητή με την τεχνολογία περιλαμβάνει τρεις συμπληρωματικές πτυχές: πώς να χρησιμοποιεί τεχνολογία, πώς να χειρίζεται τεχνολογία και πώς να δημιουργεί τεχνολογία. Στην περίπτωση του e-ProbotLab η έμφαση δίνεται στις πτυχές του χειρισμού και της δημιουργίας.

Σχήμα 1. Ρομποτική κατασκευή

Ερευνητικό πρόβλημα

Οι πιο γνωστές ρομποτικές κατασκευές που χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική διαδικασία (Πίνακας 1) για μικρές ηλικίες χρησιμοποιούν τόσο λογισμικό όσο και υλικό κλειστού τύπου. Οι ρομποτικές αυτές πλατφόρμες έχουν σχεδιαστεί για παιδιά προσχολικής και σχολικής ηλικίας με σκοπό να ενταχθούν στα προγράμματα σπουδών.

Πίνακας 1. Σύγκριση εκπαιδευτικών ρομποτικών περιβαλλόντων

Ρομποτική πλατφόρμα	Ανοικτό υλικό	Ανοικτό λογισμικό	Κατασκευή ρομπότ από το χρήστη	Ηλικία
Thymio II	Ναι	Ναι	Όχι	7+
BOE-Bot (https://www.parallax.com/product/boe-bot-robot)	Όχι	Όχι	Όχι	13+
Dash and Dot (https://www.makewonder.com/dash)	Όχι	Όχι	Όχι	8 - 12
LEGO Wedo	Όχι	Όχι	Ναι	
LEGO Mindstorms (http://www.lego.com/en-us/mindstorms/?domainredir=mindstorms.lego.com)	Όχι	Όχι	Ναι	10+
Scribbler 2 (https://www.parallax.com/product/28136)	Όχι	Όχι	Όχι	14+
Cubelets	Όχι	Όχι	Όχι	8+
4WD Mecanum wheel mobile robot	Όχι	Όχι	Ναι	8+
Robotis Dream (http://www.robotis-shop-en.com/?act=shop_en.goods_view&GS=1624)	Όχι	Όχι	Όχι	7+
Bee Bot/ Blue Bot / Pro (https://www.bee-bot.us/)	Όχι	Όχι	Όχι	5 – 7+
KIBO (http://kinderlabrobotics.com/)	Όχι	Όχι	Ναι	4 – 7
e-ProBotLab	Ναι	Ναι	Ναι	5 – 14

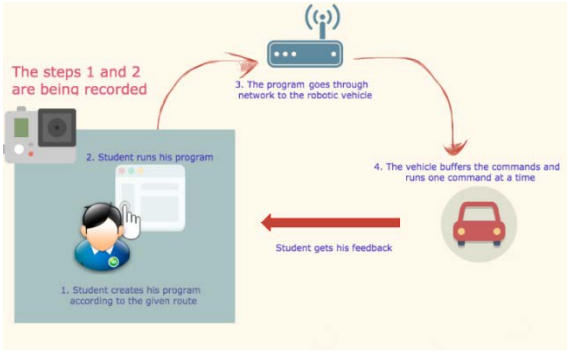
Το βασικό ερευνητικό πρόβλημα που εντοπίζεται σε αυτές που κυρίως αφορούν παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι ότι εστιάζουν σε ένα από τα δύο σημαντικά μέρη του συστήματος: τα περισσότερα είναι έτοιμα ρομπότ που απλώς τα προγραμματίζει ο χρήστης π.χ. BeeBot (https://www.bee-bot.us/) και Thymio (https://www.thymio.org/en), ενώ

κάποια μπορεί να τα κατασκευάσει στη βάση προκατασκευασμένου υλικού π.χ. Cubelets (http://www.modrobotics.com/cubelets/) και Lego Wedo.
Συνεπώς, τα συστήματα αυτά είτε εστιάζουν στο σχεδιασμό και την υλοποίηση της ρομποτικής συσκευής κάνοντας χρήση μιας υπάρχουσας (logo-like) γλώσσας προγραμματισμού είτε εστιάζουν στην ανάπτυξη της γλώσσας προγραμματισμού, η οποία προορίζεται για κάποιο εμπορικά διαθέσιμο ρομπότ ως μέρος του συστήματος. Από τη σύντομη αυτή ανάλυση προκύπτει ότι δεν υπάρχουν αυτή τη στιγμή πλατφόρμες οι οποίες χρησιμοποιούν υλικό και λογισμικό ανοικτού κώδικα (open source) και ταυτόχρονα παρέχουν τη δυνατότητα κατασκευής και προγραμματισμού αυτοκινούμενων ρομποτικών κατασκευών. Στο πλαίσιο αυτό σχεδιάστηκε η πλατφόρμα e-ProbotLab, η οποία συνδυάζει την πλακέτα Arduino (επεξεργαστής ανοικτού κώδικα χαμηλού κόστους) με ένα εύχρηστο προγραμματιστικό περιβάλλον (γλώσσα οπτικού προγραμματισμού τύπου Logo).
Η γλώσσα προγραμματισμού της πλατφόρμας e-ProbotLab είναι ανεξάρτητη λειτουργικού και υπολογιστικού συστήματος και επιτρέπει την καθοδήγηση ρομπότ μέσω ασύρματου δικτύου. Παρέχει το υλικό και το προγραμματιστικό περιβάλλον για τη δημιουργία αυτοκινούμενων ρομπότ και το παιδαγωγικό πλαίσιο ένταξής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Προσφέρει συνεπώς στους μαθητές τη δυνατότητα να ασχοληθούν με την τεχνολογία σε τρία επίπεδα: πώς να δημιουργούν, πώς να χειρίζονται και πώς να χρησιμοποιούν υπολογιστική και ρομποτική τεχνολογία. Το συγκεκριμένο πλαίσιο μάθησης είναι σπονδυλωτό, ξεκινώντας από δραστηριότητες μάθησης προγραμματισμού μέσω καθοδήγησης ενός ρομπότ έως τη δημιουργία του αυτοκινούμενου ρομπότ με τη χρήση της πλατφόρμας Arduino. Επιτρέπει την ανάπτυξη της προγραμματιστικής ικανότητας και του χειρισμού της ρομποτικής τεχνολογίας ενώ ευνοεί την προσέγγιση βασικών επιστημονικών πεδίων, όπως Φυσική, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (STEM). Στις επόμενες ενότητες περιγράφεται αναλυτικότερα, η σχεδίαση και η υλοποίηση της ρομποτικής πλατφόρμας e-ProbotLab.

Αρχιτεκτονική συστήματος

Επισκόπηση συστήματος

Το e-ProbotLab στηρίζεται σε ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο, το οποίο αποτελεί μια μίξη από διαφορετικές τεχνολογίες, οι οποίες περιγράφονται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 2). Το σύστημα αποτελείται από τρία διαφορετικά αρθρώματα: α) το άρθρωμα της διεπαφής, β) το άρθρωμα της ρομποτικής κατασκευής και γ) το άρθρωμα επικοινωνίας.



Σχήμα 2. Αρχιτεκτονική συστήματος

Αρχικά ο μαθητής μέσω της Web διεπαφής δημιουργεί το πρόγραμμα–διαδρομή που επιθυμεί με βάση τη δραστηριότατα που του δίνεται. Κατά τη διάρκεια της δημιουργίας ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει το πρόγραμμά του είτε διαγράφοντας κάποια εντολή κίνησης είτε αλλάζοντας τη σειρά της μέσα στο πρόγραμμα. Στη συνέχεια, ο μαθητής μπορεί να «τρέξει» το πρόγραμμα που έχει δημιουργήσει και να αρχίσει να παρατηρεί τη ρομποτική κατασκευή, η οποία αναπαράγει το πρόγραμμα–διαδρομή. Ο μαθητής περιμένει να δει το αποτέλεσμα του προγράμματος που δημιούργησε να εκτελείται από τη ρομποτική κατασκευή. Τα στάδια αλληλεπίδρασης του μαθητή με τη διεπαφή μπορούν να καταγραφούν με τη δυνατότητα screen capture που έχει προστεθεί στην υλοποίηση της διεπαφής. Το video αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για ανάλυση του τρόπου σκέψης του παιδιού από τον εκπαιδευτικό ή και από το ίδιο το παιδί.
Η επικοινωνία πραγματοποιείται μέσω ασύρματου δικτύου, στο οποίο είναι συνδεδεμένες τόσο η τερματική συσκευή στην οποία δουλεύει ο μαθητής όσο και η ρομποτική κατασκευή. Η ρομποτική κατασκευή με σειριακό τρόπο λαμβάνει σε κατάλληλη μορφή το πρόγραμμα–διαδρομή. Αποθηκεύει το πρόγραμμα τοπικά (buffering) και εκτελεί την κάθε εντολή του με κάποια χρονοκαθυστέρηση ώστε να δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να αντιληφθεί τις επιμέρους εντολές. Αφού λάβει την ανατροφοδότηση από την εκτέλεση των εντολών από τη ρομποτική κατασκευή ο μαθητής μπορεί να αναδημιουργήσει το πρόγραμμα–διαδρομή και να το επανεκτελέσει. Στη συνέχεια αναλύονται τα τρία διαφορετικά αρθρώματα του συστήματος.

Άρθρωμα διεπαφής (interface module)

Η διεπαφή της πλατφόρμας (Σχήμα 3-αριστερά) αποτελεί το μέσο αλληλεπίδρασης του μαθητή με το σύστημα. Στο προτεινόμενο μοντέλο η επικοινωνία είναι γραφική με οπτικές εντολές και ο μαθητής μπορεί να επιλέγει την εντολή που θέλει είτε με χρήση ποντικιού αν πρόκειται για σταθερό ή φορητό υπολογιστή είτε με το χέρι αν πρόκειται για κινητή συσκευή. Η ανάγκη αυτή προκύπτει από την απλότητα την οποία θα πρέπει να διατηρεί το σύστημα καθώς τα παιδιά σε αυτή την ηλικία δεν θα πρέπει να επιφορτίζονται με το βάρος εκμάθησης χρήσης μιας δύσκολης γλώσσας επικοινωνίας, όπως για παράδειγμα η πληκτρολόγηση εντολών. Έτσι ο μαθητής μπορεί εύκολα να σέρνει και να αφήνει (drag & drop) το είδος της εντολής που επιθυμεί. Επιπλέον μπορεί να ανασυντάσσει το πρόγραμμά του αλλάζοντας τη σειρά των εντολών και πάλι με τη drag & drop δυνατότητα. Έτσι του δίνεται η δυνατότητα να ξανασκεφτεί τις ενέργειές του και να αναθεωρήσει πριν την οριστική εκτέλεση του προγράμματος.
Η αναλυτική περιγραφή του προγραμματιστικού περιβάλλοντος, καθώς και μια πλήρης αξιολόγηση της πλατφόρμας e-ProbotLab με μαθητές, παρουσιάζεται σε συναφή εργασία (Νάκος κ.α., 2016). Από την αξιολόγηση αυτή προκύπτουν ενδιαφέροντα συμπεράσματα για την ευχρηστία της διεπαφής και τη δυνατότητα χρήσης της από μικρούς μαθητές. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα της παιδαγωγικής αξιολόγησης δείχνουν ότι η ρομποτική πλατφόρμα είναι κατάλληλη για την ηλικία των παιδιών στην οποία απευθύνεται ενώ το σύστημα φαίνεται εύχρηστο και λειτουργικό.

Είδη εντολών προγραμματιστικού περιβάλλοντος

- Εντολές κατεύθυνσης: Η ρομποτική κατασκευή κινείται μπροστά, πίσω, αριστερά, δεξιά.
- Εντολές Αρχής/Τέλους: Για να ολοκληρωθεί ένα πρόγραμμα και να μπορέσει να εκτελεστεί πρέπει να ξεκινάει με μια εντολή αρχής και να λήγει με μια εντολή τέλους.

- Εντολές Βήματος: Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει πόσες φορές θα εκτελεστεί η κάθε εντολή.
- Εντολές Εκτέλεσης, αδειάσματος μνήμης: Κουμπί εκτέλεσης προγράμματος, Κουμπί διαγραφής–αδειάσματος μνήμης και επανέναρξης δημιουργίας προγράμματος. Ο μαθητής αφού ολοκληρώσει το πρόγραμμά του μπορεί να το τρέξει πατώντας το αντίστοιχο κουμπί run της διεπαφής. Πατώντας το κουμπί run το σύστημα φορτώνει στη ρομποτική συσκευή το πρόγραμμα και αυτή το εκτελεί εκτελώντας ακολουθιακά τις εντολές τη μία μετά την άλλη. Επίσης μπορεί ο μαθητής να διαγράφει μια εντολή αν αυτό κρίνει απαραίτητο σε κάποιο σημείο της ανάπτυξης της λύσης του. Αυτό το πραγματοποιεί πατώντας σε ειδικό σημείο x στο πάνω μέρος της εντολής.

Δομή Εντολής

Η δομή του μπλοκ εντολής (Σχήμα 3-δεξιά) αποτελείται από τρία μέρη. Το πρώτο μέρος είναι ο χειριστής διαγραφής της εντολής, ο οποίος δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να διαγράφει την εντολή από τη στοίβα εντολών. Αν ο μαθητής διαγράψει μια εντολή δεν έχει τη δυνατότητα να την επαναφέρει. Το δεύτερο μέρος της εντολής είναι ο αριθμός επαναλήψεων της εντολής στο οποίο ο μαθητής μπορεί να επιλέξει πόσες φορές θα επαναληφθεί από τη ρομποτική κατασκευή η συγκεκριμένη εντολή. Το τρίτο μέρος της εντολής εμφανίζει το είδος της εντολής η οποία θα εκτελεστεί με σχηματικό τρόπο ώστε ο μαθητής να αντιλαμβάνεται την ενέργεια της κάθε εντολής. Τέλος, η εντολή είναι έτσι δομημένη ώστε να μπορεί να επιλέγεται και να μετακινείται στη στοίβα εντολών από οποιοδήποτε σημείο επιθυμεί ο χρήστης (drag & drop δυνατότητα).

Επιλογή καταγραφής οθόνης (Screen capture)

Η πλατφόρμα δίνει τη δυνατότητα καταγραφής των κινήσεων του μαθητή μέχρις ότου να εκτελέσει το πρόγραμμά του. Η δυνατότητα αυτή δημιουργεί ένα αρχείο καταγραφής οθονών, το οποίο έχει καταγράψει τις ενέργειες αλληλεπίδρασης του μαθητή με τη διεπαφή. Στόχος αυτής της επιπλέον λειτουργίας είναι να μπορεί ο δάσκαλος να παρακολουθεί τον τρόπο σκέψης του μαθητή μέχρις ότου ολοκληρώσει ο τελευταίος το πρόγραμμα–διαδρομή. Έτσι, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αντιληφθεί πιθανές δυσκολίες που μπορεί να συναντήσει ο μαθητής. Αυτού του τύπου τα μεταδεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον εκπαιδευτικό ώστε να σχεδιάσει δραστηριότητες κατάλληλες για κάθε μαθητή.

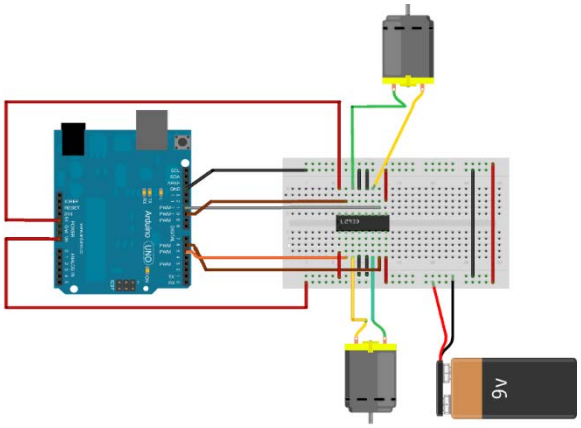
Σχήμα 3. (αριστερά) Διεπαφή προγραμματιστικού περιβάλλοντος, (δεξιά) Δομή block εντολής

Άρθρωμα ρομποτικής κατασκευής (robotic construction module)

Η ρομποτική κατασκευή της πλατφόρμας αποτελείται από ένα single-board μικροελεγκτή Arduino, δηλαδή μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα, με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους. Πάνω στην πλακέτα έχουν συνδεθεί δύο βηματικοί κινητήρες (stepper motors) τύπου 28BYJ-48. Αυτού του είδους οι κινητήρες μπορούν να εκτελέσουν 512 βήματα ανά περιστροφή, γεγονός που προσδίδει μεγάλη ακρίβεια περιστροφής. Η ακρίβεια κίνησης και περιστροφής αποτελεί μια βασική απαίτηση για τη ρομποτική κατασκευή σε κάθε εκτέλεση εντολής.

Συνδεσμολογία

Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 4) παρουσιάζεται η βασική συνδεσμολογία της ρομποτικής κατασκευής. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα χρήσης των ψηφιακών pins του Arduino στον έλεγχο των κινητήρων της κατασκευής (η αντιστροφή της τάσης), χρησιμοποιείται ένα επιπλέον κύκλωμα το οποίο ονομάζεται H-bridge.



Σχήμα 4. Διάγραμμα συνδεσμολογίας εσωτερικών μερών

Με βάση αυτή τη συνδεσμολογία και το αντίστοιχο πρόγραμμα, το οποίο έχει φορτωθεί στη ρομποτική κατασκευή, το ρομπότ είναι ικανό να κινείται μπρος – πίσω καθώς και να στρίβει στον άξονά του 90 μοίρες. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας που δίνεται από το Arduino (5v) δεν είναι αρκετή να υποστηρίξει την κίνηση των κινητήρων αλλά και την παροχή ενέργειας στο Wi-Fi άρθρωμα της κατασκευής, οπότε χρειάζεται να συνδεθεί και πρόσθετη πηγή ενέργειας.

Λογισμικό ρομποτικής κατασκευής και αρχιτεκτονική υλοποίησης

Παρακάτω φαίνεται η βασική δομή του λογισμικού που αναπτύχθηκε για τη ρομποτική κατασκευή. Η αρχιτεκτονική που ακολουθήθηκε είναι η ακόλουθη: Μέσω του socket που εγκαθίσταται μεταξύ του σταθμού εργασίας και της ρομποτικής κατασκευής, κάθε φορά που ο μαθητής τρέχει το πρόγραμμά του, φτάνει στην ρομποτική κατασκευή σε μορφή πίνακα και αποθηκεύεται το πρόγραμμα που έχει δημιουργήσει. Ένα παράδειγμα τέτοιου προγράμματος είναι το εξής: [Start, F, F, F, R, F, F, L, Stop]. Στη μεριά της ρομποτικής κατασκευής προσπελαύνονται τα στοιχεία του πίνακα, ένα κάθε φορά, και ανάλογα το στοιχείο που προσπελαύνεται, εκτελείται η αντίστοιχη ενέργεια – συνάρτηση που έχει

οριστεί. Έτσι για παράδειγμα αν προσπελαύνεται το στοιχείο F του πίνακα τότε εκτελείται η συνάρτηση Forward, η οποία προκαλεί κίνηση της ρομποτικής κατασκευής ένα βήμα μπροστά. Η ρομποτική κατασκευή διαθέτει δυνατότητα αποθήκευσης πλήθους εντολών (buffering) και εκτέλεσής τους σε δεύτερο χρόνο.

```
/*Συνάρτηση επανάληψης συσκευής. Η συνάρτηση αυτή εκτελείται επαναληπτικά όσο η συσκευή
βρίσκεται σε λειτουργία*/
void loop() {
for (int i = 0; i < 100; i = i + 1) {
     if (Serial.available()>0){
          state[i] = Serial.read();
     }
if (state[i] == 'f') {          //Εάν η κατάσταση της συνάρτησης είναι 'f' τότε η συσκευή
    drive_forward();            // πρέπει να κινηθεί μπροστά ένα βήμα οπότε εκτελείται η
}                               // drive_forward
}
```

Άρθρωμα επικοινωνίας (Communication module)

Για την επικοινωνία των επιμέρους στοιχείων της πλατφόρμας (σταθμός εργασίας και ρομποτική κατασκευή) της εφαρμογής επιλέχθηκε η λύση της ασύρματης δικτύωσης. Η συγκεκριμένη απαίτηση τέθηκε καθώς θα πρέπει οι μαθητές να μπορούν να αλληλοεπιδρούν με τη συσκευή στο μεγαλύτερο βαθμό ευελιξίας, στοιχείο το οποίο προσφέρει η ασύρματη επικοινωνία. Ο λόγος που δεν επιλέχθηκε κάποιο άλλο είδος επικοινωνίας όπως π.χ. Bluetooth, είναι η μεγαλύτερη κάλυψη που παρέχει το δίκτυο Wi-Fi σε σχέση με τους άλλους τύπους δικτύου καθώς και η δυνατότητα πολλαπλής πρόσβασης από διαφορετικά είδη συσκευών. Το Bluetooth πρωτόκολλο αποτελεί εναλλακτική λύση καθώς πρόκειται για μια φθηνότερη εμπορική λύση σε σχέση με το Wi-Fi και το οποίο δεν απαιτεί την ύπαρξη ενδιάμεσου μεταγωγέα (router). Παρόλα αυτά δεν αποτέλεσε την πρώτη επιλογή καθώς το Wi-Fi αποτελεί μια υπηρεσία η οποία υπάρχει και υποστηρίζεται ήδη σε κάθε ελληνικό σχολείο με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται επιπλέον επένδυση στην αγορά του εξοπλισμού.

Σύνοψη

Η πλατφόρμα e-ProBotLab (Early Programming Robots Laboratory) χρησιμοποιεί υλικό και λογισμικό ανοικτού κώδικα (open source) και παρέχει τη δυνατότητα κατασκευής και προγραμματισμού αυτοκινούμενων ρομποτικών κατασκευών συνδυάζοντας την πλακέτα Arduino (μικροεπεξεργαστής ανοικτού κώδικα χαμηλού κόστους) με ένα εύχρηστο προγραμματιστικό περιβάλλον (γλώσσα οπτικού προγραμματισμού τύπου Logo). Πρόκειται για ένα περιβάλλον μάθησης προγραμματισμού και ρομποτικής, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μαθητές της υποχρεωτικής εκπαίδευσης (από νηπιαγωγείο έως και γυμνάσιο) παρέχοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να ασχοληθούν με την τεχνολογία σε τρία επίπεδα: πώς να δημιουργούν, πώς να χειρίζονται και πώς να χρησιμοποιούν τεχνολογία. Η καινοτομία του e-ProBotLab έγκειται στον κατάλληλο συνδυασμό υλικού (πλατφόρμα Arduino) και λογισμικού (οπτικό προγραμματιστικό περιβάλλον) προσαρμοσμένο για μαθητές από 5 έως 15 ετών. Το περιβάλλον αξιολογήθηκε από παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας (5-7 ετών) με βασικό σκοπό τη διερεύνηση ευχρηστίας και της παιδαγωγικής καταλληλότητας της ρομποτικής πλατφόρμας η οποία περιλαμβάνει ρομποτική κατασκευή και περιβάλλον προγραμματισμού μέσω μιας μελέτης

περίπτωσης. Για τη συλλογή των δεδομένων οργανώθηκε κατάλληλη διδακτική παρέμβαση και χρησιμοποιήθηκαν φύλλα εργασίας και video κατά τη διαδικασία της εργασίας των παιδιών. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης παρουσιάζονται σε συναφή εργασία (Νάκος κ.α., 2016).

Αναφορές

Μισιρλή, Α. (2015). Η ανάπτυξη ικανοτήτων αλγοριθμικής σκέψης και προγραμματισμού σε παιδιά προσχολικής ηλικίας με τη χρήση προγραμματιζόμενων ρομπότ. Μη δημοσιευμένη διδακτορική διατριβή, Τ.Ε.Ε.Α.Π.Η. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Νάκος, Κ., Καραχρήστος, Χ., Μισιρλή, Α., & Κόμης, Β. (2016). Παιδαγωγική σχεδίαση και αξιολόγηση της Ρομποτικής Πλατφόρμας e-ProBotLab). Διπλωματική εργασία, Τ.Ε.Ε.Α.Π.Η. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Παιδαγωγική σχεδίαση και αξιολόγηση της ρομποτικής πλατφόρμας e-ProBotLab

Κωνσταντίνος Νάκος, Χριστόφορος Καραχρήστος, Αναστασία Μισιρλή, Βασίλης Κόμης
kosnakos@yahoo.gr, xristoforos_karachristos@hotmail.com, amisirli@upatras.gr, komis@upatras.gr,
Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Η εργασία παρουσιάζει την παιδαγωγική σχεδίαση και αξιολόγηση της ρομποτικής πλατφόρμας e-ProBotLab (early Programming Robots Laboratory). Η πλατφόρμα αυτή συνιστά ένα πρωτότυπο εργαστηρίου κατασκευής και προγραμματισμού ρομποτικών συσκευών για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης και τη χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση. Το περιβάλλον αξιολογήθηκε από παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας (5-7 ετών) με βασικό σκοπό τη διερεύνηση ευχρηστίας μιας ρομποτικής πλατφόρμας, η οποία περιλαμβάνει ρομποτική κατασκευή και περιβάλλον προγραμματισμού, μέσω μιας μελέτης περίπτωσης. Για τη συλλογή των δεδομένων οργανώθηκε κατάλληλη διδακτική παρέμβαση και χρησιμοποιήθηκαν φύλλα εργασίας και video κατά τη διαδικασία της εργασίας των παιδιών. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης δείχνουν ότι η ρομποτική πλατφόρμα είναι κατάλληλη για την ηλικία στην οποία απευθύνεται.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική Ρομποτική, περιβάλλον προγραμματισμού, διδακτική παρέμβαση

Εισαγωγή

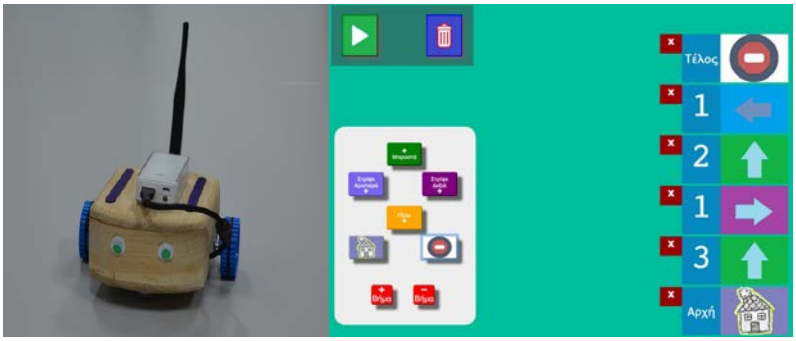
Η μάθηση του προγραμματισμού από μικρά παιδιά αποτελεί στις μέρες ένα ζητούμενο, ενώ είναι περιορισμένα τα περιβάλλοντα τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν αποτελεσματικά τη δυνατότητα να κατανοήσουν τα παιδιά αυτά τις βαθύτερες έννοιες του. Υπάρχουν πολλοί και ουσιαστικοί λόγοι για τους οποίους ο προγραμματισμός υπολογιστών και ειδικότερα η Υπολογιστική Σκέψη (Wing, 2006) πρέπει να καθιερωθεί ως μάθημα στο σχολείο από τις πρώτες τάξεις. Πρώτα απ' όλα, η εμπλοκή ενός παιδιού με προγραμματιστικές έννοιες το βοηθά να ενδυναμώσει τη λογική του σκέψη. Επίσης, σε ένα γοργά εξελισσόμενο τεχνολογικό περιβάλλον οι μαθητές πρέπει από νωρίς να εμπλέκονται με προγραμματιστικές έννοιες ώστε να βελτιώσουν την ευχέρειά τους με τις ψηφιακές τεχνολογίες. Παρότι υπάρχουν πολλές γλώσσες προγραμματισμού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σχολείο, οι περισσότερες δεν διαθέτουν κατάλληλα χαρακτηριστικά για να χρησιμοποιηθούν από μαθητές προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Η δυσκολία έχει να κάνει είτε με την αφηρημένη δομή της γλώσσας προγραμματισμού (π.χ. δυσκολία στην εκμάθηση του τρόπου σύνταξης και της σημασιολογίας των εντολών) είτε με το περιβάλλον ανάπτυξης που χρησιμοποιεί η γλώσσα, το οποίο δεν είναι φιλικό σε χρήστες αυτής της ηλικίας. Ξέρουμε πλέον ότι η οικοδόμηση εννοιών προγραμματισμού με παιδιά Νηπιαγωγείου είναι δυνατή (Fessakis, Gouli, Mavroudi, 2013; Μισιρλή, 2015) αλλά θα πρέπει να γίνεται με συγκεκριμένο πλαίσιο, το οποίο παρέχει εύκολο και απτό χειρισμό και είναι παρωθητικό για τα παιδιά. Ένα τέτοιο πλαίσιο αποτελεί η Εκπαιδευτική Ρομποτική αφού δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να εμπλακεί με τη δημιουργία και τον προγραμματισμό ενός συγκεκριμένου αντικειμένου και να έχει άμεση ανάδραση κατά τον

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

χειρισμό του. Αφετέρου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης για τη διδασκαλία διαφόρων εννοιών, κυρίως από τις Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά και τη Μηχανική. Επιπλέον, με την ένταξη της ρομποτικής στη διδασκαλία του, ο εκπαιδευτικός μπορεί να επικεντρωθεί στην ανάπτυξη σημαντικών ικανοτήτων (μοντελοποίηση, λήψη απόφασης, μηχανική κατασκευή, υπολογιστική σκέψη κλπ.) ενώ μπλέκει ενεργά τους μαθητές στην οικοδόμησή τους με την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων (Κόμης, 2004). Παράλληλα, υποστηρίζει την ανακαλυπτική μάθηση και ενισχύει τη διερευνητική στάση των μαθητών. Τέλος, μέσα από την κατασκευή ενός ρομπότ παρέχεται άμεση ανατροφοδότηση ενώ υποστηρίζεται η συνεργασία και η αλληλεπίδραση ομάδων στην προώθηση της σκέψης μέσω κοινωνικογνωστικών συγκρούσεων. Μια τέτοια ρομποτική πλατφόρμα συνιστά το e-ProBotLab (early Programming Robots Laboratory), η οποία έχει σχεδιαστεί πλήρως (αυτοκινούμενο ρομπότ και προγραμματιστικό περιβάλλον) από την ερευνητική ομάδα ΤΠΕ στην Εκπαίδευση του Πανεπιστημίου Πατρών. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι παιδαγωγικές αρχές σχεδίασης του προγραμματιστικού περιβάλλοντος και η αξιολόγηση, μέσω διδακτικής παρέμβασης, της πλατφόρμας αυτής.

Παιδαγωγικές αρχές σχεδίασης της πλατφόρμας e-ProbotLab

Η πλατφόρμα e-ProBotLab χρησιμοποιεί υλικό και λογισμικό ανοικτού κώδικα (open source) και παρέχει τη δυνατότητα κατασκευής και προγραμματισμού αυτοκινούμενων ρομποτικών κατασκευών συνδυάζοντας την πλακέτα Arduino (μικροεπεξεργαστής ανοικτού υλικού χαμηλού κόστους) με ένα εύχρηστο προγραμματιστικό περιβάλλον (γλώσσα οπτικού προγραμματισμού τύπου Logo). Πρόκειται για ένα περιβάλλον μάθησης προγραμματισμού και ρομποτικής, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μαθητές της Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης (από Νηπιαγωγείο έως και Γυμνάσιο).



Σχήμα 1. Ρομποτική κατασκευή και προγραμματιστικό περιβάλλον

Η πλατφόρμα e-ProBotLab (Σχήμα 1) συνιστά ένα πλαίσιο μάθησης προγραμματισμού και ρομποτικής μέσα από την πράξη. Παρέχει το υλικό (αυτοκινούμενο ρομπότ με ασύρματη σύνδεση) και το προγραμματιστικό περιβάλλον για τη δημιουργία ρομπότ και το παιδαγωγικό πλαίσιο ένταξής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το συγκεκριμένο πλαίσιο είναι σπονδυλωτό, ξεκινώντας από δραστηριότητες μάθησης προγραμματισμού μέσω καθοδήγησης ενός ρομπότ έως τη δημιουργία του αυτοκινούμενου ρομπότ με τη χρήση της πλατφόρμας Arduino. Επιτρέπει, με άλλα λόγια, την ανάπτυξη της προγραμματιστικής ικανότητας και του χειρισμού της ρομποτικής τεχνολογίας ενώ ευνοεί την προσέγγιση βασικών επιστημονικών πεδίων όπως η Φυσική, η Τεχνολογία, η Μηχανική και τα

Μαθηματικά (Science, Technology, Engineering and Mathematics - STEM). Στη συνέχεια, περιγράφονται σύντομα οι αρχές σχεδίασης της πλατφόρμας.
Α) Ανοικτό υλικό και λογισμικό: Σήμερα, δεν υπάρχουν πολλά ρομποτικά συστήματα (για Νηπιαγωγείο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα BeeBot και BlueBot, ενώ για πρώτες τάξεις του Δημοτικού τα Probot & Thymio και το Lego Wedo για κατασκευή ρομπότ) που να αφορούν παιδιά ηλικίας 4-8 ετών, ενώ όλα, εκτός από το Thymio, είναι κλειστά περιβάλλοντα. Για τη κατασκευή του e-ProbotLab χρησιμοποιήθηκε η ανοικτού υλικού και κώδικα πλατφόρμα Arduino. Ο λόγος επιλογής της συγκεκριμένης πλατφόρμας έναντι αντίστοιχων ανοικτού κώδικα (Phidget SBC, Raspberry pi) είναι το χαμηλό κόστος σε συνδυασμό με τη δημοφιλία της καθώς υπάρχει μια μεγάλη κοινότητα που την υποστηρίζει.
Β) Διαφάνεια ρομποτικής κατασκευής: Όλα τα περιβάλλοντα είναι αδιαφανή (ο μαθητής δεν μπορεί να δει τον τρόπο κατασκευής τους) εκτός του Lego Wedo, το οποίο επιτρέπει μεν να στηθεί μια κατασκευή από την αρχή αλλά όχι σε χαμηλό επίπεδο (ηλεκτρονικό κύκλωμα, όπως είναι η πλακέτα Arduino). Το e-ProbotLab είναι κατασκευάσιμο από την αρχή, ο μαθητής μπορεί να δει τα μοτέρ, τον τρόπο σύνδεσης με την πλακέτα Arduino, την πηγή ενέργειας, την ασύρματη δικτύωση, το σασί – φορέα της συσκευής κλπ. Μπορεί επίσης, να παρακολουθήσει τον εκπαιδευτικό να συναρμολογεί από την αρχή το ρομπότ ή στις μεγάλες τάξεις του δημοτικού να επιχειρήσει την απευθείας συναρμολόγησή του, εάν διαθέτει τα βασικά συστατικά.
Γ) Ευκολία προγραμματισμού: Το προγραμματιστικό περιβάλλον (Σχήμα 1) είναι εύχρηστο και στηρίζεται στην τεχνική του οπτικού προγραμματισμού. Η κατασκευή και η αναδιάρθρωση του προγράμματος από το μαθητή γίνεται με τη στρατηγική «σύρε και άφησε» (drag and drop).
Δ) Ανεξαρτησία από συσκευή (BYOD): Η γλώσσα προγραμματισμού του e-ProbotLab είναι ανεξάρτητη από το Λειτουργικό Σύστημα και μπορεί να λειτουργήσει σε διαφορετικούς τύπους συσκευών (υπολογιστής, tablet, smartphone).
Ε) Δυνατότητα επικοινωνίας και συνεργασίας: Η υπολογιστική συσκευή επικοινωνεί με το ρομπότ με τη χρήση Wi-Fi. Ο λόγος που δεν επιλέχθηκε κάποιο άλλο είδος επικοινωνίας όπως π.χ. Bluetooth είναι η μεγαλύτερη κάλυψη που παρέχει το δίκτυο Wi-Fi σε σχέση με τους άλλους τύπους δικτύου. Επιπρόσθετα, πολλές ομάδες μαθητών μπορούν να προγραμματίζουν το ίδιο ρομπότ από πολλές συσκευές, δοκιμάζοντας έτσι συνεργατικά τις λύσεις τους.
ΣΤ) Διδακτική βοήθεια στον εκπαιδευτικό και μεταγνωστική υποστήριξη στους μαθητές: Η πλατφόρμα έχει τη δυνατότητα καταγραφής των κινήσεων του μαθητή μέχρις ότου τρέξει το πρόγραμμά του. Η δυνατότητα αυτή δημιουργεί ένα video, το οποίο καταγράφει τις ενέργειες αλληλεπίδρασης του μαθητή με τη διεπαφή. Έτσι ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρακολουθεί την πορεία του τρόπου σκέψης του μαθητή όταν αυτός προγραμματίζει και ο μαθητής μπορεί να ξαναδεί τις ενέργειές του, να αναστοχαστεί σε αυτές και να διορθώσει ενδεχομένως τα λάθη του.

Μεθοδολογική προσέγγιση για την αξιολόγηση της πλατφόρμας e-ProBotLab

Η μεθοδολογία για την αξιολόγηση της πλατφόρμας ακολουθεί ποιοτική ερευνητική προσέγγιση με έμφαση στην συμμετοχική παρατήρηση μέσω μελέτης περίπτωσης του τρόπου εργασίας παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας (Παναγιωτακόπουλος, Πιερρακέας & Πιντέλας, 2003). Κύριο εργαλείο της ερευνητικής διαδικασίας είναι η οργάνωση μιας πλήρους διδακτικής παρέμβασης (εκπαιδευτικό σενάριο), η οποία σχεδιάστηκε, υλοποιήθηκε και αξιολογήθηκε από την ομάδα ανάπτυξης της πλατφόρμας. Η ερευνητική διαδικασία βασίστηκε κατά κύριο λόγο σε ερευνητικό σχεδιασμό και

μεθοδολογικά εργαλεία που ακολουθούν την έρευνα θεμελιωμένου σχεδιασμού (design-based research): ανάπτυξη εργαλείων και μεθόδων, εφαρμογή και επανασχεδιασμός (Wang & Hannafin, 2005). Στη δική μας περίπτωση, πραγματοποιείται ο πρώτος κύκλος της έρευνας – σχεδιασμού και πιο συγκεκριμένα η ανάπτυξη ενός πλήρους λειτουργικού πρωτότυπου της ρομποτικής πλατφόρμας e-ProbotLab, στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν ερευνητικά εργαλεία από μια αναπτυξιακού τύπου έρευνα σε παιδιά προσχολικής ηλικίας (Μισιρλή, 2015) με βασικό μεθοδολογικό εργαλείο διδακτικής παρέμβασης το μοντέλο ενός εκπαιδευτικού σεναρίου ρομποτικής έτσι όπως προτείνεται από τους Misirli & Komis (2014). Βασικός σκοπός της έρευνας συνεπώς σε αυτό το στάδιο είναι να ελεγχθεί πόσο εύχρηστο είναι το σύστημα (ρομποτική κατασκευή και περιβάλλον προγραμματισμού) στο σύνολό του για τους μαθητές, πόσο κατανοητό, πόσο χρόνο χρειάζονται για να εξοικειωθούν με το περιβάλλον και εάν μπορούν να προγραμματίσουν στο πλαίσιό του λύνοντας ανοικτού τύπου προβλήματα μετακίνησης στον χώρο.

Περιγραφή της ερευνητικής διαδικασίας

Για την υλοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν ένα εκπαιδευτικό σενάριο με κατάλληλα ερευνητικά πρωτόκολλα (ερωτηματολόγιο, ατομική συνέντευξη, σχάρα καταγραφής) για τη συλλογή δεδομένων και καταγραφές βίντεο για τη δράση των παιδιών κατά τη διαδικασία χειρισμού και ελέγχου της ρομποτικής πλατφόρμας καθώς και του προγραμματισμού της. Η σχάρα καταγραφής διευκόλυνε τη συλλογή παρατηρήσεων κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της ερευνητικής διαδικασίας σχετικά με τις προγραμματιστικές στρατηγικές που χρησιμοποίησαν τα παιδιά. Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε με παιδιά προσχολικής ηλικίας, Α' και Β' δημοτικού (5 παιδιά στο σύνολο). Τα παιδιά της Α' και Β' δημοτικού κατέγραφαν μόνα τους τις απαντήσεις στα φύλλα εργασίας, ενώ για τα παιδιά της προσχολικής καταγράφονταν από τον ερευνητή-παρατηρητή. Οι διδακτικές στρατηγικές που ακολουθήθηκαν ήταν αρχικά η διερεύνηση και στη συνέχεια η επίλυση προβλήματος ενταγμένες σε ένα εποικοδομιστικό πλαίσιο μάθησης. Ειδικότερα: α) ζητούσαμε διευκρινήσεις για ότι κατασκεύασαν οι μαθητές, β) αντί για απάντηση σε μια ερώτηση θέταμε μια νέα ερώτηση που οδηγούσε το μαθητή να σκεφτεί και να απαντήσει στο ερώτημα που έθεσε, και γ) με κατάλληλες ερωτήσεις υποστηρίζαμε τη σκέψη των μαθητών για την οικοδόμηση της προγραμματιστικής γνώσης.

Προεργασία - γνωριμία μαθητών με το e-ProBotLab

Προκειμένου να εκτιμηθούν καλύτερα τα αποτελέσματα της εφαρμογής της διδακτικής παρέμβασης, προηγήθηκε συζήτηση με τους γονείς των μαθητών και τα ίδια τα παιδιά για να δούμε το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών. Στόχος ήταν να διερευνήσουμε εάν τα παιδιά είχαν ήδη ασχοληθεί με κάποια ρομποτική κατασκευή, αν ασχολούνται με τους υπολογιστές και τι κάνουν. Διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά δεν είχαν ασχοληθεί ξανά με ρομποτική κατασκευή και επομένως δεν ήξεραν πως τις προγραμματίζουμε. Αντιθέτως, οι μαθητές είχαν ασχοληθεί ξανά με υπολογιστές και ταμπλέτες. Η ασχολία τους κατά βάση ήταν προγράμματα ζωγραφικής, παιχνίδια και βίντεο. Πριν αρχίσει η διαδικασία της διδακτικής παρέμβασης δόθηκε στα παιδιά το e-Probolab (Σχήμα 2). Τα παιδιά το δέχτηκαν με ενθουσιασμό, ενώ φάνηκε να κεντρίζει το ενδιαφέρον τους και να θέλουν να ασχοληθούν με αυτό. Υπήρξαν φράσεις της μορφής: «τι ωραίο είναι…», «είναι ξύλινο…», «έχει και ματάκια». Στη συνέχεια τα παιδιά έψαξαν να βρουν κουμπιά ή κάποια άλλα χειριστήρια για να το κάνουν να δουλέψει. Αμέσως μετά την παρατήρηση άρχισαν ερωτήσεις της μορφής: «τι κάνει;» , «πως δουλεύει;» «πως θα παίξω με αυτό;». Αξίζει να σημειώσουμε ότι

κάποιο παιδί (Β' Δημοτικού) ρώτησε: «τι είναι αυτό στο πίσω μέρος;» Όταν του δόθηκε η απάντηση κεραία, αναρωτήθηκε «ποια η χρησιμότητά της;».

Ανάλυση δεδομένων

Ανίχνευση των γνωστικών αναπαραστάσεων για το ρομπότ

Το πρώτο ερευνητικό πρωτόκολλο αφορά την καταγραφή των γνωστικών αναπαραστάσεων καθώς και των ιδεών των παιδιών για το προγραμματιζόμενο ρομπότ (Σχήμα 3). Κύρια επιδίωξη ήταν η διερεύνηση των ιδεών των μαθητών γύρω από τη διεπιφάνεια χρήσης της ρομποτικής κατασκευής/ προγραμματιζόμενου ρομπότ.

Σχήμα 2. Εργασία μαθητών στο φύλλο δραστηριοτήτων

Οι αρχικές ερωτήσεις αφορούν στην πρώτη εντύπωση που έχουν για το ρομπότ και τι αυτό μπορεί να κάνει. Τα παιδιά απάντησαν ότι το ρομπότ μοιάζει με αυτοκινητάκι και θα κινείται. Όμως δεν μας ανέφεραν τις κατευθύνσεις. Μετά από δική μας παρότρυνση έδωσαν ολοκληρωμένη απάντηση εντάσσοντας στις απαντήσεις τους και τις κατευθύνσεις. Στη συνέχεια έγιναν ερωτήσεις σχετικά με το τι αντιλαμβάνονται και τι πιστεύουν ότι κάνουν τα εικονίδια της διεπιφάνειας προγραμματισμού (Σχήμα 1). Η πρώτη ερώτηση είναι αν όλα τα εικονίδια είναι ίδια. Όλα τα παιδιά απάντησαν «Όχι» και εντόπισαν τη διαφορά στα χρώματα. Τα περισσότερα παιδιά υπήρξαν περισσότερο παρατηρητικά και εντόπισαν διαφορές και στο περιεχόμενο του κάθε εικονιδίου. Όλα τα παιδιά κατανόησαν πολύ εύκολα και με ακρίβεια τη σημασία και τη λειτουργία των εντολών κίνησης. Για το εικονίδιο «εκτέλεση του προγράμματος» οι μαθητές στην αρχή δεν μπορούσαν να κατανοήσουν τη σημασία και το ρόλο του. Ο ερευνητής, στο σημείο αυτό, ανέφερε παραδείγματα όπως τα βίντεο και η μουσική στα κινητά και στον υπολογιστή. Τα παιδιά αμέσως μετά από αυτή τη διευκρίνιση απάντησαν ότι ξεκινάει το ρομποτάκι. Όμως τα παραδείγματα αυτά δημιούργησαν μια σύγχυση σε ένα παιδί (πιο έμπειρο στη χρήση υπολογιστών) το οποίο θεώρησε ότι πατώντας ξανά το κουμπί το ρομποτάκι σταματάει. Το κουμπί «διαγραφή του προγράμματος» παραπέμπει αμέσως τους μαθητές ότι κάτι «Πετάει/ Ρίχνει στα σκουπίδια». Μετά από διευκρινιστική ερώτηση, έγινε αντιληπτό ότι τα παιδιά δεν γνώριζαν ότι αυτό είναι το πρόγραμμα χωρίς να εκτελεστεί. Δεν κατάλαβαν τη σημασία και το ρόλο των κουμπιών «τέλος προγράμματος», «αύξηση/μείωση βήματος».

Πειραματισμός με το ρομπότ

Σε αυτό το στάδιο τα παιδιά πειραματίζονται με το e-ProbotLab και το προγραμματιστικό του περιβάλλον (Σχήμα 4). Στο χρόνο που τους διατίθεται δεν χρησιμοποιούν καθόλου τα εικονίδια για «αλλαγή βήματος», δηλαδή τα εικονίδια που διαπιστώθηκε από το προηγούμενο φύλλο εργασίας ότι δεν καταλάβαιναν τη σημασία τους. Μετά από παρέμβαση/προτροπή πειραματίστηκαν με τη λειτουργία και αυτών των εικονιδίων.

Αμέσως μετά απάντησαν σε κατάλληλες ερωτήσεις για το εάν αντιλήφθηκαν τη σημασία των κουμπιών και ποια ήταν η χρησιμότητά τους. Μέσα από τις απαντήσεις των παιδιών διαπιστώσαμε ότι έχουν καταλάβει το ρόλο του κάθε πλήκτρου χωρίς να χρειαστεί να εξηγηθεί κάποιο από αυτά.

Σχήμα 3. Οι μαθητές πειραματίζονται

Για το πλήκτρο «άδειασμα μνήμης», αρχικά τα παιδιά χωρίς να έχουν κατασκευάσει κάποιο πρόγραμμα πατούσαν το ζητούμενο κουμπί. Υπήρχε συνεπώς η εύλογη απορία «Δεν κάνει τίποτα», «Δεν ξέρω», «Δεν βλέπω κάτι». Στο σημείο αυτό το εκπαιδευτικό σενάριο είχε προβλέψει τη διδακτική στρατηγική γνωστικής σύγκρουσης, μέσω της οποίας τα παιδιά κατάφεραν να οδηγηθούν στην οικοδόμηση της έννοιας μνήμης. Μεγάλη σημασία έχει ο προσανατολισμός του ρομπότ στο χώρο. Τα παιδιά αναγνώρισαν εύκολα ποια αντικείμενα βρίσκονται μπροστά, πίσω, δεξιά και αριστερά του. Στο θέμα αυτό κύριο ρόλο έπαιξαν δυο χαρακτηριστικά της ρομποτικής κατασκευής, τα «μάτια» και η κεραία. Εύκολα, σχετικά, οικοδόμησαν και την έννοια του βήματος του ρομπότ (κάθε εντολή μπροστά ή πίσω εκτελεί ένα βήμα 17 εκ.).

Στο επόμενο στάδιο τα παιδιά κλήθηκαν να δημιουργήσουν τα πρώτα ολοκληρωμένα προγράμματα με το ρομπότ (Σχήμα 5). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε δάπεδο μετακίνησης με αντικείμενα επάνω του. Η πρώτη διαδρομή ζητούσε από τα παιδιά να κατευθύνουν το ρομπότ να κινηθεί μπροστά ώστε να φτάσει σε ένα παγκάκι (2 βήματα). Τα περισσότερα παιδιά ανταποκρίθηκαν πολύ εύκολα. Κάποια παιδιά κατά τη δημιουργία του προγράμματος πάτησαν το κουμπί «μπροστά» μόνο μια φορά. Αμέσως αντιλήφθηκαν το σφάλμα τους και έλυσαν το πρόβλημα βάζοντας τα σωστά βήματα.

Σχήμα 4. Ο τρόπος εργασίας των μαθητών

Πρόβλημα παρουσιάστηκε όταν ζητήθηκε από τα παιδιά να κατευθύνουν το ρομπότ σε κατεύθυνση σχήματος Γ προς ένα κόκκινο ποδήλατο. Διαπιστώθηκαν δυο σημαντικά θέματα. Το πρώτο θέμα που δυσκόλεψε κάποιους μαθητές σχετίζεται με τη λανθασμένη αντίληψη που είχαν για τη λειτουργία των κουμπιών δεξιό και αριστερό βέλος και δεν είχαν αναδειχθεί από τις προηγούμενες δραστηριότητες. Δεν είχαν αντιληφθεί ότι τα πλήκτρα

αυτά προκαλούν αποκλειστικά και μόνο στροφή 90 μοιρών γύρω από τον άξονα του ρομπότ και όχι ταυτόχρονη κίνηση και προς τα εμπρός. Το δεύτερο θέμα είναι ο τρόπος με τον οποίο τα παιδιά δημιουργούσαν τα προγράμματα. Δύο κύρια μοντέλα αναδείχθηκαν: πλήρες πρόγραμμα και κατάτμηση προγράμματος σε «υποπρογράμματα». Κάποια παιδιά δημιούργησαν ολόκληρο το ζητούμενο πρόγραμμα και το εκτέλεσαν, ενώ κάποια άλλα δημιουργούσαν τμήματα του προγράμματος κάθε φορά, τα εκτελούσαν και συνέχιζαν τη δημιουργία. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειώσουμε την ποικιλία των τρόπων με τους οποίους σημείωναν οι μαθητές στο φύλλο εργασίας τις εντολές για τη διαδρομή. Οι περισσότεροι μαθητές δήλωναν μονολεκτικά το όνομα κάθε εντολής (δεξιά, μπροστά, αριστερά, πίσω) ενώ οι υπόλοιποι χρησιμοποιώντας το χρώμα που είχε το κάθε κουμπί.

Επίλυση προβλήματος με το e-ProbotLab

Στη συνέχεια, σε κάθε μαθητή δόθηκε ένα πρόβλημα προς επίλυση και κατάλληλο διδακτικό υλικό. Αρχικά ζητήθηκε από κάθε παιδί να σχεδιάσει μια διαδρομή (αλγόριθμο) χρησιμοποιώντας το διδακτικό υλικό (δάπεδο μετακίνησης του ρομπότ και εικόνες εντολών). Στη συνέχεια τα παιδιά κλήθηκαν να μεταφέρουν τις εντολές στο προγραμματιστικό περιβάλλον ώστε να κινηθεί το e-ProBotLab και να εκτελέσει τον αλγόριθμο που είχε σχεδιάσει συντάσσοντας αντίστοιχο πρόγραμμα. Σε κάποιες περιπτώσεις, όταν διαπιστώθηκε ότι η συμπεριφορά του ρομπότ κατά την εκτέλεση του προγράμματος δεν ήταν η αναμενόμενη, τα παιδιά αναγκάστηκαν μέσα από το πειραματισμό να προβούν στο επανασχεδιασμό και τη διόρθωση (debugging) ενός προγράμματος. Από την παρατήρηση του τρόπου εργασίας των μαθητών και από τις απαντήσεις οι οποίες καταγράφηκαν φαίνεται ότι οι μαθητές εμπέδωσαν τον τρόπο χρήσης και λειτουργίας του e-ProBotLab.

Αξιολόγηση προγραμματιστικής ικανότητας

Η τελευταία δραστηριότητα του εκπαιδευτικού σεναρίου αφορούσε στο χειρισμό της ρομποτικής κατασκευής και στις βασικές της λειτουργίες με στόχο να διαπιστωθεί κατά πόσο οι μαθητές είναι ικανοί να χειριστούν το προγραμματιστικό περιβάλλον και να διορθώσουν προγραμματιστικά λάθη. Η δραστηριότητα αξιολόγησης ζητούσε από κάθε παιδί να αναφέρει λεκτικά τις εντολές που απαιτούνται για τη πραγματοποίηση συγκεκριμένων διαδρομών από το e-ProBotLab πάνω στο δάπεδο μετακίνησης. Στη συνέχεια τους ζητά να υλοποιήσουν τη διαδρομή με το περιβάλλον προγραμματισμού και τέλος να την δοκιμάσουν και να βρουν πιθανά λάθη. Ακόμα και μαθητές που αρχικά δυσκολεύτηκαν να περιγράψουν ορθά τη διαδρομή, εντέλει με δοκιμή και επανάληψη κατάφεραν να προγραμματίσουν επιτυχώς το e-ProBotLab ώστε να ακολουθήσει τις ζητούμενες διαδρομές. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι μαθητές που έκαναν κάποιο λάθος στο προγραμματισμό, το αναγνώριζαν αμέσως και με έκφραση τύπου: «Ξέρω τι έκανα λάθος», «Βρήκα το λάθος», «πήγε δεξιά και όχι αριστερά», ξεκινούσαν ξανά μόνοι τους την υλοποίηση του σωστού προγράμματος.

Πρέπει να τονίσουμε ότι κανένας μαθητής, από τη πλειάδα πιθανών λύσεων, δεν χρησιμοποίησε τη κίνηση προς τα πίσω. Επιπρόσθετα, τα παιδιά προσχολικής ηλικίας για να δημιουργήσουν τη διαδρομή κινούσαν αρχικά με το χέρι τους το ρομπότ διατυπώνοντας λεκτικά τον αλγόριθμο που θα υλοποιούσαν με την αντίστοιχη σύνταξη προγράμματος. Στη συνέχεια εισήγαγαν το πρόγραμμα στο περιβάλλον προγραμματισμού. Αντίθετα, τα μεγαλύτερα παιδιά, εισήγαγαν κατευθείαν το πρόγραμμα.

Συζήτηση

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάστηκε η παιδαγωγική σχεδίαση και μελετήθηκε η δυνατότητα εκπαιδευτικής χρήσης της ρομποτικής κατασκευής e-ProBotLab στα πλαίσια ενός εκπαιδευτικού σεναρίου που σχεδιάστηκε, εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε σε μαθητές του Νηπιαγωγείου και των δυο πρώτων τάξεων του Δημοτικού. Από την ανάλυση προκύπτουν ορισμένα σημαντικά αποτελέσματα. Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι μαθητές είναι σε θέση να προσδιορίζουν τις δυνατότητες (κινήσεις) της ρομποτικής κατασκευής, να αναγνωρίζουν τον τρόπο λειτουργίας και χειρισμού της. Συγκεκριμένα, στις αρχικές ερωτήσεις για τη ρομποτική κατασκευή, τις λειτουργίες της και τον τρόπο χειρισμού της, οι μαθητές είχαν κάποιες ιδέες για το τι είναι και έκαναν υποθέσεις. Μετά τη παρέμβαση οι μαθητές σαφώς επηρεασμένοι από τις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού σεναρίου αναγνωρίζουν σε πλήρη βαθμό τον τρόπο λειτουργίας του e-ProBotLab. Όλοι οι μαθητές ολοκλήρωσαν τις δραστηριότητες και οι όποιες δυσκολίες αντιμετωπίστηκαν γρήγορα. Η παρουσία του e-ProBotLab πριν τη διδακτική παρέμβαση στους μαθητές δημιούργησε ενθουσιασμό και κίνητρο για την ενασχόλησή τους με το εκπαιδευτικό σενάριο. Όπως φάνηκε και στη τελική συνέντευξη – ερωτηματολόγιο η κατασκευή-ρομπότ του e-ProBotLab αποτέλεσε ερέθισμα, το οποίο τους κέντρισε περισσότερο το ενδιαφέρον. Χαρακτηριστική ήταν η επιθυμία κάποιον μαθητών μετά το πέρας του σεναρίου να συνεχίσουν και με άλλες εργασίες. Επιπρόσθετα, κάποιοι μαθητές εξέφρασαν την άποψή τους για το τι επιπλέον θα μπορούσε να «κάνει» το ρομπότ, όπως π.χ. να ανάβει φως στο σκοτάδι. Το e-ProBotLab αποτέλεσε ένα εύχρηστο εργαλείο για τους μαθητές, οι οποίοι εξοικειώθηκαν με τον τρόπο λειτουργίας του σε σχετικά σύντομο χρόνο. Ο χειρισμός τούς φάνηκε εύκολος καθώς το προγραμματιστικό περιβάλλον διαθέτει εικονίδια με σαφή σήμανση. Στη σχεδίαση των εικονιδίων ίσως το μόνο εικονίδιο που χρειάζεται επανασχεδίαση είναι το «Τέλος».

Οι μαθητές ασχολούνται πιο ενεργά και αποτελεσματικά με το e-ProBotLab, όταν αυτό διδάσκεται με βάση την επίλυση ενός προβλήματος που τα ενδιαφέρει. Επιπρόσθετα, κάθε σενάριο που ετοιμάζεται για τη διδασκαλία με το e-ProBotLab θα πρέπει κατά το δυνατόν να αξιοποιεί την πρότερη εμπειρία των μαθητών. Στο πλαίσιο αυτό, το e-ProBotLab μπορεί να καταστεί ένα χρήσιμο και αποτελεσματικό εργαλείο, αρκεί να γίνει από τον εκπαιδευτικό ο κατάλληλος διδακτικός σχεδιασμός.

Αναφορές

Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study, *Computers & Education*, 63, 87-97.

Markopoulos, P., Read, J. C., MacFarlane, S., & Hysniemi, J. (2008). *Evaluating children's interactive products Principles and Practices for Interaction Designers.* San Francisco, USA: Morgan Kaufmann Publishers.

Misirli, A., & Komis, V. (2014). Robotics and Programming Concepts in Early Childhood Education: A Conceptual Framework for Designing Educational Scenarios. In Karagiannidis et al. (eds.), *Research on e-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives,* DOI 10.1007/978-1-4614-6501-0_8. New York: © Springer Science+Business Media.

Wang, F. & Hannafin, M. J. (2005). Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-24.

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Μισιρλή, Α. (2015). Η ανάπτυξη ικανοτήτων αλγοριθμικής σκέψης και προγραμματισμού σε παιδιά προσχολικής ηλικίας με τη χρήση προγραμματιζόμενων ρομπότ. Μη δημοσιευμένη διδακτορική διατριβή, Τ.Ε.Ε.Α.Π.Η. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, Ελλάδα.

Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ., & Πιντέλας, Π. (2003). *Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό και η Αξιολόγησή του.* Αθήνα: Μεταίχμιο.

Σύγχρονες τάσεις και ζητήματα για τον προγραμματισμό Η/Υ στην προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία

Γιώργος Φεσάκης[1], Ελισάβετ Μαυρουδή[2], Σταυρούλα Πραντσούδη[2]
gfesakis@aegean.gr, elmavroudi@aegean.gr, stapran@gmail.com
[1]Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
[2]Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Περίληψη

Η αναγνώριση της γενικής μορφωτικής αξίας του προγραμματισμού Η/Υ οδήγησε στην ένταξή του στο εκπαιδευτικό σύστημα, ακόμα και για παιδιά προσχολικής ηλικίας, κυρίως μέσω γλωσσών της οικογένειας της LOGO και ειδικών εκπαιδευτικών συλλογών ρομποτικής. Τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη των διαθέσιμων περιβαλλόντων προγραμματισμού για παιδιά εγείρει νέα ζητήματα για την εκπαιδευτική έρευνα και πράξη. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται σύντομη επισκόπηση των εξελίξεων και των σύγχρονων τάσεων στον τομέα του προγραμματισμού για την προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία και αναλύονται οι επιπτώσεις τους στην εκπαίδευση. Στην ανάλυση επιχειρείται η αναζήτηση της συνέχειας με το υπάρχον σώμα των ερευνών και προτείνεται η υιοθέτηση κατάλληλου θεωρητικού πλαισίου για την αξιοποίηση των νέων δυνατοτήτων του παιδικού προγραμματισμού στην εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: προγραμματισμός Η/Υ, προσχολική ηλικία, σημειωτική διαμεσολάβηση

Εισαγωγή

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον που εκδηλώνεται τα τελευταία χρόνια για την εισαγωγή των παιδιών στον προγραμματισμό των Η/Υ, από όσο το δυνατόν μικρότερη ηλικία, εδράζεται συχνά στο πλαίσιο της προσπάθειας προσέλκυσης περισσότερων παιδιών σε σπουδές σχετικές με τις θετικές επιστήμες και την τεχνολογία. Σπουδές, δηλαδή, στα γνωστικά πεδία που αναφέρονται συνοπτικά ως STEM (Science, Technology, Engineering and Math). Η προσέλκυση φοιτητών STEM βασίζεται στις προβλέψεις για αύξηση των σχετικών διαθέσιμων θέσεων εργασίας τα επόμενα χρόνια (Portelance et al., 2015). Πέρα, όμως, από τα ωφελιμιστικά επιχειρήματα, η μαθησιακή και εκπαιδευτική αξία του προγραμματισμού Η/Υ τεκμηριώνεται και σε παιδαγωγικές αρχές διατυπωμένες αρκετά νωρίτερα. Πρωτοπόρος εμφανίζεται ο Papert (1980), σύμφωνα με τον οποίο ο προγραμματισμός Η/Υ αναπτύσσει ανώτερες μορφές σκέψης, όπως η επίλυση προβλήματος και η δημιουργική σκέψη. Σύμφωνα με τον DiSessa (2000), τα περιβάλλοντα προγραμματισμού αποτελούν αναδομήσιμα μέσα, που επιτρέπουν στους χρήστες τους να οργανώνουν τη σκέψη τους με σαφήνεια κατά την επίλυση ενός προβλήματος. Στη διαδικασία αυτή, οι λύτες προσπαθούν να «διδάξουν» τη λύση του προβλήματος στον «μαθητή» Η/Υ, εκφράζοντας, παρατηρώντας και αποσαφηνίζοντας τη σκέψη τους και λαμβάνοντας ανάδραση από την εκτέλεση της λύσης, με αποτέλεσμα να διευκολύνονται, όχι μόνο στην επινόηση μιας λύσης, αλλά και στην καλλιέργεια της μεταγνωστικής ικανότητας. Οι Guzdial και Solloway (2002) παρουσιάζουν τον προγραμματισμό ως σύγχρονη μορφή εγγραμματισμού, όπως και οι δημιουργοί του περιβάλλοντος προγραμματισμού Scratch (Resnick et al., 2009). Τέλος, όλο και περισσότεροι ερευνητές προτάσσουν την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης ως εννοιολογικό πλαίσιο για την τεκμηρίωση της γενικής μορφωτικής αξίας του

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

προγραμματισμού των Η/Υ και της Πληροφορικής γενικότερα (Henderson et al., 2007; Lee et al., 2011; Wing, 2006; Μαυρουδή κ.ά., 2014). Τα τελευταία χρόνια, το περιεχόμενο της έννοιας του προγραμματισμού για παιδιά έχει μεταβληθεί σημαντικά, τόσο λόγω της επινόησης νέων εκπαιδευτικών γλωσσών προγραμματισμού, όσο και λόγω της εξάπλωσης των φορητών συσκευών και των εκπαιδευτικών σετ ρομποτικής και αυτοματισμού. Επίσης, μια σειρά οργανισμών όπως οι ACM/CSTA (http://www.csta.acm.org), Code.org (http://code.org), Code-to-Learn Foundation (http://codetolearn.org), CoderDojo (http://coderdojo.com) κ.α. παρέχουν πόρους και προγράμματα για τη διάδοση του προγραμματισμού σε παιδιά.

Στην παρούσα εργασία εστιάζουμε στην ανάλυση της κατάστασης που έχει διαμορφωθεί στο χώρο του προγραμματισμού Η/Υ κατά την προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία, γίνεται σύντομη ανασκόπηση των ερευνών για τον προγραμματισμό από μικρά παιδιά, περιγράφονται οι εξελίξεις των περιβαλλόντων προγραμματισμού και γίνεται προσπάθεια αποκατάστασης της συνέχειας στο πεδίο της εκπαιδευτικής έρευνας, συνδέοντας την υπάρχουσα με πιθανές μελλοντικές κατευθύνσεις. Σκοπός της εργασίας είναι να τροφοδοτήσει το διάλογο για την αξιοποίηση του προγραμματισμού στην εκπαίδευση και την εξέταση της δυνατότητας εφαρμογής της θεωρίας της σημειωτικής διαμεσολάβησης (Stetsenko & Vianna, 2011) για τη σύνδεση της διδακτικής του προγραμματισμού με την εκπαιδευτική πράξη.

Ανασκόπηση των ερευνών για τον προγραμματισμό από μικρά παιδιά

Μια από τις πρώτες αξιόλογες προσπάθειες εφαρμογής του προγραμματισμού σε μικρές ηλικίες αποτελεί αυτή της Perlman (1974; 1976). Η Perlman ανέπτυξε το σύστημα TORTIS, το οποίο αφορά ένα σύνολο απτών στοιχείων, για τον προγραμματισμό μιας ρομποτικής συσκευής εμπνευσμένης από τη χελώνα του Papert. Βασικός σχεδιαστικός στόχος της Perlman ήταν να υπερβεί το εμπόδιο της ανάγκης πληκτρολόγησης λεκτικών εντολών, ώστε να γίνουν διαθέσιμα τα πλεονεκτήματα της εκμάθησης γλωσσών προγραμματισμού και για παιδιά ηλικίας 3-4 ετών. Η πρόταση της Perlman ήταν αρκετά πετυχημένη και επηρέασε την ανάπτυξη γλωσσών όπως η TEACH (Solomon & Papert, 1975) και ρομποτικών συστημάτων όπως το Valiant Roamer Turtle Robot. Ωστόσο, οι περισσότερες έρευνες για τον προγραμματισμό Η/Υ στην προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία αφορούν τη γλώσσα LOGO (Papert, 1980), ή κάποια προσαρμογή αυτής. Ο Douglas Clements έχει μελετήσει συστηματικά τη χρήση της γλώσσας LOGO από παιδιά προσχολικής ηλικίας, με θετικά αποτελέσματα σε τομείς όπως η αποκλίνουσα σκέψη, ο εγγραμματισμός, τα μαθηματικά, η γεωμετρία και η κοινωνική και συναισθηματική ανάπτυξη (Clements, 1999; 2002; Clements & Gullo, 1984; Clements & Meredith, 1992). Νεότερες έρευνες δείχνουν, επίσης, ότι παιδιά από την ηλικία των 4 ετών μπορούν να μάθουν απλές έννοιες προγραμματισμού Η/Υ, ενώ στην προσπάθειά τους αυτή αξιοποιούν και εξελίσσουν γνώσεις όπως η έννοια του αριθμού, η φωνολογική ενημερότητα και η δημιουργικότητα (Portelance et al., 2015). Τέλος, αναφέρεται ότι, με χρήση αναπτυξιακά κατάλληλης προσαρμογής της LOGO και ειδικά σχεδιασμένων μαθησιακών παρεμβάσεων, παιδιά του νηπιαγωγείου είχαν την ευκαιρία να ενισχύσουν την κατανόηση της έννοιας του αριθμού, να εφαρμόσουν έννοιες προσανατολισμού (δεξιά, αριστερά, εμπρός, πίσω) και να χρησιμοποιήσουν τα συμβατικά τους ονόματα, να αναπτύξουν στρατηγικές επίλυσης προβλήματος και να συνεργαστούν. Συγκεκριμένα, ανέπτυξαν προγραμματιστικές έννοιες όπως «εντολή», «εκτέλεση ακολουθίας εντολών» και «διόρθωση προγράμματος»ν(Fesakis et al., 2013).

Όσον αφορά τον προγραμματισμό με φυσικά αντικείμενα και εκπαιδευτικά ρομπότ, έρευνα του 1997 για τις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων που ακολουθούν παιδιά 4-5 ετών

χρησιμοποιώντας το Valiant Roamer, αναφέρει, ότι δεν ανιχνεύθηκε σαφής ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης, ενώ η υποστύλωση (scaffolding) από τους εκπαιδευτικούς κρίνεται καθοριστική για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων και μεταγνωστικών δεξιοτήτων (Macchiusi, 1997). Πρόσφατες έρευνες υποστηρίζουν τα οφέλη που παρέχει η χρήση του Bee-Bot στα παιδιά, καθώς μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη της γραφής, της ανάγνωσης και εννοιών μαθηματικών, γεωγραφίας, φυσικών επιστημών, και ιστορίας (Pekárová, 2008), καθώς και στη διερεύνηση και εξέλιξη των αναπαραστάσεων των παιδιών για τις έννοιες της κατεύθυνσης και του προσανατολισμού (Κοκκόση κ.ά., 2014). Την ανάπτυξη μαθηματικών εννοιών και χωρικών ικανοτήτων σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, με τη χρήση τηλεχειριζόμενων προγραμματιζόμενων ρομπότ και κατάλληλων μαθησιακών δραστηριοτήτων, υποστηρίζουν επίσης οι Φεσάκης & Τασούλα (2006). Στο Δημοτικό σχολείο, η εκπαιδευτική ρομποτική έχει αξιοποιηθεί ως όχημα για την εισαγωγή σε προγραμματιστικές έννοιες και την ανάπτυξη ολοκληρωμένων λύσεων σε προβλήματα με ΤΠΕ, στο πλαίσιο διαθεματικών project (Τσοβόλας & Κόμης, 2005; 2011).

Στη ανασκόπηση που επιχείρησαν οι συγγραφείς, πέντε περίπου χρόνια πριν την δημοσίευση του παρόντος, (Fessakis et al., 2013) οι έρευνες σχετικά με τον προγραμματισμό από μικρά παιδιά σε περιβάλλοντα εκτός της LOGO ήταν πολύ λιγότερες (Morgado, 2005) και η συνεισφορά τους όχι τόσο σημαντική. Σήμερα, το σύνολο των διαθέσιμων περιβαλλόντων προγραμματισμού για μικρά παιδιά έχει μεταβληθεί σημαντικά, θέτοντας νέα όρια, προκλήσεις και ερωτήματα. Επιπλέον, τα ζητήματα των μακροχρόνιων επιπτώσεων, των διδακτικών μεθόδων, του σχεδιασμού κατάλληλων προγραμμάτων σπουδών και της ενημέρωσης εκπαιδευτικών και γονέων, παραμένουν ανοικτά.

Περιβάλλοντα προγραμματισμού για μικρά παιδιά

Για να γίνουν περισσότερο κατανοητά τα νέα δεδομένα και οι τάσεις που διαμορφώνονται για τον προγραμματισμό Η/Υ από μικρά παιδιά, παρουσιάζονται χαρακτηριστικά, διαθέσιμα περιβάλλοντα προγραμματισμού. Η ανασκόπηση των περιβαλλόντων αποκαλύπτει σημαντική μεταβολή σε σχέση με το πρόσφατο παρελθόν (Φεσάκης & Δημητρακοπούλου, 2006).

Scratch Jr

Το Scratch Jr (http://www.scratchjr.org) (Portelance et al., 2015) αποτελεί συνέχεια του περιβάλλοντος προγραμματισμού για παιδιά Scratch (Resnick et al., 2009), το οποίο αναπτύχθηκε από το Lifelong Kindergarten Learning group στο MIT, το 2007. Ειδικότερα, το Scratch Jr αναπτύχθηκε σε συνεργασία με το DevTech Research Group, του Πανεπιστημίου Tufts, με στόχο την προσαρμογή του Scratch στις ανάγκες και τις δυνατότητες των παιδιών ηλικίας 5-7 ετών. Το Scratch Jr επιτρέπει στα παιδιά να αναπτύσσουν παιχνίδια και διαδραστικές ιστορίες, ενώ ο προγραμματισμός γίνεται παραθέτοντας και εμφωλεύοντας πλακίδια που αναπαριστούν τις δηλώσεις και τις εντολές της γλώσσας. Υιοθετεί τη μεταφορά της θεατρικής σκηνής, ενώ τα παιδιά μπορούν να ζωγραφίσουν τους χαρακτήρες και τα σκηνικά και να ηχογραφήσουν. Το Scratch Jr διανέμεται ως εφαρμογή στα λειτουργικά συστήματα Android και iOS και απευθύνεται στην γενιά των παιδιών που μεγαλώνει με Tablets και iPads.

Hopscotch

Το Hopscotch (https://www.gethopscotch.com/) αποτελεί εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού για παιδιά, με δυνατότητες και εννοιολογική δομή ανάλογη του Scratch.

Όπως και στο Scratch, ο προγραμματισμός Η/Υ προσεγγίζεται ως μέσο για δημιουργική έκφραση από όλους. Με το Hopscotch είναι εφικτό να διερευνηθούν και να προσεγγιστούν βασικές έννοιες της Πληροφορικής, όπως η αφαίρεση, οι μεταβλητές, οι λογικές εκφράσεις, οι υπό συνθήκη διακλαδώσεις, οι επαναλήψεις κ.α., σε ένα παιγνιώδες περιβάλλον. Στον δικτυακό τόπο του συστήματος υπάρχει πλούσιο υποστηρικτικό υλικό. Το Hopscotch ταυτίζεται περισσότερο με το Scratch παρά με το Scratch Jr, ωστόσο, μέχρι την έλευση του Jr ήταν ίσως το μοναδικό αντίστοιχο σε περιβάλλον iOS.

Kodable

Το Kodable (http://www.kodable.com/) είναι εμπορικό περιβάλλον εκμάθησης προγραμματισμού με πλακίδια, το οποίο συνοδεύεται από ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης της διδασκαλίας. Η γλώσσα προγραμματισμού μοιάζει περισσότερο με αυτή του LadyBug (περιγράφεται παρακάτω), παρά με του Scratch. Οι μαθητές καλούνται να προγραμματίσουν την έξοδο από ένα λαβύρινθο ενός διαμεσολαβητή (agent), ο οποίος κατανοεί ένα περιορισμένο ρεπερτόριο απλών εντολών. Η χρήση του Kodable είναι δυνατή πριν ακόμα κάποιος μάθει γραφή ή αριθμητική. Διαθέτει πρόγραμμα σπουδών στο οποίο, εκτός από τις γενικές ικανότητες του προγραμματισμού, καλλιεργούνται και στόχοι από άλλα γνωστικά αντικείμενα όπως τα Μαθηματικά. Εκτελείται σε iOS.

Tynker

Το Tynker (https://www.tynker.com/) είναι εμπορικά διαθέσιμο ολοκληρωμένο σύστημα υποστήριξης της διδασκαλίας μέσω διαδικτύου, με θέμα τον προγραμματισμό. Στο σύστημα περιλαμβάνεται ένα περιβάλλον προγραμματισμού με πλακίδια τύπου Scratch, το οποίο συνοδεύεται από λεπτομερείς μαθησιακές δραστηριότητες, οργανωμένες σε πλήρη προγράμματα σπουδών. Η χρήση του διευκολύνει γονείς, εκπαιδευτικούς και διευθυντές στη διαχείριση των μαθημάτων και την παρακολούθηση των αποτελεσμάτων. Με την παροχή λεπτομερών σχεδίων μαθημάτων, το συγκεκριμένο περιβάλλον επιδιώκει εφαρμοσιμότητα ακόμα και από εκπαιδευτικούς με ελάχιστες γνώσεις προγραμματισμού. Το μοντέλο διανομής του Tynker καταδεικνύει την τάση εμπορευματοποίησης της διδασκαλίας προγραμματισμού σε μικρά παιδιά.

NLVM LadyBug

Πρόκειται για μια σειρά μικροεφαρμογών με τον τίτλο Ladybug, οι οποίες διατίθενται ελεύθερα στη συλλογή National Library of Virtual Manipulatives του πολιτειακού πανεπιστημίου της UTAH (http://nlvm.usu.edu/). Αποτελούν αναπτυξιακά κατάλληλες προσαρμογές της γλώσσας Logo. Οι αναπτυξιακές προσαρμογές αφορούν τον περιορισμό του ρεπερτορίου των εντολών σε έξι: πίσω, εμπρός και στροφή δεξιά ή αριστερά κατά 45° ή 90°. Οι εντολές αναπαρίστανται με απλά κουμπιά και το πρόγραμμα σχηματίζεται ως μια ακολουθία πλακιδίων (tile programming). Ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει το πρόγραμμα προσθαφαιρώντας εντολές και να το εκτελέσει ολόκληρο ή μέχρι κάποιο σημείο. Τα περιβάλλοντα αυτά έχουν μελετηθεί πειραματικά, με θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την ελκυστικότητα και τη μαθησιακή τους αξία (Fessakis et al., 2013).

Συλλογές εκπαιδευτικής ρομποτικής για παιδιά

Η εισαγωγή των παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας στον προγραμματισμό μπορεί να συνδυαστεί με υλικά και τεχνουργήματα, μέσω των συλλογών εκπαιδευτικής ρομποτικής. Στο εμπόριο υπάρχουν ειδικά σχεδιασμένες συλλογές για παιδιά, όπως τα Lego

WeDo/Lego Mindstorms, τα ρομπότ της Terrapin Software (Blue-Bot/Pro-Bot/Bee-Bot), τα σετ εκπαιδευτικού αυτοματισμού EGG-BOX και Learn & Go (σε συνδυασμό με το σετ ENGINO χρησιμοποιούνται επίσημα από το εκπαιδευτικό σύστημα στην Κύπρο - http://goo.gl/8eqAxh), ενώ θα μπορούσαν να κατασκευαστούν και ειδικές εφαρμογές με ανοικτά συστήματα όπως το Arduino, το Raspberry-Pi, τα littlebits (http://littlebits.cc/=), τα προϊόντα της Parallax, κ.α.

Άλλα περιβάλλοντα και παιχνίδια

Στη λίστα με τις διαθέσιμες εφαρμογές (μερικές είναι ψηφιακά παιχνίδια) για εισαγωγή στον προγραμματισμό νεαρών παιδιών, συγκαταλέγονται ακόμα διάφοροι τίτλοι όπως Lightbot Jr 4+ Coding Puzzles (1-3), Move the Turtle. Programming for kids (1-6), Kodu Game Lab (3-12), AppInventor (6-12), Construct 2 (7-12), Terrapin Logo, (K+). Σε παρένθεση αναφέρονται οι σχολικές τάξεις για τις οποίες θεωρούνται κατάλληλα. Υπάρχουν ακόμη και επιτραπέζια παιχνίδια για παιδιά με θέμα τον προγραμματισμό Η/Υ (Crawley, 2014).
Συνοψίζοντας, παρατηρούμε ότι από την εποχή της LOGO και των προσαρμογών της έχει γίνει μετάβαση στην εποχή των διαφόρων επιλογών, εμπορικών και ελεύθερων, για την εισαγωγή των νεαρών παιδιών στον προγραμματισμό, επιλογών που εκτείνονται από παιχνίδια, μέχρι σετ ρομποτικής και ολοκληρωμένα συστήματα διδασκαλίας. Η επίδραση του Scratch στο σχεδιασμό των περισσότερων είναι εμφανής. Στα νέα περιβάλλοντα α) δεν υπάρχει το εμπόδιο της εκμάθησης του συντακτικού μιας κειμενικής γλώσσας προγραμματισμού καθώς και του κύκλου σύνταξη-μετάφραση-εκτέλεση, β) υποστηρίζονται πολυμέσα, διαφορετικά υποδείγματα προγραμματισμού και νέες μορφές μαθησιακών δραστηριοτήτων και γ) είναι δυνατή η διάθεση σε ταμπλέτες και μέσω διαδικτύου. Το τοπίο διαμορφώνεται εμφανώς διαφορετικό από το πριν 10 χρόνια αντίστοιχο και οι επιπτώσεις στην έρευνα και την εκπαιδευτική πράξη είναι σημαντικές.

Σύνοψη της υπάρχουσας κατάστασης και προτάσεις για το μέλλον

Η επαφή των παιδιών με τον προγραμματισμό Η/Υ και ρομποτικών διατάξεων, έχει από νωρίς αναφερθεί ως μαθησιακά σημαντική (DiSessa 2000; Papert, 1980). Μέσω της ενασχόλησης με τον προγραμματισμό, τα παιδιά μπορούν συνεργατικά να αναπτύσσουν ικανότητα επίλυσης προβλήματος, δημιουργική σκέψη και μεταγνωστικές δεξιότητες. Για μεγάλο χρονικό διάστημα η LOGO κυριαρχεί στον παιδικό προγραμματισμό ως αυτόνομη γλώσσα προγραμματισμού και ως περιβάλλον ελέγχου ρομποτικών διατάξεων. Οι περισσότερες έρευνες επικυρώνουν πειραματικά τα οφέλη των περιβαλλόντων LOGO, μέσα από δομημένες δραστηριότητες και κατάλληλη διαχείριση από τους εκπαιδευτικούς. Τα τελευταία χρόνια έχουν σημειωθεί σημαντικές μεταβολές στο ζήτημα του προγραμματισμού Η/Υ από παιδιά. Το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης, παράλληλα με την ανάπτυξη ειδικά σχεδιασμένων περιβαλλόντων παιδικού προγραμματισμού, έχουν επιφέρει αλλαγές στο τοπίο και απαιτούν προσαρμογή της ερευνητικής ατζέντας και της εκπαιδευτικής πρακτικής. Στις σημαντικότερες αλλαγές συγκαταλέγονται οι εξής:

- Τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα είναι πλέον πολυμεσικά, με βασικό υπόδειγμα-μεταφορά τη θεατρική σκηνή. Δεν αφορούν απλώς τη μετακίνηση της χελώνας και τον έλεγχο του ίχνους της. Με τις γραφικές γλώσσες διευκολύνουν τη σύνταξη των προγραμμάτων, απαιτώντας ελάχιστη πληκτρολόγηση και απομνημόνευση εντολών και συντακτικών κανόνων. Τα συντακτικά λάθη αποφεύγονται εντελώς, καθιστώντας

μια σειρά ερευνητικών θεμάτων διδακτικής ανεπίκαιρα (π.χ. Εφόπουλος κ.ά., 2005; Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000; Φεσάκης & Δημητρακοπούλου, 2005).

- Τα είδη των εφαρμογών-προβλημάτων (tasks) που καλούνται οι μαθητές να αντιμετωπίσουν δεν περιορίζονται στα γραφικά της χελώνας και τα μαθηματικά/γεωμετρικά προβλήματα. Οι νεαροί προγραμματιστές στοχεύουν σήμερα, επιπλέον, στη δημιουργική έκφραση, κατασκευάζοντας τεχνουργήματα όπως διαδραστικές κάρτες/αφίσες, ιστορίες, κινούμενα σχέδια και παιχνίδια. Η ποικιλία των προβλημάτων δίνει περισσότερες ευκαιρίες για εμπλοκή αγοριών και κοριτσιών στον προγραμματισμό.
- Τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν πριν την εξοικείωση με τη γραφή και την ανάγνωση λέξεων και αριθμών. Προκύπτει έτσι το ερώτημα της σειράς διδασκαλίας και του τρόπου αλληλεπίδρασης των δραστηριοτήτων.
- Τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα και το υποστηρικτικό υλικό είναι πλέον διαθέσιμα, όχι μόνο σε επιτραπέζιους Η/Υ, αλλά και σε φορητές συσκευές (tablets/iPads), καθιστώντας προσβάσιμο τον προγραμματισμό και εκτός σχολείου και την εμπλοκή των γονέων περισσότερο εφικτή.
- Υπάρχει τάση εμπορευματοποίησης της μάθησης του προγραμματισμού, με αρκετά περιβάλλοντα να κυκλοφορούν ως εμπορικά προϊόντα. Το στοιχείο αυτό καθιστά ιδιαίτερα σημαντικό το ρόλο της δημόσιας εκπαίδευσης στην άρση πιθανών ανισοτήτων.
- Τέλος, είναι διαθέσιμες μια σειρά από συλλογές προϊόντων εκπαιδευτικής ρομποτικής για μικρά παιδιά, δίνοντας περισσότερες ευκαιρίες για εμπλοκή σε αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες που συνδυάζουν το λογισμικό με το υλικό.

Ο συνδυασμός όσων προηγήθηκαν καθιστά εμφανές το γεγονός ότι η διαθέσιμη τεχνολογία έχει ξεπεράσει σε ρυθμό την αντίστοιχη εκπαιδευτική έρευνα, το κύριο σώμα της οποίας αφορά τη γλώσσα LOGO. Νέες ερευνητικές κατευθύνσεις, σε σχέση με την αποτελεσματικότητα των περιβαλλόντων προγραμματισμού, τις μακροχρόνιες επιπτώσεις τους, τη μετάβαση στα περιβάλλοντα προγραμματισμού για ενήλικες, τα προγράμματα σπουδών, τις μαθησιακές προσεγγίσεις, τη διδακτική της υπολογιστικής σκέψης, τα είδη των μαθησιακών δραστηριοτήτων, τον ρόλο και την προετοιμασία των εκπαιδευτικών κ.α., μπορούν να διερευνηθούν και να συνεισφέρουν στη βελτίωση της αξιοποίησης της διδασκαλίας του προγραμματισμού στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία.

Για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της απαιτούμενης έρευνας, με τρόπο ώστε να υπάρχει αλληλεπίδραση και αμοιβαία πληροφόρηση με την εκπαιδευτική πράξη, θεωρούμε ότι απαιτείται ένα αρκετά ισχυρό θεωρητικό πλαίσιο, το οποίο θα μπορεί να ερμηνεύει τα φαινόμενα και να καθοδηγεί τη διατύπωση υποθέσεων και θεωριών. Για την περίπτωση του προγραμματισμού Η/Υ από παιδιά για την εισαγωγή τους στην υπολογιστική σκέψη, ως κατάλληλο θεωρητικό πλαίσιο προτείνεται η κοινωνικοπολιτισμική θεωρία και ιδιαίτερα η έννοια της σημειωτικής διαμεσολάβησης (Vygotsky, 1978), όπως αυτή αναλύεται σύμφωνα με τους Stetsenko & Vianna (2011). Μια χαρακτηριστική εφαρμογή του πλαισίου αυτού παρουσιάζεται από τους Bussi & Boni (2011), όπου οι συγγραφείς χρησιμοποιούν μια υλοποίηση της υπολογιστικής μηχανής του Pascal ως διαμεσολαβητικό υλικό τεχνούργημα για την κατανόηση από τους μαθητές του θεσιακού συστήματος γραφής των αριθμών. Ακολουθώντας το συγκεκριμένο πλαίσιο, είναι σημαντικό να εντοπίσουμε τις πολιτισμικές πρακτικές και περιστάσεις όπου ο προγραμματισμός αποτελεί αυθεντική πρακτική, ώστε να σχεδιαστούν μαθησιακές καταστάσεις στις οποίες οι εμπλεκόμενοι μαθητές θα προβούν σε σημειωτική δράση παράγοντας σύμβολα (π.χ. λέξεις, σχέδια, χειρονομίες, γραπτά κείμενα)

και θα συνδέσουν την πράξη με το σώμα των γνώσεων που θα κατακτήσουν. Για παράδειγμα, η έννοια του αριθμού αξιοποιείται σε πολιτισμικά εργαλεία και όργανα (tools-instruments) όπως τα ημερολόγια, τα ζάρια, τα θερμόμετρα και ο κανόνας, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν στον σχεδιασμό μαθησιακών καταστάσεων για την αριθμητική. Ποιες είναι οι ανάλογες καταστάσεις για τον προγραμματισμό; Π.χ. ο συναγερμός, τα παιχνίδια, το ασανσέρ, τα φανάρια στην πόλη, ο θερμοστάτης κ.α. Τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα και οι ρομποτικές διατάξεις θα μπορούν έτσι να περάσουν, από τη χρήση τους ως τεχνουργήματα, στη χρήση ως όργανα (instruments), μια διάκριση χρήσιμη στις ΤΠΕ. Σύμφωνα με τον Rabardel (1995), όργανο (σε διάκριση από το artifact) είναι μια μικτή οντότητα, η οποία αποτελείται από συστατικά δύο ειδών, τα τεχνουργήματα και τα σχήματα χρήσης (utilization schemes) (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008, p. 748). Τα σχήματα χρήσης είναι θεωρητικά εσωτερικές αναπαραστάσεις, από τις οποίες μπορούν να ανιχνευθούν επαγωγικά (συμπεραίνονται) εξωτερικά ίχνη όπως λέξεις, σχέδια, χειρονομίες κ.λπ.

Με άλλα λόγια, τα περιβάλλοντα προγραμματισμού για παιδιά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία σημειωτικής διαμεσολάβησης κατά την έννοια του Vygotsky. Στο πλαίσιο κατάλληλα σχεδιασμένων δραστηριοτήτων, τα παιδιά καλούνται να παίξουν με το περιβάλλον προγραμματισμού/ρομποτικής, ενώ ο/η εκπαιδευτικός, με προσεκτική διαχείριση των διαδικασιών, βοηθά τους μαθητές να κατασκευάσουν συνδέσμους μεταξύ του προσωπικού τους νοήματος και των αντίστοιχων τυπικών εννοιών και νοημάτων της υπολογιστικής σκέψης και των άλλων πεδίων που εμπλέκονται στην περίπτωση των διεπιστημονικών δραστηριοτήτων. Η συστηματική εφαρμογή του προτεινόμενου θεωρητικού πλαισίου μπορεί να αξιοποιήσει σε μεγάλο βαθμό τα διαθέσιμα εργαλεία σε σχολικό περιβάλλον και να ξεκαθαρίσει το τοπίο από την πιθανή στρέβλωση λόγω του εμπορικού ενδιαφέροντος.

Αναφορές

Bartolini Bussi, M. G., & Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. In L. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (2nd ed., pp. 746–783). New York: Routledge.

Bussi, M. G. B., & Boni, M. (2011). The Early Construction of Mathematical Meanings: Learning Positional Representation of Numbers. In Barbarin, O. A., & Wasik, B. H. (Eds.), *Handbook of child development and early education: Research to practice* (pp. 455-477). Guilford Press.

Clements, D. H. (1999). The future of educational computing research: The case of computer programming. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 1999(1), 147–179.

Clements, D. (2002). Computers in Early Childhood Mathematics, *Contemporary Issues in Early Childhood*, 3(2), pp. 160-181.

Clements, D. H., & Gullo, D. F. (1984). Effects of computer programming on young children's cognition. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1051–1058. doi:10.1037/0022-0663.76.6.1051.

Clements, D. H., & Meredith, J. S. (1992). *Research on logo: Effects and efficacy*. Retrieved 16 April 2016 from http://el.media.mit.edu/logo-foundation/resources/papers/pdf/research_logo.pdf.

Crawley, D. (2014). 12 games that teach kids to code — and are even fun, too. Retrieved 13 April 2016 from http://venturebeat.com/2014/06/03/12-games-that-teach-kids-to-code/.

DiSessa, A. (2000). *Changing minds. Computers, learning, and literacy*. MIT Press.

Fessakis, G., Gouli, E., Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*, 63, 87–97.

Guzdial, M., & Soloway, E. (2002). Log on education: teaching the Nintendo generation to program. *Communications of the ACM* , 45 (4), pp. 17-21.

Henderson, P. B., Cortina, T. J., Hazzan, O., & Wing, J. M. (2007). Computational thinking. In *Proceedings of the 38th ACM SIGCSE* (pp.195–196), NY: ACM Press.

Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., et al. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32–37.

Macchiusi, L. (1997). Children, robotics and problem solving: Technology in the early childhood classroom. *Australian Educational Computing*, ISSN 0816-9020, vol. 12, no. 2.

Morgado L. C. (2005). Framework for computer programming in preschool and kindergarten. Phd Thesis. Retrieved April 5 2016 from http://goo.gl/bFcygG.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. NY: Basic Books.

Pekárová, J. (2008). Using a Programmable Toy at Preschool Age: Why and How? In *Proceedings of International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots* (pp. 112-121), Springer.

Perlman, R. (1974). TORTIS – Toddler's Own Recursive Turtle Interpreter System. MIT AI Memo 311, Logo Memo 9. Retrieved 20 February 2016 from http://goo.gl/OHoN3q.

Perlman, R. (1976). Using computer technology to provide a creative learning environment for preschool children. MIT AI Lab Logo Memo 24. Retrieved 20 March 2016 from http://goo.gl/Tt0lrK.

Portelance, D.J., Strawhacker, A., & Bers, M.U. (2015). Constructing the ScratchJr programming language in the early childhood classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-16.

Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies: approche cognitive des instruments contemporains.* Paris : A. Colin.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67.

Solomon, C. & Papert, S. (1975). Teach: A step toward more interactive programming. Logo Working Paper 43. MIT AI Lab, Massachussets Institute of Technology, Cambridge, MA, USA.

Stetsenko, A., Vianna, E. (2011). Bridging developmental theory and educational practice: Lessons from the Vygotskian project. In Barbarin, O. A., & Wasik, B. H. (Eds.), *Handbook of child development and early education: Research to practice* (pp. 38-54), Guilford Press.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.

Εφόπουλος, Β., Ευαγγελίδης, Γ., Δαγδιλέλης, Β., & Κλεφτοδήμος Α. (2005). Οι δυσκολίες των αρχάριων Προγραμματιστών, στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά του 3ου Πανελλήνιου συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*, Κόρινθος.

Κοκκόση, Α., Μισιρλή, Α., Λαβίδας, Κ., Κόμης, Β. (2014). Μελέτη των αναπαραστάσεων παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας για έννοιες κατεύθυνσης και προσανατολισμού μέσα από τη χρήση του προγραμματιζόμενου παιχνιδιού Bee-Bot, στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*, Ρέθυμνο.

Μαυρουδή, Ε., Πέτρου, Αρ., Φεσάκης, Γ. (2014). Υπολογιστική Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών, στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σσ. 110-120), Ρέθυμνο.

Τζιμογιάννης, Α., Κόμης, Β. (2000). Η έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό: δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών του Ενιαίου Λυκείου, στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, Πάτρα.

Τσοβόλας, Σ., Κόμης, Β. (2011). Προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών: μελέτη περίπτωσης με μαθητές δημοτικού, στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σσ. 233- 242), Πάτρα.

Τσοβόλας, Σ., Κόμης, Β. (2005). Διδασκαλία Βασικών Προγραμματιστικών Εννοιών στο Περιβάλλον Οπτικού Προγραμματισμού ROBOLAB, στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*, Κόρινθος.

Φεσάκης, Γ., Δημητρακοπούλου, Α. (2006). Επισκόπηση του χώρου των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού ΗΥ: Τεχνολογικές και Παιδαγωγικές προβολές. *Θέματα στην Εκπαίδευση*, 7(3), 279-304.

Φεσάκης, Γ., Δημητρακοπούλου, Δ. (2005). Γνωστικές δυσκολίες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την έννοια της προγραμματιστικής μεταβλητής και προτεινόμενες παρεμβάσεις, στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*, Κόρινθος.

Φεσάκης, Γ., Τασούλα, Ε. (2006). Σχεδιασμός χειριζόμενης μέσω ΗΥ εκπαιδευτικής ρομποτικής διάταξης για την οικοδόμηση μαθηματικών εννοιών και ανάπτυξη δεξιοτήτων αντίληψης χώρου από νήπια, *Αστρολάβος*, (6), 33-54.

Διδάσκοντας Προγραμματισμό σε μικρές ηλικίες με φορητές συσκευές μέσω του παιχνιδιού Kodable και του ScratchJr: μελέτη περίπτωσης

Μαρίνα Κανδρούδη, Θαρρενός Μπράτιτσης
kandroudimar@hotmail.com, bratitsis@uowm.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται μία εκπαιδευτική δραστηριότητα με την προσέγγιση της μάθησης μέσω παιχνιδιών για τη διδασκαλία του Προγραμματισμού σε παιδιά 5-7 ετών. Η παρούσα δραστηριότητα υλοποιήθηκε στα πλαίσια θερινής δημιουργικής απασχόλησης κατά το διάστημα Ιουνίου-Ιουλίου 2015 και αφορούσε μια ομάδα 4 παιδιών (2 ηλικίας 7 ετών και 2 ηλικίας 5,5 ετών - 3 αγόρια και 1 κορίτσι). Ο στόχος ήταν η διδασκαλία μέσω παιχνιδιού βασικών αρχών Προγραμματισμού. Για την επίτευξη του στόχου αρχικά χρησιμοποιήθηκε το παιχνίδι "Kodable" το οποίο μάθαινε εντολές Προγραμματισμού στα παιδιά μέσα από τη διαδικασία του παιχνιδιού. Στη συνέχεια τα παιδιά προσπαθούσαν να εφαρμόσουν αυτά που έμαθαν στο παιχνίδι στην εφαρμογή "Scratch junior". Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από την παρούσα έρευνα είναι ότι πράγματι μεταβάλλεται ευκολότερα ο τρόπος αντίληψης προγραμματιστικών εννοιών μέσα από ένα παιχνίδι ακόμα και σε μικρές ηλικίες και ενδεχομένως δείχνει το δρόμο για μελλοντικές προσεγγίσεις.

Λέξεις κλειδιά: Προγραμματισμός, ScratchJr, μάθηση μέσω παιχνιδιών (Game Based Learning), Kodable

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σε παγκόσμιο επίπεδο η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας. Η συχνή χρήση υπολογιστών, κινητών τηλεφώνων τελευταίας γενιάς, συσκευών με οθόνη αφής (τάμπλετ), σε συνδυασμό με την ανάπτυξη του Web 2.0 οδήγησε στην αύξηση της συμμετοχής του απλού χρήστη στην παραγωγή ψηφιακού υλικού. Επιπλέον, παρατηρείται μια σταδιακή απαίτηση για ανάπτυξη προγραμματιστικών δεξιοτήτων στους απλούς χρήστες, αφού ιδιαίτερα με τον τρόπο διανομής εφαρμογών για κινητές συσκευές είναι αρκετοί αυτοί που προσπαθούν να μοιραστούν τις δικές τους δημιουργίες. Σταδιακά, μέσα από πολλές δράσεις παρατηρείται η ένταξη δράσεων και μαθημάτων Προγραμματισμού σε μικρές ηλικίες και συγκεκριμένα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται μία εκπαιδευτική δραστηριότητα που ακολουθεί την προσέγγιση της μάθησης μέσω παιχνιδιών για τη διδασκαλία του Προγραμματισμού σε παιδιά 5-7 ετών. Πρόκειται για μια μικρής κλίμακας πιλοτική έρευνα με στόχο να διερευνήσει τον τρόπο που τα παιδιά αντιλαμβάνονται προγραμματιστικές δομές και έννοιες. Η εργασία δομείται ως ακολούθως: Αρχικά αναπτύσσεται το θεωρητικό πλαίσιο, έπειτα επεξηγείται η μεθοδολογία έρευνας της δραστηριότητας και παρουσιάζονται τα αποτελέσματά της, πριν την καταληκτική συζήτηση.

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

Θεωρητικό πλαίσιο

Στο Ψηφιακό Σχολείο η χρήση της τεχνολογίας και η αξιοποίηση των ΤΠΕ κατέχουν σημαντική θέση. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στο Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στο Δημοτικό, «*ο γενικός σκοπός του νέου Π.Σ. είναι οι μαθητές να έχουν ευκαιρίες για να αναπτύξουν τουλάχιστον τις προτεινόμενες ικανότητες στις ΤΠΕ (γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις,) να αποκτήσουν ποικίλες μαθησιακές εμπειρίες μέσα από την υλοποίηση δραστηριοτήτων με στόχο την επίλυση προβλημάτων από το σχολικό πρόγραμμα μαθημάτων και την ευρύτερη σχολική και κοινωνική ζωή. Απώτερος στόχος είναι η προετοιμασία όλων των μαθητών για την εκπαίδευση και την παραπέρα ζωή τους, καθώς και τη συμμετοχή τους στη σύγχρονη κοινωνία της γνώσης (knowledge society)*» (ΥΠΔΒΜΘ, 2011).

Τα τελευταία χρόνια οι μαθητές συχνά αποκαλούνται "ψηφιακοί ιθαγενείς" (digital natives) κυρίως λόγω της ικανότητάς τους να χειρίζονται μηχανήματα νέας τεχνολογίας (Prensky, 2009). Πράγματι, οι νέοι έχουν μεγαλύτερη ευχέρεια στη χρήση κινητών τηλεφώνων, ψηφιακών παιχνιδιών, ηλεκτρονικού υπολογιστή. Όμως, αλληλεπιδρούν με τα σύγχρονα ψηφιακά μέσα, κυρίως, διαβάζοντας πληροφορίες και λίγοι έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν δημιουργώντας κάτι δικό τους (Resnick et al., 2009).

Πρόσφατα αναπτύχθηκαν εφαρμογές, οι οποίες προωθούν την εκμάθηση του Προγραμματισμού ακόμα και σε μικρές ηλικίες με κυριότερο παράδειγμα το Scratch και ScratchJr, απευθυνόμενα σε ηλικίες 7-12 χρονών το πρώτο και ακόμα μικρότερες το δεύτερο. Οι ενέργειες αυτές στοχεύουν στην αλληλεπίδραση χρήστη και υπολογιστή μέσω της δημιουργίας και της προσωπικής έκφρασης (Resnick et al., 2009). Αρκετοί επιστήμονες (Lister & Leaney, 2003; Salant et al., 2013) υποστηρίζουν ότι η εκμάθηση κώδικα Προγραμματισμού μπορεί να στηριχθεί στην ταξονομία του Bloom μέσα από την κατανόηση, την εφαρμογή, τη δημιουργία. Η Kekeri (2008) θεωρεί ότι μέσω του Scratch οι μικροί μαθητές μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα μαθηματικές έννοιες καθώς και τη διαδικασία του σχεδιασμού. Οι Resnick et al. (2009) υποστηρίζουν ότι μέσα από την εκμάθηση Προγραμματισμού οι μαθητές μπορούν να αποκτήσουν ικανότητες επίλυσης προβλημάτων (problem solving skills) καθώς και μεταγνωστικές δεξιότητες. Επιπλέον, οι Wang & Chen (2010) διερευνώντας το πρόγραμμα Scratch, παρατηρούν ότι οι μαθητές αποκτούν υψηλότερο κίνητρο για την εκμάθηση του Scratch, συνεπώς για την εκμάθηση προγραμματισμού.

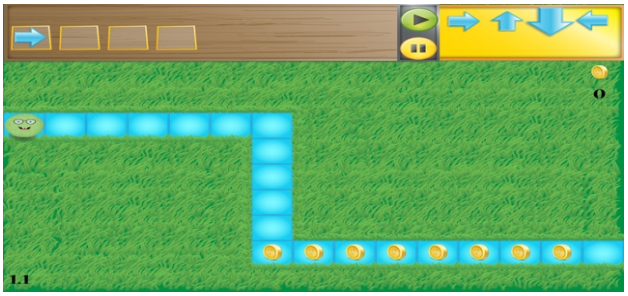
Επιπροσθέτως, οι Muratet et al. (2009) θεωρούν ότι οι μαθητές μπορούν να ενταχθούν ευκολότερα στις θετικές επιστήμες μαθαίνοντας Προγραμματισμό μέσω ενός σοβαρού ηλεκτρονικού παιχνιδιού (serious games). Οι Ibrahim et al. (2010) κατέδειξαν ότι οι μαθητές ενθαρρύνονται περισσότερο έχοντας μεγαλύτερο κίνητρο να μάθουν Προγραμματισμό μέσω ενός παιχνιδιού, συγκριτικά με τη διδασκαλία μέσω παραδοσιακών μεθόδων. Οι Feldgen & Clua (2004) προτείνουν τα ηλεκτρονικά παιχνίδια σαν σημαντικό κίνητρο για την εκμάθηση Προγραμματισμού σε πρωτοετείς φοιτητές.

Επιπλέον, εύκολα προγραμματιστικά περιβάλλοντα αξιοποιούνται τα τελευταία χρόνια για την παραγωγή υλικού και τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων. Ο χαρακτηρισμός «εύκολα προγραμματιστικά περιβάλλοντα» αφορά στη δυνατότητα μείωσης ή και εξάλειψης σύνθετης σύνταξης κατά τον Προγραμματισμό και εστίασης μόνο στη λογική ανάπτυξη κώδικα. Έτσι, ενδεικτικά, οι Μαργαρίτη & Μπράτιτσης (2014) χρησιμοποίησαν στο νηπιαγωγείο το περιβάλλον του Scratch για να διδάξουν φυσικές έννοιες, αυτές της πλεύσης και της βύθισης, μέσα από τους μύθους του Αισώπου. Η Panagiotou (2014) διεξήγαγε έρευνα στο νηπιαγωγείο μέσω του περιβάλλοντος Scratch για να διδάξει το φαινόμενο του μαγνητισμού με θετικά αποτελέσματα. Οι Lewis & Shah (2012) σε έρευνά τους με μαθητές Ε΄ τάξης συσχετίζουν τα

υψηλά ποσοστά των παιδιών σε ερωτήσεις μαθηματικών με την υψηλή απόδοσή τους σε αντίστοιχα τεστ στο περιβάλλον του Scratch.
Συμπερασματικά, η διδασκαλία του Προγραμματισμού φαίνεται ότι αποκτά και πάλι μια δυναμική στο χώρο της εκπαίδευσης, ξεκινώντας μάλιστα από πολύ μικρές ηλικίες. Χαρακτηριστική είναι η δήλωση του προέδρου των ΗΠΑ για την ανάγκη ανάπτυξης προγραμμάτων σπουδών με επίκεντρο την Επιστήμη των Υπολογιστών (computer science) και τα Μαθηματικά. Μάλιστα, εξαγγέλθηκε η χρηματοδότηση ύψους 4 δις δολαρίων για την επίτευξη του στόχου αυτού, αποσκοπώντας στην κατάλληλη προετοιμασία των σημερινών μαθητών για άμεση ένταξη στον παραγωγικό ιστό με την αποφοίτησή τους από το σχολείο. Άλλωστε και τα παραδείγματα που προαναφέρθηκαν καταδεικνύουν ότι οι στοιχειώδεις γνώσεις Προγραμματισμού ενισχύουν τη μάθηση συνολικά, αλλά αποτελούν και σημαντικό προσόν του σημερινού, μάχιμου εκπαιδευτικού.
Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία εστιάζει στη διδασκαλία προγραμματιστικών εννοιών. Ακολουθώντας την προσέγγιση της μάθησης μέσω παιχνιδιών, μελετά τον τρόπο αντίληψης τέτοιων εννοιών από τα παιδιά.

Μεθοδολογία έρευνας

Η παρούσα δραστηριότητα υλοποιήθηκε στο πλαίσιο θερινής δημιουργικής απασχόλησης κατά το διάστημα Ιουνίου-Ιουλίου 2015. Έλαβε χώρα στα Κέντρα Ελεύθερων Εκπαιδευτικών Εργαστηρίων "YES & YES more" που βρίσκονται στη Δραπετσώνα, στον Πειραιά. Η δραστηριότητα αφορούσε μια ομάδα 4 παιδιών (2 ηλικίας 7 ετών και 2 ηλικίας 5,5 ετών - 3 αγόρια και 1 κορίτσι). Τα δύο μικρότερα παιδιά θα ξεκινούσαν τον Σεπτέμβριο την Α' Δημοτικού, ενώ τα άλλα δύο θα συνέχιζαν στη Γ' Δημοτικού. Όλα τα παιδιά φοιτούσαν σε δημόσια σχολεία της περιοχής και ενεπλάκησαν στη συγκεκριμένη δραστηριότητα στα πλαίσια δημιουργικής και συνάμα εκπαιδευτικής απασχόλησης. Ο στόχος ήταν η διδασκαλία μέσω παιχνιδιού, βασικών αρχών Προγραμματισμού σε παιδιά της ηλικιακής ομάδας του πληθυσμού που συμμετείχε (5-7 ετών). Για την επίτευξη του στόχου αρχικά χρησιμοποιήθηκε το παιχνίδι "Kodable" το οποίο είναι διαθέσιμο σε Android και IOS συσκευές αλλά και σε περιβάλλον Windows και Macintosh (https://www.kodable.com). Στη συνέχεια τα παιδιά προσπαθούσαν να εφαρμόσουν αυτά που έμαθαν μέσω του παιχνιδιού στην εφαρμογή "Scratch junior" η οποία είναι διαθέσιμη σε Android και IOS τάμπλετ (http://www.scratchjr.org). Τα παιδιά στο περιβάλλον του Scratch μπορούσαν είτε να φτιάξουν κάτι που ήθελαν μόνα τους, είτε να προγραμματίσουν με οδηγίες τις επιβλέπουσας εκπαιδευτικού. Η δραστηριότητα κράτησε συνολικά 2 εβδομάδες, με ενασχόληση περίπου 1 ώρας κάθε μέρα. Χρησιμοποιήθηκαν δύο τάμπλετ, ένα για κάθε ζευγάρι παιδιών.



Σχήμα 1. Στιγμιότυπο από το παιχνίδι Kodable

Το Kodable (Σχήμα 1) είναι ένα παιχνίδι Προγραμματισμού που απευθύνεται σε παιδιά από το νηπιαγωγείο μέχρι τις τελευταίες τάξεις του δημοτικού. Η θεματολογία του αφορά την οικογένεια Fuzz, η οποία προσγειώθηκε σε έναν άγνωστο πλανήτη και ο στόχος είναι η εξερεύνησή του. Τα παιδιά μέσα από γραμμικούς λαβύρινθους πρέπει να καθοδηγήσουν τον κεντρικό χαρακτήρα, τον Fuzzy, να συλλέξει τα κέρματα, χρησιμοποιώντας απλές εντολές κατεύθυνσης, όπως πάνω, κάτω, αριστερά, δεξιά και να φτάσει στο τέλος της διαδρομής. Υπάρχουν 45 επίπεδα και ο βαθμός δυσκολίας αυξάνεται σταδιακά. Οι εντολές Προγραμματισμού είναι ανάλογης δυσκολίας με το επίπεδο του παιχνιδιού. Το παιδί καλείται να επιλέξει τη σωστή αλληλουχία εντολών και να τις τοποθετήσει στις θέσεις που βρίσκονται πάνω αριστερά (Σχήμα 1). Ακολούθως, με το κουμπί Play εκτελείται η ακολουθία εντολών και επιτυγχάνεται ο στόχος ή όχι. Σε μεγαλύτερα επίπεδα εμπλέκονται πιο σύνθετες προγραμματιστικές δομές, όπως η δομή επανάληψης.
Το ScratchJr (https://scratch.mit.edu) είναι μία απλοποιημένη έκδοση του γνωστού περιβάλλοντος Scratch, με στόχο να εισάγει παιδιά ηλικίας 5-7 ετών στον Προγραμματισμό. Οι μικροί μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν δικές τους διαδραστικές ιστορίες αλλά και παιχνίδια. Μπορούν να δημιουργήσουν δικούς τους χαρακτήρες ή να χρησιμοποιήσουν τους ήδη υπάρχοντες. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα οι χρήστες να ηχογραφήσουν κάτι που επιθυμούν και να το προσθέσουν στις ηχητικές εντολές Προγραμματισμού.
Τα δύο λογισμικά επιλέχθηκαν καθώς παιδιά που δεν γνωρίζουν ακόμα γραφή και ανάγνωση μπορούν να τα χειριστούν εύκολα, ειδικά το παιχνίδι Kodable, αφού είναι αυτοκαθοδηγούμενο. Επιπλέον, το ScratchJr είναι ιδιαίτερα απλό χωρίς πολλά γραφικά, ώστε ο χρήστης να εστιάζει στις εντολές. Η επιλογή της ταμπλέτας έναντι του υπολογιστή έγινε καθώς τα παιδιά μέσω της οθόνης αφής μπορούν πιο εύκολα να χειριστούν τις εντολές σε σχέση με τη χρήση του πληκτρολογίου και του ποντικιού. Η επιλογή αυτή αφορά κυρίως τα μικρότερα παιδιά του δείγματος.
Η συλλογή ερευνητικών δεδομένων έγινε μέσα από παρατήρηση. Κρίνεται σκόπιμο να διασαφηνιστεί ότι πρόκειται για μία πιλοτική έρευνα σε αρχικό στάδιο. Η συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων βοήθησε να δοθούν απαντήσεις στα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- Μπορούν τα παιδιά μέσω ενός παιχνιδιού να αντιληφθούν ευκολότερα τις έννοιες/εντολές του Προγραμματισμού;
- Μεταβάλλεται και αν ναι πώς, ο τρόπος που αντιλαμβάνονται οι μαθητές περίπλοκες εντολές/δομές Προγραμματισμού μετά από διδασκαλία και μέσω ενός παιχνιδιού;
- Η γνώση των εντολών Προγραμματισμού δίνει κίνητρο στα παιδιά να αξιοποιήσουν το γνωστικό επίπεδο που ήδη κατέχουν;

Η δραστηριότητα που σχεδιάστηκε χωρίστηκε σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αφορούσε στην κατανόηση του παιχνιδιού και την πρόοδο σε μεγαλύτερο επίπεδο. Το δεύτερο μέρος αναφερόταν στα προσωπικά δημιουργήματα των μαθητών στο περιβάλλον του ScratchJr και χωριζόταν κι αυτό σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, οι μικροί μαθητές έπρεπε να εφαρμόσουν τις εντολές που έμαθαν παίζοντας, φτιάχνοντας με δική τους πρωτοβουλία ό, τι ιστορία ή παιχνίδι ήθελαν. Στο δεύτερο μέρος οι μαθητές έπρεπε να φτιάξουν μια ιστορία εφαρμόζοντας εντολές που θα τους ζητούσε η επιβλέπουσα εκπαιδευτικός.

Αποτελέσματα

Αναφορικά με το πρώτο ερώτημα, αν τα παιδιά μπορούν να αντιληφθούν ευκολότερα τις έννοιες/εντολές του Προγραμματισμού μέσω ενός παιχνιδιού, αυτό που παρατηρήθηκε στο πρώτο μάθημα ήταν ότι κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού τα παιδιά δεν μπορούσαν να

αντιληφθούν ότι η δραστηριότητα ήταν στην πραγματικότητα μια εισαγωγή στον Προγραμματισμό. Όλοι οι μαθητές θεωρούσαν ότι πρόκειται για ένα παιχνίδι με στόχο τη νίκη. Αντιθέτως, αντιλήφθηκαν αμέσως τι πρέπει να κάνουν (να προγραμματίσουν) μόλις εισήλθαν στο περιβάλλον του ScratchJr και αφού είχαν παίξει το παιχνίδι. Το παιχνίδι αποτελούσε προκαταρκτικό στάδιο για να περάσουν στο περιβάλλον του ScratchJr και να μπορέσουν να σχεδιάσουν είτε κάτι που ήθελαν είτε κάτι που τους ζητούσε η εκπαιδευτικός. Τις επόμενες μέρες αντιλήφθηκαν ότι για να μπορέσουν να σχεδιάσουν στο Scratch θα πρέπει να έχουν παίξει το παιχνίδι και μάλιστα να έχουν περάσει κάποια επίπεδα. Στα πρώτα επίπεδα το παιχνίδι παρουσίαζε πολύ απλές εντολές. Ανεβαίνοντας τα επίπεδα σιγά σιγά εμφάνιζε καινούριες εντολές τις οποίες τα παιδιά έπρεπε να αντιληφθούν και να αξιοποιήσουν κατάλληλα, για να φτάσουν στην ολοκλήρωση των επιπέδων. Καταλάβαιναν ότι πρόκειται για εντολές Προγραμματισμού σχολιάζοντας μάλιστα ότι μαθαίνουν καινούριους κανόνες. Η εκπαιδευτικός εξήγησε στα παιδιά ότι το παιχνίδι αρχικά και μετέπειτα το ScratchJr τους βοηθάει να μάθουν τη γλώσσα που μιλάει ο υπολογιστής. Η εφαρμογή των νέων εντολών που μάθαιναν στο παιχνίδι γινόταν πιο εύκολη μέσω των χρωμάτων που χρησιμοποιεί το ScratchJr. Μάλιστα τα παιδιά σχολίαζαν σε ποιο χρώμα υπάρχει ο κανόνας που μόλις έμαθαν στο παιχνίδι, κάθε φορά. Συνεπώς, φαίνεται ότι τα παιδιά κατανόησαν αμέσως ότι ασχολούνται με τον Προγραμματισμό όταν εισήλθαν στο περιβάλλον ScratchJr, αλλά σταδιακά συνειδητοποίησαν ότι οι κινήσεις στο παιχνίδι ήταν στην ουσία προγραμματιστικές εντολές, κάνοντας τη σύνδεση με το προγραμματιστικό περιβάλλον. Συμπερασματικά, χρησιμοποίησαν προγραμματιστική προσέγγιση στο παιχνίδι υποσυνείδητα, χωρίς να χρειαστεί να κατανοήσουν τη σημαίνει Προγραμματισμός, λογική αλληλουχία εντολών, κ.λπ. Το τελευταίο είναι εμφανέστερο στο ScratchJr, αφού υπάρχουν εντολές έναρξης και λήξης ενός σεναρίου.

Όσον αφορά στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, αν μεταβάλλεται και πώς, ο τρόπος που αντιλαμβάνονται οι μαθητές περίπλοκες εντολές Προγραμματισμού μετά από διδασκαλία και μέσω ενός παιχνιδιού, οι ερευνητές κάποιες μέρες επέλεξαν να ξεκινήσουν τη δραστηριότητα από το δεύτερο μέρος, δηλαδή από το ScratchJr. Συνήθως, οι μαθητές πρώτα έπαιζαν το παιχνίδι που τους εισήγαγε σε μια νέα εντολή και μετά καλούνταν να την αξιοποιήσουν στο ScratchJr. Προσπαθώντας να παρατηρήσει αν τα παιδιά μπορούν να μάθουν απευθείας τη χρήση μίας περισσότερο περίπλοκης δομής/εντολής, η εκπαιδευτικός εξήγησε στους μαθητές τη δομή/εντολή επανάληψης, χωρίς όμως να την έχουν χρησιμοποιήσει στο παιχνίδι πρώτα. Αυτό που παρατηρήθηκε ήταν ότι τα παιδιά δυσκολεύτηκαν πολύ να την κατανοήσουν και δεν μπόρεσαν να τη χρησιμοποιήσουν σωστά. Μάλιστα όταν αφέθηκαν ελεύθερα να φτιάξουν κάτι που θέλουν, κανένα παιδί δεν χρησιμοποίησε την εντολή της επανάληψης αλλά προτίμησαν να χρησιμοποιήσουν πολλές φορές τις απλές εντολές (π.χ. πολλές εντολές κίνησης και περιστροφής).

Την ίδια ημέρα περνώντας στην εκμάθηση της εντολής μέσω του παιχνιδιού, παρατηρήθηκε ότι παίζοντας αντιλήφθηκαν ευκολότερα την εντολή της επανάληψης καθώς για να περάσουν στο επόμενο επίπεδο έπρεπε να τη χρησιμοποιήσουν οπωσδήποτε. Το παιχνίδι στην αρχή τους έδειχνε με ποιον τρόπο θα χρησιμοποιήσουν την εντολή και στη συνέχεια τους άφηνε να το πραγματοποιήσουν. Αν έκαναν λάθος, δεν υπήρχε η επιλογή των απλών εντολών, αφού ο διαθέσιμος χώρος για να σχηματιστεί η αλληλουχία εντολών ήταν περιορισμένος (Σχήμα 1). Τις πρώτες φορές έκαναν λάθη, όμως, μόλις αντιλήφθηκαν τον τρόπο που λειτουργεί, έκαναν υπολογισμούς για να το χρησιμοποιήσουν σωστά. Οι υπολογισμοί αφορούσαν την καταμέτρηση επαναλήψεων, αλλά και την αναγνώριση του μπλοκ εντολών που επαναλαμβάνονταν, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή μετακίνηση του Fuzzy. Παρατηρήθηκε ότι παρόλο που τα παιδιά έκαναν αρκετά λάθη στην αρχή παίζοντας

το παιχνίδι, κανένα από αυτά δεν εγκατέλειψε την προσπάθεια για να κατανοήσει την εντολή επανάληψης και να φτάσει στην ολοκλήρωση του επιπέδου. Μετά το παιχνίδι και την κατανόηση της εντολής επανάληψης τα παιδιά πήγαν πάλι στο ScratchJr και αυτή τη φορά επέλεξαν μόνα τους να χρησιμοποιήσουν την εντολή της επανάληψης με σχόλια "είναι πιο εύκολη", "τη βάζω μία φορά και παίζει συνέχεια", "έχει πλάκα τελικά". Στο Σχήμα 2 φαίνεται η χρήση της εντολής επανάληψης από τους μικρότερους μαθητές του δείγματος, αφού πρώτα την είχαν μάθει στο παιχνίδι.

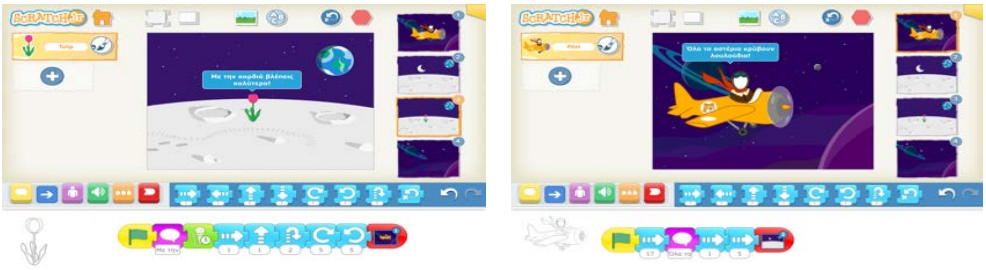
Σχήμα 2. Εφαρμογή εντολής επανάληψης στο ScratchJr Ầô ţ ŕÔŬř îÌìŘ ţŕÈŘÔŬř îÀêÊŕÁř

Επιπλέον, αρχικά τα παιδιά δεν ήταν χωρισμένα σε ηλικίες ομάδες. Αυτό που παρατηρήθηκε ήταν ότι τα μεγαλύτερα παιδιά αντιλαμβάνονταν πιο γρήγορα τις εντολές του παιχνιδιού και όταν οι μικρότεροι συναντούσαν δυσκολία τους εξηγούσαν τι ακριβώς πρέπει να κάνουν. Στη συνέχεια, όμως, διαπιστώθηκε ότι εκδηλωνόταν ανταγωνισμός από τους μικρότερους στους μεγαλύτερους και τα παιδιά αυτοβούλως χωρίστηκαν ανά ηλικία.

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα εξέταζε αν η γνώση των εντολών Προγραμματισμού δίνει κίνητρο στα παιδιά να αξιοποιήσουν το γνωστικό επίπεδο που ήδη κατέχουν. Τα δεδομένα προέρχονται από το μέρος της δραστηριότητας στο ScratchJr, που χωρίστηκε σε δύο μέρη, όπως προαναφέρθηκε, Αρχικά τα παιδιά έφτιαχναν μόνα τους ιστορίες και έγραφαν ό, τι είδος κώδικα ήθελαν και στο δεύτερο μέρος εφάρμοζαν τις εντολές που τους υποδείκνυε η εκπαιδευτικός. Αυτό που παρατηρήθηκε ήταν ότι τα παιδιά γενικότερα χρησιμοποιούσαν υπάρχουσες γνωστικές εμπειρίες για να κάνουν πιο ελκυστική την ιστορία που έφτιαχναν κάθε φορά. Για παράδειγμα, τα δύο μικρά παιδιά ήξεραν μόνο τα γράμματα της αλφαβήτας καθώς και να γράφουν το όνομά τους. Έτσι, και τα δύο έγραψαν το όνομά τους χωρίς βοήθεια με το εικονικό πληκτρολόγιο του τάμπλετ. Ζήτησαν βοήθεια από την εκπαιδευτικό για να γράψουν "γεια". Η εκπαιδευτικός τους έλεγε γράμμα-γράμμα τη λέξη για να τη γράψουν. Όταν ρωτήθηκαν για ποιο λόγο έκαναν την παραπάνω ενέργεια απάντησαν ότι ήταν καλύτερο ο χαρακτήρας να μιλάει, "έχει περισσότερη πλάκα όταν χαιρετάει". Αργότερα, όταν στο δεύτερο μέρος της δραστηριότητας τους ζητήθηκε να γράψουν κάτι που ήδη ξέρουν, τα παιδιά δεν μπορούσαν να εφαρμόσουν την εντολή. Όταν ρωτήθηκαν γιατί δεν γράφουν αυτό που ήδη ξέρουν απάντησαν ότι το έχουν ήδη κάνει.

Τα δύο μεγαλύτερα παιδιά, στο πρώτο μέρος της δραστηριότητας χρησιμοποίησαν εντολές και χαρακτήρες που φαινόταν αστείοι. Δεν χρησιμοποίησαν καθόλου υπάρχουσες γνώσεις αλλά μόνο εντολές που έκαναν τους χαρακτήρες να έχουν "πλάκα", όπως χαρακτηριστικά είπαν. Για παράδειγμα, ένας μαθητής επέλεξε σαν φόντο στην ιστορία του μια σχολική τάξη και σαν χαρακτήρα έβαλε μια μύγα που πετάει και κάνει θόρυβο. Μάλιστα ηχογράφησε και τη φωνή του για να δείξει το θόρυβο που κάνει η μύγα στην τάξη. Αντίθετα, στο δεύτερο μέρος της δραστηριότητας, για τους μεγαλύτερους μαθητές η εκπαιδευτικός άφησε πάνω στο τραπέζι μερικά εξωσχολικά βιβλία με αρκετές εικόνες. Τους είπε να διαλέξουν αυτό που

θέλουν περισσότερο και να προσπαθήσουν να αποδώσουν την ιστορία τους στο ScratchJr. Τα παιδιά προβληματίστηκαν αρκετά, μελέτησαν τα βιβλία και τελικά επέλεξαν να φτιάξουν μια ιστορία με τον "Μικρό Πρίγκιπα". Όταν ρωτήθηκαν για ποιο λόγο επέλεξαν το συγκεκριμένο βιβλίο απάντησαν ότι το είχαν διαβάσει πολλές φορές στο σχολείο και το γνώριζαν καλά. Στο Σχήμα 3 φαίνονται στιγμιότυπα από την ιστορία τους. Όλα αυτά, όμως, πραγματοποιήθηκαν αφού, τις προηγούμενες μέρες, είχαν παίξει το παιχνίδι Προγραμματισμού κι είχαν μάθει τις βασικές εντολές Προγραμματισμού.



Σχήμα 3. Απόδοση του Μικρού Πρίγκιπα στο ScratchJr από τους μεγαλύτερους μαθητές

Στην περίπτωση αυτή λοιπόν, τα μεγαλύτερα παιδιά μπόρεσαν να αξιοποιήσουν υφιστάμενες γνώσεις για να αποδώσουν προγραμματιστικά, σε ψηφιακή μορφή, κάτι που γνώριζαν ήδη. Έτσι, η διαδικασία Προγραμματισμού έγινε πιο αυθεντική και βιωματική, αφού δεν ήταν στόχος η επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος-άσκησης, τεχνική που ακολουθείται συχνά στις προσεγγίσεις διδασκαλίας Προγραμματισμού. Η παρατήρηση έδειξε ότι το κίνητρο των παιδιών κατά τη διαδικασία αυτή ήταν ιδιαίτερα αυξημένο.

Συζήτηση

Για την αξιολόγηση των ερευνητικών δεδομένων τέθηκαν τρία ερευνητικά ερωτήματα. Αναφορικά με το πρώτο ερώτημα, φαίνεται ότι τα παιδιά μέσω ενός παιχνιδιού μπορούν να αντιληφθούν πιο εύκολα τις έννοιες του Προγραμματισμού. Το σημαντικό στοιχείο είναι ότι αντιλήφθηκαν ότι πρόκειται για εκμάθηση "κανόνων" μόνο όταν τελείωσαν το παιχνίδι και πέρασαν στην εφαρμογή των εντολών στο περιβάλλον του ScratchJr. Αυτή η αντίληψη έλαβε χώρα διαισθητικά, ενώ η ποιοτική ερμηνεία, ότι οι εντολές είναι στην ουσία κανόνες στους οποίους υπακούει ο χαρακτήρας που προσπαθούσαν να ελέγξουν ήταν αυθόρμητη. Αντίθετα, ήταν πιο δύσκολο να κατανοήσουν τον τρόπο αξιοποίησης των εντολών όταν ξεκινούσαν από την επεξήγηση της εντολής στο ScratchJr. Συνεπώς, τα παιδιά είναι ευκολότερο να αντιληφθούν την έννοια της εντολής ή του Προγραμματισμού γενικότερα μέσω ενός παιχνιδιού, παρά με την άμεση διδασκαλία αυτών σε αντίστοιχο περιβάλλον.

Για το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, οι ερευνητές παρατήρησαν ότι οι μικροί μαθητές δυσκολεύτηκαν να αντιληφθούν περίπλοκες εντολές μόνο μέσα από τη διδασκαλία τους. Αντίθετα, τους ήταν ευκολότερο να τις αντιληφθούν και να τις εφαρμόσουν διαμέσου του παιχνιδιού. Το παράδειγμα της δομής επανάληψης δείχνει ότι στο παιχνίδι κατανόησαν την ανάγκη για ομαδοποίηση εντολών σε ένα μπλοκ, αφού χωρίς αυτή δεν μπορούσαν, άλλωστε, να ολοκληρώσουν το ανάλογο επίπεδο. Αυτό ήταν πολύ δύσκολο να το κατανοήσουν στο ScratchJr. Ανάλογες παρατηρήσεις έχουν γίνει και σε τάξεις ενηλίκων, στο περιβάλλον Scratch, όπου διδάσκει ό ένας από τους δύο συγγραφείς. Η μετωπική επεξήγηση σύνθετων δομών φαίνεται να υστερεί σημαντικά σε σχέση με την έμμεση κατανόηση της

αναγκαιότητας και της λειτουργικότητας μιας τέτοιας δομής, μέσα από ένα πρόβλημα που τίθεται σε παιγνιώδες περιβάλλον.
Τέλος, αναφορικά με το τρίτο ερώτημα διαπιστώθηκε ότι οι μικροί μαθητές αξιοποίησαν υφιστάμενες γνώσεις μέσω της προγραμματιστικής προσέγγισης, άλλοτε μέσω καθοδήγησης (μικρότεροι μαθητές), άλλοτε με δική τους πρωτοβουλία (μεγαλύτεροι μαθητές). Φυσικά στις μεγαλύτερες ηλικίες αυτό έγινε πιο εστιασμένα και ολοκληρωμένα. Όμως, η αξιοποίηση υφιστάμενης γνώσης για να δημιουργήσουν τα παιδιά το δικό τους πρόβλημα προς επίλυση (ψηφιακή απόδοση του Μικρού Πρίγκιπα) φάνηκε ότι λειτούργησε ως πρόσθετο κίνητρο για την ενασχόληση με το προγραμματιστικό περιβάλλον και την επίτευξη του στόχου.
Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι μεταβάλλεται ευκολότερα ο τρόπος που τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον Προγραμματισμό μέσα από ένα παιχνίδι. Το μικρό δείγμα πληθυσμού, όμως, δεν επιτρέπει τη γενίκευση των συμπερασμάτων. Η παρούσα ερευνητική προσέγγιση ήταν πολύ μικρής κλίμακας, ποιοτικού χαρακτήρα και αμιγώς διερευνητική. Στόχος ήταν η ποιοτική αξιολόγηση των παρατηρήσεων σε περιορισμένο περιβάλλον, ώστε να σχεδιαστεί μελλοντικά ευρύτερης κλίμακας έρευνα για την αξιοποίηση ηλεκτρονικών παιχνιδιών για την εκμάθηση Προγραμματισμού, μέσα από ειδικά σχεδιασμένες δραστηριότητες. Άλλωστε, υπάρχει πλέον πληθώρα σχετικών λογισμικών και φαίνεται ότι αξίζει τον κόπο να διερευνηθεί η αξιοποίησή τους, ενώ η τάση για διδασκαλία του Προγραμματισμού σε πολύ μικρές ηλικίες είναι αυξανόμενη.

Αναφορές

De Kereki, I. F. (2008). Scratch: Applications in Computer Science 1. In *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE* (pp. T3B/7 – T3B/11). USA: Saratoga Springs, NY.

Feldgen, M., & Clua, O. (2004). Games as a motivation for freshman students to learn programming. In *34th Annual Frontiers in Education - FIE 2004 Vol 3* (pp. S1H/11 - S1H/16). USA: Savannah, GA.

Ibrahim, R., Yusoff, R.C., Omar, H.M. & Jaafar, A. (2010). Students Perceptions of Using Educational Games to Learn Introductory Programming. *Computer and Information Science*, 4(1), 205-216.

Lewis, C., & Shah, N. (2012). Building upon and enriching grade four mathematics standards with programming curriculum. In *Proceedings of the 43rd ACM Technical Symposium on Computer Science* Education (pp. 7-62). ACM.

Lister, R., & Leaney, J. (2003). Introductory programming, criterion-referencing, and bloom. *ACM SIGCSE Bulletin*, 35(1), 1-147).

Meerbaum-Salant, O., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (Moti). (2013). Learning computer science concepts with Scratch. *Computer Science Education*, 23(3), 239–264.

Muratet, M., Torguet, P., Jessel, J. P., & Viallet, F. (2009). Towards a serious game to help students learn computer programming. *International Journal of Computer Games Technology*, Volume 2009. 1-12.

Panagiotou, E. (2014). *Εκπαιδευτική Παρέμβαση Υποστηριζόμενη Από Τη Scratch Για Την Εκμάθηση Εννοιών Της Φυσικής Στο Νηπιαγωγείο*. Ανακτήθηκε στις 30 Ιανουαρίου 2016 από http://ssrn.com/abstract=2738741.

Prensky, M. (2009). H. Sapiens Digital : From Digital Immigrants and Digital Natives to Digital Wisdom Digital Wisdom. *Journal of Online Education*, 5(3), 1–9.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., … Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM*, 52, 60–67.

Wang, L. C., & Chen, M. P. (2010). Learning programming concepts through game design: A PCT perspective. In *Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning* (pp. 219–221). IEEE Computer Society Washington, DC, USA.

Μαργαρίτη, Α., & Μπράτιτσης, Θ. (2015). Ψηφιακή Αφήγηση ως μέσο διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο: ένα διαδραστικό παραμύθι στο Scratch. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 7(3), 163-179.

ΥΠΔΒΜΘ (2011). *Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Πράξη «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο πρόγραμμα σπουδών, στους Άξονες Προτεραιότητας 1, 2, 3*. Αθήνα.

Η οικοδόμηση της έννοιας του «μηνύματος» στη γλώσσα Προγραμματισμού ScratchJr από μαθητές 5-7 ετών

Σεβαστιανή Τουλουπάκη[1], Μαρία-Ελένη Κωνσταντινοπούλου[2], Δημήτρης Νικολός[2], Georges-Louis Baron[1], Βασίλης Κόμης[2]
sevina.touloupaki@gmail.com, marilou5245@gmail.com, dnikolos@gmail.com
georges-louis.baron@paris5.sorbonne.fr,komis@upatras.gr
[1] Faculté des sciences humaines et sociales – Sorbonne, Université Paris V René Descartes
[2] Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τη δυνατότητα οικοδόμησης της έννοιας των μηνυμάτων, όπως αυτή υποστηρίζεται από το λογισμικό ScratchJr, από παιδιά 5 έως 7 ετών. Η έρευνα διεξήχθη σε Ελλάδα και Γαλλία, στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος DALIE. Στην έρευνα συμμετείχαν 10 μαθητές νηπιαγωγείου (Ελλάδα) και 12 μαθητές πρώτης δημοτικού (Γαλλία). Το παρόν άρθρο συνοψίζει τα ευρήματα από την ανάλυση των βιντεοσκοπήσεων, καθώς και των τελικών έργων των μαθητών, σε ένα πρόβλημα αξιολόγησης με τη χρήση των εντολών «στέλνω μήνυμα» και «ανοίγω μήνυμα» του ScratchJr. Όπως φαίνεται από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, η έννοια του μηνύματος ως προγραμματιστική εντολή στο ScratchJr μπορεί να γίνει κατανοητή από παιδιά 5 έως 7 ετών, καθώς και να χρησιμοποιηθεί λειτουργικά από αυτά για την επίλυση ενός προβλήματος.

Λέξεις κλειδιά: Διδακτική Προγραμματισμού, ScratchJr, μήνυμα, προσχολική ηλικία, πρώτη σχολική ηλικία, οπτικός Προγραμματισμός.

Εισαγωγή

Το λογισμικό ScratchJr

Το λογισμικό ScratchJr (https://www.scratchjr.org) φαίνεται να καλύπτει το κενό της προγραμματιστικής δραστηριότητας στην προσχολική και την πρώτη σχολική (παιδιά 5 έως 7 ετών). Στο περιβάλλον αυτό, τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα, να κατασκευάζουν παιχνίδια και διαδραστικές ιστορίες σε ένα πλαίσιο ανάπτυξης της δημιουργικής έκφρασης (Bers & Resnick, 2015). Το ScratchJr είναι εμπνευσμένο από το Scratch, ωστόσο υπήρξε αναδιαμόρφωση της γλώσσας Προγραμματισμού, του περιβάλλοντος εργασίας, καθώς και των αντικειμένων – χαρακτήρων, με σκοπό να είναι κατάλληλο για το γνωστικό, ατομικό, κοινωνικό και συναισθηματικό επίπεδο των παιδιών ηλικίας από 5 έως 7 ετών. Το ScratchJr διαφοροποιείται και ως προς το υπολογιστικό μέσο καθώς, σε αντίθεση με το Scratch, λειτουργεί προς το παρόν μόνο με χρήση φορητής συσκευής και ο χρήστης αλληλεπιδρά με το περιβάλλον μέσω της οθόνης αφής και της ενέργειας «σύρε και άφησε». Το περιβάλλον της γλώσσας αποτελείται από έναν συνδυασμό εικόνων και λέξεων, μέσα από τις οποίες προβάλλονται στοιχεία αλφαβητισμού και αριθμητικής. Το παιδί δεν χρειάζεται να ξέρει να διαβάζει τις εντολές, καθώς στο ScratchJr δίνονται μέσω εικόνων σε εικονίδια παζλ (blocks) ενώ κάθε κατηγορία εντολής έχει το δικό της χρώμα. Το σύνολο των διαθέσιμων εντολών είναι πολύ μικρότερο από το Scratch, ενώ το σχήμα τους αποτρέπει από τυχόν λάθη μη συμβατής σύνδεσης μεταξύ τους.

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

Έρευνες με το ScratchJr

Το ερευνητικό ενδιαφέρον γύρω από την εισαγωγή των παιδιών στον Προγραμματισμό και στην ψηφιακή δημιουργία ήδη από την προσχολική ηλικία έχει ενταθεί τα τελευταία χρόνια. Οι Flannery et al. (2015) παρουσιάζουν τους στόχους, τις προκλήσεις καθώς και τη γενικότερη φιλοσοφία γύρω από τη δημιουργία της γλώσσας Προγραμματισμού ScratchJr. Οι Olabe et al. (2015) προτείνουν μια σειρά από κριτήρια και κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με την παιδαγωγική αξιοποίησή του από τους εκπαιδευτικούς και τη δημιουργία εργαλείων αξιολόγησης της γνώσης που παρέχει. Το ScratchJr αποτέλεσε τη βάση για τη διεξαγωγή της έρευνας των Portelance et al. (2015), η οποία μελέτησε ένα εκπαιδευτικό σενάριο διάρκειας έξι εβδομάδων, στο οποίο εξήντα δύο μαθητές τριών τάξεων της Βοστόνης (τάξη νηπιαγωγείου, Α΄ και Β΄ δημοτικού) διδάχτηκαν πώς να χρησιμοποιούν τις εντολές του λογισμικού, προκειμένου να επικοινωνήσουν και να εκφραστούν. Στο πλαίσιο της διατριβής του, ο Portelance (2015) παρουσιάζει μια τεχνική αξιολόγησης της εκμάθησης της υπολογιστικής σκέψης από παιδιά ηλικίας 7 ετών, με τη βοήθεια του ScratchJr. Κατά τη διάρκεια αυτού του εκπαιδευτικού προγράμματος, εξήντα δυο μαθητές Β΄ δημοτικού διδάχτηκαν βασικές έννοιες υπολογιστικής σκέψης κάνοντας χρήση του ScratchJr, τις οποίες αξιοποίησαν προκειμένου να δημιουργήσουν με το λογισμικό τα δικά τους κολάζ, τις δικές τους ιστορίες και παιχνίδια.

Οι Baron και Touloupaki (2015) προτείνουν ένα εκπαιδευτικό σενάριο έξι παρεμβάσεων, στο οποίο έξι παιδιά Α΄ δημοτικού σε προάστιο του Παρισιού καλούνται να μάθουν βασικές έννοιες Προγραμματισμού, όπως η ακολουθία, η επανάληψη και τα μηνύματα με ScratchJr. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι το ScratchJr είναι ένα περιβάλλον το οποίο δύναται, μέσα στο πλαίσιο ενός οργανωμένου εκπαιδευτικού σεναρίου, να εισάγει αποτελεσματικά μαθητές πρώτης δημοτικού σε θεμελιώδεις έννοιες Προγραμματισμού. Οι Papadakis et al. (2016), παρουσιάζουν πιλοτική έρευνα με 43 μαθητές νηπιαγωγείου από όπου προκύπτει ότι παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι δυνατό, μέσα σε ένα κατάλληλα οργανωμένο πλαίσιο, να μάθουν προγραμματισμό.

Η έννοια του μηνύματος στο ScratchJr

Στο ScratchJr τα σενάρια των χαρακτήρων εκτελούνται ταυτόχρονα και όχι με τη σειρά. Ο μαθητής θα πρέπει να έχει στη διάθεσή του μηχανισμούς για τον έλεγχο αυτής της σειράς ώστε να επιτύχει τα αποτελέσματα που θέλει. Ένας τέτοιος μηχανισμός είναι τα μηνύματα, που προσομοιάζουν το σύγχρονο πέρασμα μηνυμάτων (synchronous message passing) που ανήκει στο παράδειγμα των ταυτόχρονων γλωσσών Προγραμματισμού (Ben-Ari, 1996). Υπάρχουν δύο εντολές μηνυμάτων α) η «αποστολή μηνύματος», η οποία στέλνει ένα μήνυμα συγκεκριμένου χρώματος και β) η «έναρξη κώδικα με τη λήψη μηνύματος», με την οποία το σενάριο ξεκινά όποτε ένα μήνυμα συγκεκριμένου χρώματος έχει αποσταλεί. Η σύνταξη της εντολής αποστολής μηνύματος γίνεται μέσα σε ένα σενάριο σαν μια οποιαδήποτε εντολή ScratchJr. Η μόνη παράμετρος της εντολής αυτής είναι το χρώμα του μηνύματος. Η εντολή της έναρξης με το μήνυμα είναι εντολή εκκίνησης συμβάντος και συντάσσεται στην αρχή ενός άλλου σεναρίου, η μόνη παράμετρος είναι το χρώμα του μηνύματος. Σημασιολογικά, όταν η εκτέλεση του προγράμματος φτάσει στην αποστολή ενός μηνύματος συγκεκριμένου χρώματος, στέλνεται το μήνυμα και ξεκινούν ταυτόχρονα τα σενάρια που έχουν πρώτη την αντίστοιχη εντολή λήψης μηνύματος (Ben-Ari, 1996). Από συντακτική άποψη, η εντολή μηνύματος στο ScratchJr είναι απλή, παρότι απαιτεί τη χρήση ενός ζεύγους πλακιδίων (blocks) σε δύο διαφορετικά σενάρια. Από σημασιολογική άποψη

φαίνεται να παρουσιάζει γνωστικές δυσκολίες. Το θέμα αυτό αναλύεται στην παρούσα εργασία.

Μεθοδολογία

Η έρευνα μελετά ένα προγραμματιστικό περιβάλλον, εντάσσεται στη σχεδιαστική έρευνα (design based) και διενεργείται σε πραγματικές συνθήκες. Χρησιμοποιεί ποιοτική μέθοδο, προσπαθώντας να περιγράψει και να ερμηνεύσει το υπό μελέτη φαινόμενο. Ειδικότερα εφαρμόζει τη μελέτη περίπτωσης (Cohen, Manion & Morrison, 2007). Οι «περιπτώσεις» στις οποίες επικεντρώνεται, αφορούν μια ομάδα παιδιών νηπιαγωγείου (Ελλάδα) και μια ομάδα παιδιών Α΄ δημοτικού (Γαλλία) και γίνεται προσπάθεια παραγωγής μιας γενικής περιγραφής των βιωμάτων και των σκέψεών τους. Η έρευνα υιοθετεί το ερμηνευτικό παράδειγμα, κατά το οποίο η κατάσταση εξετάζεται μέσα από τους ίδιους τους συμμετέχοντες. Η έρευνα έγινε στο πλαίσιο του έργου DALIE (http://www.unilim.fr/dalie), με τα πανεπιστήμια Limoges, Cergy-Pontoise και Paris Descartes στη Γαλλία και το Πανεπιστήμιο Πατρών στην Ελλάδα.

Το δείγμα

Στη Γαλλία η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα σχολείο στα περίχωρα του Παρισιού με δείγμα 12 παιδιά Α' Δημοτικού (8 κορίτσια, 4 αγόρια). Τα παιδιά επιλέχθηκαν από τη δασκάλα της τάξης, καθώς ήταν τα μόνα των οποίων οι γονείς έδωσαν γραπτή συγκατάθεση για συμμετοχή στην έρευνα. Η έρευνα διήρκησε ένα μήνα και διεξήχθη από την πρώτη ερευνήτρια. Τα παιδιά που επιλέχθηκαν αντιπροσωπεύουν σύμφωνα με τη δασκάλα όλο το εκπαιδευτικό φάσμα. Τα παιδιά εργάστηκαν ατομικά σε ομάδες των τεσσάρων, όπου κάθε παιδί είχε το δικό του τάμπλετ. Η δασκάλα δεν συμμετείχε στο εγχείρημα.
Στην Ελλάδα η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα κλασσικό διθέσιο νηπιαγωγείο της Πάτρας. Συμμετείχαν 10 παιδιά, εκ των οποίων όλα ήταν νήπια (5 κορίτσια, 5 αγόρια). Το συγκεκριμένο δείγμα ήταν επιλογή της νηπιαγωγού και αντιπροσώπευε παιδιά με υψηλό γνωστικό επίπεδο, σύμφωνα με τη νηπιαγωγό, αλλά και παιδιά μεσαίου γνωστικού επιπέδου. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από τη δεύτερη ερευνήτρια, ενώ η νηπιαγωγός της τάξης δεν είχε ενεργό ρόλο. Υλοποιήθηκε εντός της τάξης και διήρκησε 4 μέρες.

Τεχνικές και εργαλεία συλλογής δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν συμμετοχική παρατήρηση και ημι-δομημένες συνεντεύξεις (προ-τεστ, μετα-τεστ). Τα δεδομένα αντλήθηκαν σε τρεις φάσεις. Καταρχήν καταγράφηκαν οι ιδέες των παιδιών, αναφορικά με την έννοια των μηνυμάτων στο ScratchJr πριν και μετά την εφαρμογή του εκπαιδευτικού σεναρίου (προ-τεστ και μετά-τεστ). Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια της υλοποίησης των σεναρίων, οι ενέργειες των παιδιών καταγράφηκαν με βίντεο και τα έργα αποθηκεύτηκαν για περαιτέρω επεξεργασία. Τέλος, καταγράφηκαν οι παρατηρήσεις των ερευνητριών κατά τη διαδικασία.

Το εκπαιδευτικό σενάριο

Το ελληνικό εκπαιδευτικό σενάριο αναπτύχθηκε με βάση το γνωστικό επίπεδο, τις ανάγκες των παιδιών αυτής της ηλικίας, αλλά και τις αρχές του προγράμματος για το νηπιαγωγείο. Πιο συγκεκριμένα, το σενάριο αποτελείται από δύο δραστηριότητες ανίχνευσης (προ-τεστ και δραστηριότητα κατά την οποία τα παιδιά βλέπουν εκτέλεση έτοιμων σεναρίων με τις νέες εντολές, προσπαθώντας να μαντέψουν τη λειτουργία τους). Στη συνέχεια, διεξάγονται

τρεις δραστηριότητες διδασκαλίας. Η δραστηριότητα εμπέδωσης και η δραστηριότητα αξιολόγησης στοχεύουν στην επίλυση ενός προβλήματος, μέσω της χρήσης των εντολών μηνυμάτων. Επίσης ως αξιολόγηση δίνεται και το μετα-τεστ, με τις ίδιες ερωτήσεις που είχε και το προ-τεστ.

Το εκπαιδευτικό σενάριο που εφαρμόστηκε στη Γαλλία έχει ομοιότητες με το ελληνικό, σε ό,τι αφορά το βασικό σκελετό, είναι όμως μικρότερης κλίμακας, καθώς αποτελεί τμήμα μόνο μιας ολόκληρης διδακτικής πρότασης, η οποία προοριζόταν για μαθητές χωρίς πρότερη γνώση του ScrathJr. Περιλαμβάνει δυο δραστηριότητες ανίχνευσης, μια εμπέδωσης και μια αξιολόγησης στην ίδια ακριβώς λογική με αυτήν του ελληνικού σεναρίου. Η δημιουργία του σεναρίου στηρίχτηκε στα ευρήματα προηγούμενων ερευνών που περιγράφουν τις εμπειρίες παιδιών πρώτης σχολικής ηλικίας με τον Προγραμματισμό.

Στόχος της έρευνας

Η έρευνα εντάσσεται σε ένα γενικότερο πλαίσιο μελέτης για τη διδασκαλία και τη μάθηση της Πληροφορικής στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (ερευνητικό έργο DALIE). Στο παρόν άρθρο αναλύονται τα δεδομένα από τις βιντεοσκοπημένες προσπάθειες των μαθητών να επιλύσουν το τελικό πρόβλημα αξιολόγησης σχετικά με την έννοια του μηνύματος, και από τα τελικά έργα τους. Στόχος της έρευνας είναι να εξεταστεί ο βαθμός οικοδόμησης της έννοιας των μηνυμάτων από τα παιδιά. Για το λόγο αυτό καταρτίστηκε ένα κοινό πλαίσιο κωδικοποίησης, το οποίο συγκεντρώνει όλες τις περιπτώσεις στα δυο δείγματα που μελετήθηκαν.

Αποτελέσματα

Πλαίσιο κωδικοποίησης

Αναλύοντας τα τελικά έργα των παιδιών (η εκφώνηση της δραστηριότητας αξιολόγησης παρουσιάζεται στο Παράρτημα) προκύπτουν τρείς διαφορετικοί τύποι οικοδόμησης της γνώσης: πλήρης, μερική και ατελής οικοδόμηση. Για να συγκροτηθούν οι συγκεκριμένες κατηγορίες, ορίστηκαν κριτήρια, τα οποία πρέπει να πληροί ένα έργο ώστε να χαρακτηριστεί πλήρες. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1 τα κριτήρια πλήρους οικοδόμησης είναι τρία (Α, Β, Γ) για το ελληνικό δείγμα και δυο (Α, Β) για το γαλλικό, και αυτό γιατί στην έρευνα που διεξήχθη στη Γαλλία, δεν διδάχτηκε το χρώμα στα μηνύματα. Η κατανομή των έργων στις παραπάνω κατηγορίες έγινε με καταμέτρηση του αριθμού των κριτηρίων που πληρούσε κάθε έργο. Επιπλέον, για να πληρούνται τα κριτήρια Α και Β, πρέπει να πληρούνται και τα δυο τους σκέλη, δηλαδή τόσο η θέση στην οποία βρίσκεται η εντολή μήνυμα, όσο και ο χαρακτήρας στο πρόγραμμα του οποίου αυτή χρησιμοποιείται.

Πίνακας 1. Κριτήρια πλήρους οικοδόμησης της έννοιας των μηνυμάτων

Νηπιαγωγείο (5-6 ετών)	**Α΄Δημοτικού (6-7 ετών)**
Α.Η εντολή «στέλνω μήνυμα» βρίσκεται ως 4η εντολή στο σενάριο προγραμματισμού του χαρακτήρα του βάτραχου. **Β**. Η εντολή «ανοίγω μήνυμα» τοποθετείται στην αρχή του σεναρίου του ανθρώπινου χαρακτήρα **Γ.** Οι δύο παραπάνω εντολές μηνυμάτων έχουν το ίδιο χρώμα	**Α**. Η εντολή «στέλνω ένα μήνυμα» εμφανίζεται τέταρτη κατά σειρά στο σενάριο του χαρακτήρα παιδιού. **Β.** Η εντολή «λαμβάνω ένα μήνυμα» βρίσκεται στην αρχή του σεναρίου του χαραχτήρα πεταλούδα.

Στον Πίνακα 2 διακρίνονται οι περιπτώσεις που απαντώνται σε κάθε δείγμα και πως αυτές κατανέμονται στις παραπάνω κατηγορίες. Τα κριτήρια που αναφέρονται σε κάθε κατηγορία είναι αυτά που πληρούνται κάθε φορά. Για παράδειγμα στη μερική οικοδόμηση για το ελληνικό δείγμα συναντάμε δυο περιπτώσεις, μια στην οποία πληρούνται τα κριτήρια Α και Γ και μία στην οποία πληρούνται τα Β και Γ. Η στήλη «Αριθμός» αντιστοιχεί στον αριθμό των μαθητών κάθε κατηγορίας.

Πίνακας 2. Τύποι οικοδόμησης της γνώσης

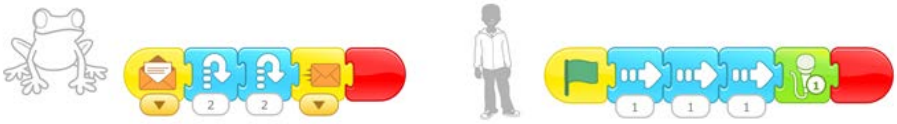
Τύποι οικοδόμησης	Παιδιά 5-6 ετών	Αριθμός	Παιδία 6-7 ετών	Αριθμός
Πλήρης	Α & Β & Γ	6	Α & Β	8
Μερική	Α & Γ	2	Β	3
	Β & Γ	1		
Ατελής	Γ	1	__	1
Σύνολο	__	10	__	12

Ανάλυση έργων και βιντεοσκοπήσεων

Σχολείο Ελλάδας

Αναλύοντας τα βίντεο των σωστών έργων, η μόνη παρατήρηση στην οποία αξίζει να αναφερθούμε και εμπίπτει στα έργα της ελληνικής μελέτης περίπτωσης, είναι το γεγονός ότι τα παιδιά επέλεγαν και εισήγαγαν ως αρχική εντολή στο σενάριο του ανθρώπου, αυτή της πράσινης σημαίας και όχι την εντολή «ανοίγω μήνυμα». Μετά από δοκιμή των σεναρίων και αφού αυτά δεν «έτρεχαν» διαδοχικά, κατανοούσαν το λάθος τους και το διόρθωναν. Η περίπτωση αυτή ανταποκρίνεται στα 5 από τα 6 παιδιά που εκτέλεσαν σωστά το έργο αξιολόγησης. Η ανάλυση των βίντεο των έργων μερικής και ατελούς οικοδόμησης δίνει τα παρακάτω αξιοσημείωτα λάθη των παιδιών κατά τη διάρκεια επίλυσης του προβλήματος: α) Αντίθετη χρήση εντολών μηνυμάτων («στέλνω μήνυμα» στο σενάριο του ανθρώπου & «ανοίγω μήνυμα» στο σενάριο του βάτραχου), β) Τοποθέτηση εντολής «στέλνω μήνυμα» σε λανθασμένη θέση μέσα στο σενάριο του βάτραχου, γ) Διαφορετικά χρώματα μηνυμάτων και δ) Τοποθέτηση δύο εντολών μηνυμάτων σε ένα σενάριο. Αξίζει στο σημείο αυτό να αναφέρουμε το γεγονός ότι τα παιδιά ενώ επαναλάμβαναν τη διατύπωση του προβλήματος, όπως την διατύπωνε και η ερευνήτρια, δεν προέβαιναν στις κατάλληλες ενέργειες. Δεν υπήρχε δηλαδή σύνδεση σκέψης/λόγου και πράξης. Στο Σχήματα 1 και 2 δίνονται παραδείγματα σεναρίων πλήρους και ατελούς οικοδόμησης της έννοιας των μηνυμάτων.

Σχήμα 1. Παράδειγμα σεναρίου πλήρους οικοδόμησης



Σχήμα 2. Παράδειγμα σεναρίου ατελούς οικοδόμησης

Σχολείο Γαλλίας

Αναλύοντας αφενός τις βιντεοσκοπημένες προσπάθειες των παιδιών για την επίλυση του κοινού προβλήματος αξιολόγησης και αφετέρου τα τελικά τους έργα, μπορούμε να συγκεντρώσουμε τα εξής συμπεράσματα, αναφορικά με την έννοια των μηνυμάτων και τον βαθμό κατανόησής της από τα παιδιά. Σε ένα πρώτο στάδιο αξίζει να αναφερθούμε στις διαφορετικές στρατηγικές που αναπτύσσουν τα παιδιά προκειμένου να δώσουν λύση στο πρόβλημα που τους τέθηκε. Η ομάδα παιδιών που επιλύει σωστά το πρόβλημα διακρίνεται από το γεγονός ότι ακολουθεί μια συγκεκριμένη πορεία όσον αφορά τον προγραμματισμό των δυο χαρακτήρων με χρήση των μηνυμάτων. Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά που επιλύουν σωστά το πρόβλημα, οκτώ στον αριθμό, ξεκινούν πάντα από τον προγραμματισμό του χαρακτήρα «παιδί» στον οποίο προσθέτουν την εντολή «στέλνω ένα μήνυμα» και μετά περνούν στον χαρακτήρα «πεταλούδα», του οποίου το πρόγραμμα εκκινούν με την εντολή «ανοίγω μήνυμα». Αυτή η πορεία επίλυσης προβλήματος πιθανολογούμε ότι φανερώνει τη συλλογιστική πορεία των παιδιών, αναφορικά με το πώς διαδραματίζεται τελικά η ανταλλαγή των μηνυμάτων μεταξύ δυο χαρακτήρων. Είναι πιθανό δηλαδή να έχουν κατανοήσει την σειρά με την οποία εκτελείται η ανταλλαγή μηνυμάτων και άρα και την λογική του ότι η εντολή «στέλνω ένα μήνυμα» δεν θα μπορούσε παρά να προηγείται της εντολής «ανοίγω μήνυμα». Δεδομένου ότι στο λογισμικό ScratchJr οι χαρακτήρες εκτελούν ταυτόχρονα τα σενάριά τους, μπορούμε να πούμε ότι οι μαθητές κάνουν σωστή χρήση του μηχανισμού των μηνυμάτων, καθώς καθορίζουν οι ίδιοι τη σειρά με την οποία θα εκκινήσουν τα σενάριά τους οι δυο χαρακτήρες. Αυτό προϋποθέτει να έχουν κατανοήσει πως γίνεται η ταυτόχρονη εκκίνηση των σεναρίων δύο χαρακτήρων, δηλαδή τη λειτουργία της πράσινης σημαίας και να έχουν επιλύσει τη γνωστική σύγκρουση αναφορικά με τον τρόπο εκκίνησης ενός σεναρίου. Πρέπει δηλαδή να έχουν αντιληφθεί ότι όταν χρησιμοποιούν τον μηχανισμό των μηνυμάτων, ο χαρακτήρας που ξεκινά πρώτος έχει στην αρχή του προγράμματός του την πράσινη σημαία και είναι αυτός που στέλνοντας το μήνυμα στον δεύτερο θα καθορίσει τη χρονική στιγμή εκκίνησης του σεναρίου του. Θα πρέπει επίσης να έχουν αντιληφθεί ότι ο δεύτερος χαρακτήρας ξεκινά το σενάριό του με την εντολή «ανοίγω μήνυμα» και όχι με την πράσινη σημαία (γνωστική σύγκρουση). Στη συνέχεια συναντάμε μια ομάδα παιδιών, τέσσερα στον αριθμό (C, E, Y & H), που οικοδομούν μερικώς ή και ατελώς την έννοια των μηνυμάτων. Η συγκεκριμένη ομάδα παιδιών μας βοηθά να αντιληφθούμε τα σημεία στα οποία έγκεινται οι δυσκολίες για την κατανόηση της έννοιας, καθώς φωτίζει τις παρερμηνείες και τα λάθη. Όπως άλλωστε γνωρίζουμε, τα λάθη στην εκπαιδευτική διαδικασία τροφοδοτούν τον εκπαιδευτικό με σημαντικές πληροφορίες, σχετικά με τον τρόπο σκέψης του μαθητή. Εδώ, λοιπόν, διαπιστώνουμε ότι τα δυο από αυτά τα παιδιά (C & E), ενώ χρησιμοποιούν σωστά την εντολή «ανοίγω μήνυμα», εντούτοις δυσκολεύονται στη χρήση της εντολής «στέλνω μήνυμα». Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά κάνουν λάθος, είτε στη θέση στην οποία τοποθετούν την εντολή, είτε στον χαρακτήρα στον οποίο την χρησιμοποιούν. Πιθανολογούμε στο σημείο αυτό ότι η μορφολογία της εντολής «ανοίγω μήνυμα» είναι τέτοια που τα καθοδηγεί

σε ότι αφορά τη θέση της στο σενάριο του χαρακτήρα. Οι C και E χρησιμοποιούν επίσης την εντολή «στέλνω μήνυμα» και στους δυο χαρακτήρες. Η C και ο Y μάλιστα δημιουργούν ζεύγος με τις εντολές «στέλνω μήνυμα» και «ανοίγω μήνυμα» και τις τοποθετούν στην αρχή του σεναρίου του ενός (C) ή και των δυο χαρακτήρων(Y). Συναντάμε όμως και μια μικρή ομάδα παιδιών (H & Y) που δεν χρησιμοποιούν καν την μια από τις δυο εντολές. Η μαθήτρια Η δεν χρησιμοποιεί καθόλου την εντολή «στέλνω μήνυμα» στο έργο της, ενώ ο μαθητής Υ χρησιμοποιεί την εντολή «ανοίγω μήνυμα» κατά τη διάρκεια της βιντεοσκόπησης, αλλά στο τέλος επιλέγει να την αφαιρέσει τελείως από το έργο του. Υπάρχουν επίσης δυο παιδιά, ο Ε και η Η που αλλάζουν το χρώμα των μηνυμάτων, παρόλο που κάτι τέτοιο δεν είχε διδαχτεί από την ερευνήτρια. Στα Σχήματα 3 και 4 δίνονται παραδείγματα σεναρίων πλήρους και ατελούς οικοδόμησης της έννοιας των μηνυμάτων.

Σχήμα 3. Παράδειγμα σεναρίου πλήρους οικοδόμησης

Σχήμα 4. Παράδειγμα σεναρίου ατελούς οικοδόμησης

Συζήτηση

Στην παρούσα έρευνα γίνεται μια προσπάθεια κατανόησης του τρόπου με τον οποίο μικρά παιδιά (5 - 7 ετών) οικοδομούν την έννοια του «μηνύματος « στο ScratchJr. Η έρευνα έλαβε χώρα σε δύο σχολεία (νηπιαγωγείο και δημοτικό) και εξετάζει, χωρίς όμως να συγκρίνει, τις ιδιαιτερότητες των δύο διδακτικών καταστάσεων. Στόχος της ήταν αφενός η μελέτη της οικοδόμησης μιας προγραμματιστικής έννοιας «μήνυμα», και η κατανόηση των λαθών που κάνουν τα παιδιά για την έννοια αυτή. Λόγω του ποιοτικού της χαρακτήρα, δεν έγιναν συγκρίσεις ανάμεσα στις δύο ομάδες, ενώ οι διδακτικές συνθήκες προσαρμόστηκαν στις εκάστοτε καταστάσεις και δεν έγινε προσπάθεια ομογενοποίησης. Ανακεφαλαιώνοντας, όπως φαίνεται από την ανάλυση των βιντεοσκοπήσεων και των τελικών έργων, μαθητές προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας (5-7 ετών), σε εν γένει διαφορετικές συνθήκες εργασίας, μπορούν να κατανοήσουν την έννοια των μηνυμάτων και να την χρησιμοποιήσουν λειτουργικά για να επιλύσουν ένα πρόβλημα που τους δίνεται. Σημαντικό είναι, επίσης, να τονίσουμε ότι στο πλαίσιο του επαναληπτικού χαραχτήρα της βασισμένης στο σχεδιασμό ερευνητικής μεθοδολογίας, οι διδακτικές προτάσεις που αναφέρονται παραπάνω καλό θα ήταν να αξιολογηθούν εκ νέου με στόχο την περαιτέρω βελτίωσή τους. Ενδέχεται, επίσης, η χρήση ενός μεγαλύτερου δείγματος να εξασφαλίσει πιο αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα, τα οποία μας στερεί το μικρό δείγμα που είχαμε στη διάθεσή μας.

Αναφορές

Ben-Ari, M. (1996). *Understanding programming languages*. John Wiley & Sons, Inc.

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο.

DALIE επίσημη ιστοσελίδα (χ.χ.ε.). http://www.unilim.fr/dalie.

Olabe, J. C., Basogain, X., Olabe, M., (2015). HelloScratchJr.org: Curricular Design and Assessment Tools to Foster the Integration of ScratchJr and Computational Thinking into K-2 Classrooms, *in Proceedings of 7th international Scratch conference*, August 12-15, 2015, Amsterdam, pp. 31-41.

Papadakis, S., Kalogiannakis, M. and Zaranis, N. (2016) 'Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: a case study', *Int. J. Mobile Learning and Organisation*, Vol. 10, No. 3, pp.187–202.

Portelance, D. J. (2015). *Code and Tell: An exploration of peer interviews and computational thinking with ScratchJr in the early childhood classroom*. Tufts University. Retrieved from https://ase.tufts.edu/DevTech/resources/Theses/DPortelance_2015.pdf.

Portelance, D. J., Strawhacker, A. L., & Bers, M. U. (2015). Constructing the ScratchJr programming language in the early childhood classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-16. http://doi.org/10.1007/s10798-015-9325-0.

Resnick, M., Kazakoff, E. R., Bonta, P., Silverman, B., Bers, M. U., & Flannery, L. P. (2013). *Designing ScratchJr: Support for Early Childhood Learning Through Computer Programming (p. 10)*. New York, NY, USA. Retrieved from http://ase.tufts.edu/DevTech/publications/scratchjr_idc_2013.pdf.

ScratchJr επίσημη ιστοσελίδα (χ.χ.ε.). http://www.scratchjr.org.

ScratchJr (ομάδα δημιουργίας του περιβάλλοντος). *ScratchJr: Computer programming in early childhood education as a pathway to academic readiness and success*. Retrieved from http://web.media.mit.edu/~mres/proposals/ScratchJr-draft.pdf.

Scratch wiki (χ.χ.ε.). *Scratch Jr*. http://wiki.scratch.mit.edu/wiki/ScratchJr.

Touloupaki, S., Baron, G.-L. (2015) *Programmation à l'école primaire? Une approche exploratoire en cycle 2, In actes provisoires du colloque eTIC2*. Reterived 30th July from http://colloque-etic.fr/media/pdf/24.pdf.

Παράρτημα

Πρόβλημα αξιολόγησης

Ελλάδα

Το βατραχάκι θα πρέπει να ξεκινήσει πρώτο και να χοροπηδήσει 2 φορές. Μετά ειδοποιεί τον άνθρωπο να ξεκινήσει. Ο άνθρωπος ξεκινάει να πλησιάζει το βατραχάκι και του λέει «γεια σου βατραχάκι». Αφού τελειώσει ο άνθρωπος, το βατραχάκι συνεχίζει και χοροπηδάει άλλη μία φορά και κάνει «κουάξ κουάξ».

Γαλλία

Ένα παιδί κινείται μέχρι να φτάσει στο κέντρο του κύκλου στα αριστερά του. Μόλις το παιδί φτάσει στο εσωτερικό του κύκλου, η πεταλούδα ξεκινάει να κατεβαίνει μέχρι να ακουμπήσει στο χορτάρι που βρίσκεται κάτω από το δέντρο.

Σχήμα 5. Σκηνή προβλήματος αξιολόγησης (Γαλλία)

ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ 2

Διδακτική και Διδασκαλία Προγραμματισμού και Ρομποτικής

Προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών στους αλγόριθμους ταξινόμησης. Ποιον αλγόριθμο επινοούν;

Ευριπίδης Βραχνός, Αθανάσιος Τζιμογιάννης
evrachnos@gmail.com, ajimoyia@uop.gr
Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Περίληψη

Η ταξινόμηση αποτελεί ένα από τα θεμελιώδη προβλήματα της επιστήμης της Πληροφορικής. Οι αλγόριθμοι ταξινόμησης χρησιμοποιούνται ως εισαγωγικά παραδείγματα σε μαθήματα ανάλυσης και σχεδίασης αλγορίθμων. Σύμφωνα με τη θεωρία του εποικοδομισμού η νέα γνώση χτίζεται πάνω σε προϋπάρχουσα γνώση ή στις εμπειρίες που έχουν οι μαθητές, οπότε η διερεύνηση των προϋπαρχουσών γνώσεων και αναπαράστασεων των μαθητών είναι πολύ χρήσιμη για το σχεδιασμό διδακτικών στρατηγικών. Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα μιας έρευνας που έγινε σε μαθητές λυκείου στους οποίους δόθηκε ένα πρόβλημα ταξινόμησης και τους ζητήθηκε να καταγράψουν στο χαρτί τον αλγόριθμο με τον οποίο θα τοποθετήσουν ένα σύνολο αριθμών στη σειρά. Ο αλγόριθμος ευθείας ανταλλαγής που διδάσκεται στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση χρησιμοποιήθηκε μόλις από το 4% των μαθητών σε αντίθεση με τον αλγόριθμο εισαγωγής που «επινόησε» η πλειοψηφία των μαθητών.

Λέξεις κλειδιά: αλγόριθμοι ταξινόμησης, προϋπάρχουσα γνώση, Διδακτική της Πληροφορικής

Εισαγωγή

Η διδασκαλία του προγραμματισμού υπολογιστών και της αλγοριθμικής σχεδίασης συνιστούν ένα έργο με ιδιαίτερες δυσκολίες. Πολλοί μαθητές, ακόμη και φοιτητές, δεν μπορούν να σχεδιάσουν ολοκληρωμένα και λογικά ορθά προγράμματα ακόμη και μετά από πολλά μαθήματα στον προγραμματισμό (De Raadt, 2007; Robins et al., 2003; Κόμης & Τζιμογιάννης, 2006; Τζιμογιάννης, 2005). Ένας από τους λόγους που οι αρχάριοι προγραμματιστές συναντούν τόσες δυσκολίες, είναι οι αφηρημένες αλγοριθμικές έννοιες που πρέπει να διαχειριστούν, οι οποίες έχουν μικρή σχέση με τα αντικείμενα της καθημερινότητας.

Σύμφωνα με την εποικοδομιστική προσέγγιση (Ben-Ari, 2001), οι μαθητές πριν ακόμα διδαχθούν κάποιο αντικείμενο διαθέτουν ήδη κάποιες γνώσεις ή εμπειρίες σχετικά με αυτό. Η μάθηση συνίσταται στην τροποποίηση ή επέκταση των γνώσεων και συνεπώς εξαρτάται άμεσα από τις προϋπάρχουσες γνώσεις. Ο σχεδιασμός των διδακτικών στρατηγικών που θα πρέπει να ακολουθηθούν έτσι ώστε να διευκολυνθούν οι μαθητές στην πρόσκτηση νέων γνώσεων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών στο γνωστικό αντικείμενο της διδασκαλίας. Για να γίνει όμως αυτό θα πρέπει πρώτα να εντοπιστούν οι γνώσεις αυτές.

Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν πολλές έρευνες σχετικά με τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών και των φοιτητών σε έννοιες της Πληροφορικής. Οι περισσότερες εργασίες είναι σχετικά πρόσφατες και διερευνούν την προϋπάρχουσα γνώση που έχει κάποιος σε θέματα όπως ο κατανεμημένος προγραμματισμός (Kolikant, 2001; Lewandowski, 2007) και η ορθότητα (Kolikant, 2005) και η πολυπλοκότητα (McCartney, 2009) των αλγορίθμων. Η ομάδα του "Common sense computing" διενήργησε μια έρευνα (Simon et al., 2006) για τη διερεύνηση των πρότερων γνώσεων των μαθητών σχετικά με τους αλγόριθμους ταξινόμησης. Η εργασία αυτή είναι πολύ σχετική με τη δική μας δουλειά, η οποία αφορά

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

την αναγνώριση και διερεύνηση των προϋπαρχουσών γνώσεων των μαθητών σχετικά με τους αλγόριθμους ταξινόμησης. Δηλαδή αν ζητήσουμε από τους μαθητές να βάλουν στη σειρά κάποια αντικείμενα ποια στρατηγική θα ακολουθήσουν; Ποιόν αλγόριθμο θα «επινοήσουν» για να λύσουν αυτό το πρόβλημα;
Η έρευνα έγινε σε ένα δείγμα 108 μαθητών λυκείου και τα αποτελέσματα παρουσιάζουν αρκετό ενδιαφέρον. Οι μαθητές επινόησαν πολλούς γνωστούς αλγορίθμους για να λύσουν το πρόβλημα της ταξινόμησης χωρίς να τους έχουν διδαχθεί. Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών χρησιμοποίησε τους αλγορίθμους εισαγωγής και επιλογής για να ταξινομήσει μια σειρά αντικειμενών. Ελαχιστοι μαθητές χρησιμοποίησαν τον αλγόριθμο ευθείας ανταλλαγής που διδάσκεται στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, κάτι που δείχνει ότι ο αλγόριθμος αυτός δεν προκύπτει από τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών. Αυτό το αποτέλεσμα αποτελεί μια εξήγηση για τη δυσκολία που έχουν οι μαθητές στην κατανόηση της λειτουργίας του συγκεκριμένου αλγορίθμου ταξινόμησης (Astrachan, 2003; Βραχνός & Τζιμογιάννης 2014).
Τα αποτελέσματα της έρευνας θεωρούμε ότι είναι χρήσιμα για τη διάρθρωση του προγράμματος σπουδών εισαγωγικών μαθημάτων αλγορίθμων και προγραμματισμού στην ενότητα της ταξινόμησης, αφού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιλογή των κατάλληλων αλγορίθμων ταξινόμησης που μπορούν να διδαχθούν οι μαθητές.

Θεωρητικό πλαίσιο

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολύ λίγες έρευνες σχετικά με τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών σε αλγόριθμους ταξινόμησης. Οι Simon et. al. (2006) εκπόνησαν μια έρευνα αντίστοιχη με τη δική μας. Στη συγκεκριμένη εργασία οι ερευνητές ζήτησαν από τους φοιτητές να περιγράψουν τον τρόπο με τον οποίο θα ταξινομούσαν μια σειρά από 10 αριθμούς σε αύξουσα σειρά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι περισσότεροι φοιτητές αντιμετώπισαν τους αριθμούς σαν συμβολοσειρές από ψηφία και έκαναν συγκρίσεις ψηφίο-ψηφίο, ομαδοποιώντας τους αριθμούς σε δεκάδες, εκατοντάδες κλπ., σαν οργάνωση ευρετηρίου. Η δεύτερη πιο δημοφιλής μέθοδος ήταν ο αλγόριθμος επιλογής (selection sort). Άλλοι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν από μαθητές ήταν ο αλγόριθμος εισαγωγής (insertion sort) και σε λίγες περιπτώσεις ο αλγόριθμος ευθείας ανταλλαγής (bubble sort).
Τα αποτελέσματα που θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια είναι κάπως διαφορετικά από τα αποτέλεσματα της έρευνας των Simon et al. (2006), στην οποία οι συγγραφείς δεν όρισαν το σύνολο των επιτρεπτών κινήσεων-εντολών που μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν οι φοιτητές, δίνοντάς τους έτσι απόλυτη ελευθερία κινήσεων.
Αποτέλεσμα αυτής της ελευθερίας που δόθηκε στους φοιτητές ήταν, πολλές από τις απαντήσεις να μη «δείχνουν» κάποιον γνωστό αλγόριθμο ταξινόμησης, ή κάποιον αλγόριθμο ταξινόμησης που να είναι αποδεκτός από το υπολογιστικό μοντέλο που χρησιμοποιούμε. Για παράδειγμα, ένας φοιτητής μπορεί να απαντήσει ότι με μια ματιά βρίσκει αμέσως το μικρότερο στοιχείο. Δεν μας λέει όμως με ποια διαδικασία έγινε αυτό, δηλαδή με ποια συγκεκριμένα βήματα, άρα δεν μπορούμε να ταυτοποιήσουμε με βεβαιότητα τον αλγόριθμο ταξινόμησης που χρησιμοποίησε.
Το σύνολο των επιτρεπτών εντολών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ορίζει τη νοητή μηχανή που προγραμματίζουμε για την επίλυση του προβλήματος. Η πρώτη αναφορά στην έννοια της νοητής μηχανής (notional machine) έγινε από τον Du Boulay (1986). Σύμφωνα με τον Du Boulay, η νοητή μηχανή περικλείει το σύνολο των γενικών χαρακτηριστικών που έχει η μηχανή στην οποία προγραμματίζουμε τη λύση ενός προβλήματος. Στη δική μας έρευνα η νοητή μηχανή την οποία προγραμματίζουν οι μαθητές προκύπτει έμμεσα από την εκφώνηση του προβλήματος που τους δόθηκε:

Σας δίνουν 20 κλειστούς φακέλους. Σε κάθε έναν από αυτούς υπάρχει ένα χαρτί με έναν αριθμό γραμμένο πάνω σε αυτό. Σας ζητείται να βάλετε τους φακέλους σε αύξουσα σειρά (δηλαδή από το μικρότερο στο μεγαλύτερο) με βάση τα νούμερα αυτά. Μπορείτε να ανοίξετε κάθε φάκελο όσες φορές θέλετε αλλά μπορείτε να έχετε ανοιχτούς την ίδια στιγμή το πολύ δύο φακέλους και να βλέπετε τι έχουν μέσα. Μετά τους κλείνετε πάλι και τους τοποθετείτε όπου εσείς κρίνετε. Να περιγράψετε όσο πιο αναλυτικά μπορείτε τον αλγόριθμο με τον οποίο θα βάλετε τους φακέλους στη σειρά.

Στη δική μας νοητή μηχανή οι φάκελοι παίζουν το ρόλο των μεταβλητών και οι αριθμοί το ρόλο του περιεχομένου των μεταβλητών. Το άνοιγμα ενός φακέλου μοντελοποιεί την προσπέλαση στη μνήμη της αντίστοιχης μεταβλητής. Επειδή κάθε φορά μπορεί να συγκριθούν μόνο δύο στοιχεία, θέσαμε τον περιορισμό των δύο ανοικτών φακέλων για κάθε βήμα του αλγορίθμου, ώστε να υποχρεώσουμε τους μαθητές να συγκρίνουν μόνο δύο αντικείμενα κάθε φορά.

Οι βασικοί κανόνες-περιορισμοί που θέσαμε έμμεσα στους μαθητές είναι οι εξής:

- Την ίδια στιγμή μπορούν να έχουν ανοικτούς το πολύ δύο φακέλους
- Αφού δουν το περιεχόμενο ενός φακέλου τον ξανακλείνουν και τον τοποθετούν πάλι στη θέση του, εκτός αν θέλουν να τον μετακινήσουν σε άλλο σημείο.

Επίσης, επιτρέψαμε στους μαθητές να τοποθετούν τους φακέλους όπου ήθελαν στο τραπέζι. Αυτή η απόφαση αποδείχθηκε κρίσιμη διότι όπως θα δούμε στην ανάλυση των αποτελεσμάτων, πολλοί μαθητές επινόησαν αναδρομικούς αλγόριθμους όπως η Merge Sort και η Quicksort οι οποίοι χρειάζονται πολλούς πίνακες. Η υλοποίηση πάνω στον ίδιο πίνακα (on-the-fly) είναι αρκετά δύσκολη για αρχάριους προγραμματιστές και δεν προσφέρει κάτι σημαντικό στην κατανόηση της λειτουργίας του αλγόριθμου. Είναι θέμα βέλτιστης χρήσης της μνήμης. Επίσης οι on-the-fly αλγόριθμοι δεν είναι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή συχνά, διότι στο φυσικό κόσμο δεν έχουμε τους περιορισμούς στη μνήμη που μας επιβάλλει η αρχιτεκτονική των υπολογιστών. Είναι συνηθισμένο όταν βάζουμε στη σειρά μια ομάδα από αντικείμενα να τοποθετούμε τα ταξινομημένα ξεχωριστά από τα υπόλοιπα και όχι δίπλα τους. Αυτό το είδαμε και στην παρούσα έρευνα. Η τοποθέτηση των ταξινομημένων αντικειμένων σε ξεχωριστή περιοχή υποδηλώνει τη χρήση δεύτερου πίνακα, αν προσπαθήσουμε να μεταφράσουμε το πρόγραμμα της νοητής μηχανής σε μια συμβατική γλώσσα προγραμματισμού.

Μεθοδολογία της έρευνας

Η έρευνα έλαβε χώρα τον Ιανουάριο του 2014 και συμμετείχαν 106 μαθητές του Ζάννειου Πειραματικού Λυκείου Πειραιά που είχαν επιλέξει το μάθημα της Πληροφορικής.

Πίνακας 1. Κατανομή των μαθητών του δείγματος

Τάξη	Μαθητές	Κατεύθυνση	Μαθητές
Α′ Λυκείου	39		
Β′ Λυκείου	35		
Γ′ Λυκείου	32	Θεωρητική	15
		Θετική	10
		Τεχνολογική 1	4
		Τεχνολογική 2	3
Σύνολο	106		

Οι μαθητές της Α′ και της Β′ Λυκείου είχαν διδαχθεί κάποιες βασικές έννοιες προγραμματισμού όπως αυτές της μεταβλητής και της δομής επιλογής, αλλά δεν είχαν

ακόμα φτάσει στη δομή επανάληψης και στους πίνακες. Επίσης δεν είχαν έρθει σε επαφή με κανέναν αλγόριθμο ταξινόμησης. Το ίδιο ίσχυε και για όλους τους μαθητές της Γ΄ τάξης εκτός από τέσσερις (4) μαθητές του κύκλου Πληροφορικής και Υπηρεσιών της τεχνολογικής κατεύθυνσης οι οποίοι είχαν ήδη διδαχθεί τον αλγόριθμο ευθείας ανταλλαγής. Η κατανομή των μαθητών ανά τάξη και κατεύθυνση φαίνεται στον Πίνακα 1.
Στους μαθητές δόθηκε το πρόβλημα που αναφέρθηκε παραπάνω και τους ζητήθηκε να περιγράψουν τα βήματά του όσο πιο αναλυτικά γίνεται και όχι να δώσουν μόνο την ιδέα του αλγορίθμου.
Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα αυτής της έρευνας είναι τα παρακάτω:

- Πως αντιλαμβάνονται οι μαθητές τη διαδικασία της ταξινόμησης;
- Με ποια μέθοδο / αλγόριθμο ταξινομούν οι μαθητές μια σειρά από αντικείμενα;
- Πως περιγράφουν οι μαθητές τα βήματα ενός αλγορίθμου;
- Πως περιγράφουν/κωδικοποιούν μια επαναληπτική διαδικασία;

Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της έρευνας.

Πίνακας 2. Απαντήσεις των μαθητών ανά τάξη

α/α	Απάντηση	Κατανομή Απαντήσεων ανά τάξη			
		Α΄ Τάξη	**Β΄ Τάξη**	**Γ΄ Τάξη**	**Σύνολο**
1	Δεν απάντησαν	3	6		9
2	Ταξινόμηση Εισαγωγής	23	12	20	55
3	Ταξινόμηση Επιλογής	4	9	5	18
4	Ταξινόμηση Συγχώνευσης	3	6	3	12
5	Ταξινόμηση Φυσαλίδας			4	4
6	Γρήγορη Ταξινόμηση	3	2		5
7	Ταξινόμηση με χρήση Ευρετηρίου	3			3

Το 55% των μαθητών επινόησε τον αλγόριθμο ταξινόμησης εισαγωγής, το 18% τον αλγόριθμο επιλογής και το 12% τον αλγόριθμο συγχώνευσης. Τον αλγόριθμο της φυσαλίδας τον χρησιμοποίησαν μόλις 4 μαθητές από τους οποίους όμως οι 3 ήταν μαθητές της τεχνολογικής κατεύθυνσης οπότε τον είχαν διδαχθεί και αυτό φάνηκε από το γεγονός ότι έδωσαν αλγόριθμο με τη μορφή ψευδογλώσσας.
Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι οι περισσότερες απαντήσεις των μαθητών εξετάστηκαν με αρκετή επιείκεια όσον αφορά τη σαφήνεια και την αυστηρότητα διατύπωσης των αλγορίθμων που πρότειναν. Αυτό έγινε επειδή μας ενδιέφερε κυρίως να διακρίνουμε το είδος του αλγορίθμου και όχι να σταθούμε σε συντακτικά ή εκφραστικά λάθη. Με άλλα λόγια ήμασταν αρκετά ελαστικοί όσον αφορά την παραβίαση των κριτηρίων της αποτελεσματικότητας και της καθοριστικότητας των αλγορίθμων των μαθητών.

Ταξινόμηση εισαγωγής (Insertion sort)

Περισσότεροι από τους μισούς μαθητές χρησιμοποίησαν τον αλγόριθμο ταξινόμησης εισαγωγής. Παραθέτουμε και σχολιάζουμε κάποιες χαρακτηριστικές απαντήσεις μαθητών:
Παίρνω τους δύο πρώτους και τους βάζω στη σειρά. Στη συνέχεια παίρνω τον 3ο και τον τοποθετώ στη σωστή θέση (πρώτο, τελευταίο ή ανάμεσα στους 2). Κάνω το ίδιο για τους υπόλοιπους αριθμούς τοποθετώντας κάθε φορά τον επόμενο στη σωστή θέση.

Η δομή αυτής της απάντησης είναι και η πιο συνηθισμένη που είδαμε. Δηλαδή οι μαθητές περιγράφουν τα 2-3 πρώτα βήματα και τελειώνουν με μια φράση όπως «κ.ο.κ», «ομοίως» κλπ. Δεν δίνουν δηλαδή τον αλγόριθμο στη μορφή που γνωρίζουμε χρησιμοποιώντας τις γνωστές δομές ακολουθίας, επιλογής και επανάληψης, αλλά με ελεύθερο κείμενο στο οποίο ωστόσο είναι διακριτή η βασική ιδέα του αλγορίθμου.

Επίσης είναι φανερό ότι η μαθήτρια που έδωσε την παραπάνω απάντηση έχει χωρίσει τους φακέλους σε δύο ομάδες, τους ταξινομημένους και τους μη ταξινομημένους. Κάθε φορά παίρνει έναν φάκελο από το αρχικό σύνολο και το τοποθετεί στη σωστή θέση μεταξύ των ταξινομημένων φακέλων, μέχρι να τους τοποθετήσει όλους. Δεν το αναφέρει ρητά γιατί μάλλον το θεωρεί αυτονόητο. Αυτό είναι πιο ξεκάθαρο στην παρακάτω απάντηση μαθητή:

Χωρίζω τους φακέλους σε δύο ομάδες, αυτούς που είναι ταξινομημένοι και αυτούς που δεν είναι. Κάθε φορά παίρνω έναν από το πάνω μέρος της στοίβας των μη ταξινομημένων και τον βάζω στη σωστή θέση στους ταξινομημένους.

Στην παραπάνω απάντηση φαίνεται ξεκάθαρα η τάση που έχουν οι μαθητές να ομαδοποιούν τα αντικείμενα κατά την ταξινόμηση σε δύο σύνολα, τα ταξινομημένα και τα μη ταξινομημένα. Βαθμιαία αφαιρούν ένα στοιχείο από το αρχικό σύνολο και το εισάγουν στο ήδη ταξινομημένο σύνολο αφού πρώτα βρουν τη θέση του.

Βάζω τον πρώτο φάκελο στο κέντρο. Αν ο επόμενος είναι μεγαλύτερος τον βάζω δεξιά και αν είναι μικρότερος αριστερά. Αφήνω αρκετή απόσταση ώστε να χωρέσουν και άλλοι φάκελοι αν υπάρχουν μεταξύ αυτών που έχω ήδη βάλει. Επαναλαμβάνω τη διαδικασία μέχρι να τελειώσουν οι φάκελοι.

Η παραπάνω προσέγγιση αποτελεί ένα ακόμα παράδειγμα του περιορισμού της εφευρετικότητας και της φαντασίας των μαθητών που επιτελείται από τη διδασκαλία του προγραμματισμού μέσα σε συγκεκριμένο πλαίσιο με αυστηρούς κανόνες. Οι μαθητές που δεν είχαν διδαχθεί προγραμματισμό παρουσίασαν πρωτότυπες λύσεις οι οποίες δεν περιορίζονται από τους κανόνες που θέτει μια εκπαιδευτική γλώσσα προγραμματισμού. Η ικανότητα των μαθητών να επανεφεύρουν τον τρόχο ήταν εντυπωσιακή.

Ο παραπάνω αλγόριθμος ενώ παραπέμπει στη βασική ιδέα του αλγόριθμου εισαγωγής δεν ταυτίζεται με αυτόν. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι μια παραλλαγή του η οποία είναι σχεδιασμένη για ένα φυσικό νοητό μοντέλο υπολογισμού, το οποίο περιλαμβάνει τις κινήσεις που μπορεί να κάνει κάποιος σε ένα τραπέζι με απεριόριστη επιφάνεια. Η μεταφορά αυτού του αλγόριθμου σε μια γλώσσα προγραμματισμού δεν είναι τόσο απλή υπόθεση, ειδικά αν δεν έχουμε αρκετή μνήμη.

Ταξινόμηση επιλογής (Selection sort)

Ο δεύτερος πιο δημοφιλής αλγόριθμος που επινοήθηκε από τους μαθητές για την επίλυση του προβλήματος της ταξινόμησης ήταν ο αλγόριθμος επιλογής (selection sort).

Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ενώ αναμέναμε ότι αυτός θα ήταν ο δημοφιλέστερος αλγόριθμος, οι μαθητές μας διέψευσαν και προτίμησαν τον αλγόριθμο εισαγωγής. Η υπόθεσή μας βασιζόταν στο γεγονός ότι ο αλγόριθμος επιλογής είναι ο απλούστερος αλγόριθμος αφού αφορά μια επαναλαμβανόμενη εύρεση μεγίστου κάτι που καθιστά την υλοποίησή του αρκετά απλή και κατανοητή. Αυτό όμως ισχύει για το υπολογιστικό μοντέλο του υπολογιστή το οποίο διαφέρει από τη νοητή μηχανή που περιγράφει τις φυσικές κινήσεις που μπορούν να κάνουν οι μαθητές με τα χέρια τους. Ακολουθεί υποδειγματική απάντηση μαθητή:

Ανοίγουμε 2 φακέλους και κρατάμε το φάκελο με τον μεγαλύτερο αριθμό, ενώ τον άλλο τον βάζουμε πίσω στη στοίβα με τους άλλους που έχουμε ανοίξει. Το κάνουμε αυτό μέχρι να ανοιχτούν όλοι οι φάκελοι και να βρεθούν στη στοίβα. Αυτός που μένει στο χέρι μας είναι ο μεγαλύτερος. Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία και ο φάκελος που μένει στο χέρι μας είναι ο δεύτερος

μεγαλύτερος. Τον τοποθετούμε δίπλα στον πρώτο φάκελο. Επαναλαμβάνουμε άλλες 18 φορές. Στο τέλος όλοι οι φάκελοι θα είναι στη σειρά.

Η παραπάνω απάντηση περιγράφει αρκετά καλά τον αλγόριθμο επιλογής. Ωστόσο παρατηρούμε ότι και εδώ οι μαθητές αποθηκεύουν τους ταξινομημένους αριθμούς σε ξεχωριστή δομή. Αν για παράδειγμα υλοποιήσουμε τον παραπάνω αλγόριθμο με πίνακες θα χρειαστούμε δύο πίνακες. Έναν για τα αρχικά δεδομένα και έναν για τους ταξινομημένους αριθμούς.

Οι μαθητές έδωσαν και μερικές παραλλαγές της ταξινόμησης επιλογής. Σε μια από αυτές υπολογίζουν σε κάθε βήμα και το μέγιστο και το ελάχιστο στοιχείο του πίνακα και τοποθετούν το ένα στην αρχή και το άλλο στο τέλος του νέου πίνακα.

Αναδρομικοί αλγόριθμοι ταξινόμησης

Όταν σχεδιάζαμε αυτή την έρευνα δεν φανταζόμασταν ότι κάποιοι μαθητές θα πρότειναν αναδρομικούς αλγορίθμους όπως ο αλγόριθμος της συγχώνευσης και η γρήγορη ταξινόμηση. Η επιλογή που δόθηκε στους μαθητές να μπορούν να τοποθετούν τους φακέλους σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου θέλουν, βοήθησε στην ανάπτυξη αναδρομικών αλγορίθμων ταξινόμησης οι οποίοι χρειάζονται πολλούς βοηθητικούς πίνακες.

Ταξινόμηση συγχώνευσης (Merge sort)

Οι περιγραφές των μαθητών που πρότειναν αυτόν τον αλγόριθμο δεν είναι ιδιαίτερα ακριβείς, κυρίως λόγω της δυσκολίας περιγραφής του αναδρομικού βήματος και της συγχώνευσης των ταξινομημένων λιστών. Μια ενδεικτική απάντηση μαθητή είναι η παρακάτω:

Φτιάχνω 20 θέσεις στο χώρο τις οποίες χωρίζω στα δύο, δέκα δεξιά και δέκα αριστερά. Στη συνέχεια χωρίζω τους 10 πάλι σε ομάδες των 5 και τις πεντάδες σε δυάδες και τριάδες. Βάζω τις δυάδες και τις τριάδες στη σειρά και στη συνέχεια ενώνω αντίστροφα μέχρι να φτάσω στις δύο δεκάδες οπότε ενώνω κα αυτές.

Η παραπάνω περιγραφή παραπέμπει σε αλγόριθμο διαίρει και βασίλευε, αφού το πρόβλημα διαιρείται διαδοχικά σε απλούστερα προβλήματα. Η ιδέα μοιάζει αρκετά με αυτή της συγχώνευσης. Το μόνο πρόβλημα είναι η έλλειψη περιγραφής του βήματος της ένωσης των δύο ταξινομημένων λιστών. Αυτό που έχει σημασία είναι ότι ο μαθητής δείχνει να έχει καταλάβει πολύ καλά ότι η διαίρεση του προβλήματος οδηγεί σε απλούστερα προβλήματα.

Γρήγορη ταξινόμηση (QuickSort)

Η επινόηση της γρήγορης ταξινόμησης από κάποιους μαθητές ήταν αποτέλεσμα της σχετικής ελευθερίας κινήσεων που τους δόθηκε. Πέντε μαθητές (τρεις από την Α΄ Λυκείου) έδωσαν απαντήσεις οι οποίες έχουν αρκετά κοινά στοιχεία με το δημοφιλή αλγόριθμο της γρήγορης ταξινόμησης (QuickSort), με πιο χαρακτηριστικό το διαχωρισμό των αριθμών σε δύο λίστες με βάση την τιμή ενός στοιχείου του πίνακα. Οι αναδρομικές κλήσεις είναι πολύ δύσκολο να περιγραφούν σωστά από τους μαθητές και για αυτό είδαμε απαντήσεις όπως «κάνω το ίδιο και για τα δύο σύνολα», «επιλέγω πάλι έναν αριθμό κ.ο.κ.», «επαναλαμβάνω την ίδια διαδικασία» κλπ. Δηλαδή οι μαθητές προσπαθούν να περιγράψουν τα αναδρομικά βήματα με παρόμοιο τρόπο με τις επαναληπτικές διαδικασίες. Αυτό αποδεικνύει ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι η αναδρομή συνδέεται με την έννοια της επαναληπτικής διαδικασίας (Rinderknecht, 2014). Ακολουθεί μια περιγραφή της Quicksort από μαθητή της Α΄ Λυκείου.

Παίρνω στην τύχη ένα φάκελο και το βάζω στη μέση. Μετά ανοίγω όλους τους φακέλους έναν-έναν και αν είναι μικρότεροι τους βάζω αριστερά ενώ αν είναι μεγαλύτεροι δεξιά. Στη συνέχεια από τους

μικρότερους ανοίγω πάλι ένα στην τύχη και επαναλαμβάνω την ίδια διαδικασία. Το ίδιο και για τους μεγαλύτερους.

Ταξινόμηση ευθείας ανταλλαγής (Φυσαλίδας)

Ο αλγόριθμος ταξινόμησης φυσαλίδας προτάθηκε μόνο από 4 μαθητές, από τους οποίους οι 3 ήταν μαθητές της τεχνολογικής κατεύθυνσης που το είχαν ήδη διδαχθεί. Ουσιαστικά μόνο 1 στους 106 μαθητές σκέφτηκε να κάνει ταξινόμηση με αυτόν τον τρόπο. Οι αλγόριθμοι των τριών μαθητών ήταν γραμμένοι στην ψευδογλώσσα του σχολικού βιβλίου. Παρακάτω δίνουμε την απάντηση της μαθήτριας της θετικής κατεύθυνσης όπως δόθηκε σε ελεύθερο κείμενο:

1. *Τοποθετώ όλους τους φακέλους στη σειρά*
2. *Ανοίγω τον πρώτο και το δεύτερο φάκελο και τους συγκρίνω*
3. *Διαδικασία 1*
   Αν ο πρώτος είναι μικρότερος ή ίσος από το δεύτερο τους αφήνω όπως ήταν
   Αν ο δεύτερος είναι μικρότερος τους αλλάζω θέση
4. *Ανοίγω το δεύτερο και τον τρίτο φάκελο*
5. *Επαναλαμβάνω τη Διαδικασία 1 μέχρι τον τελευταίο φάκελο μέχρι οι αριθμοί να είναι στη σειρά*

Η περιγραφή της μαθήτριας μοιάζει αρκετά με φυσική γλώσσα κατά βήματα, αφού η παραπομπή στη Διαδικασία 1, δείχνει ουσιαστικά άλμα σε προηγούμενη εντολή.

Είναι φανερό λοιπόν ότι η ταξινόμηση φυσαλίδας δε συνάδει με τις αρχές του εποικοδομισμού, αφού είναι πολύ δύσκολο όχι μόνο να χτιστεί σε προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών αλλά και να συνδεθεί με εμπειρίες τους από την καθημερινή ζωή, αφού σχεδόν κανείς δεν πρόκειται να ταξινομήσει ένα σύνολο αντικειμένων με τα χέρια του χρησιμοποιώντας αυτόν τον αλγόριθμο. Αυτός ίσως να είναι ο βασικότερος λόγος που οι μαθητές δυσκολεύονται τόσο πολύ στην κατανόηση της λειτουργίας του.

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τη θεωρία του εποικοδομισμού η νέα γνώση χτίζεται πάνω σε προϋπάρχουσα γνώση και στις εμπειρίες που έχουν οι μαθητές από την καθημερινότητά τους. Για αυτό η μελέτη της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών για ένα αντικείμενο όπως οι αλγόριθμοι ταξινόμησης έχει πολύ μεγάλη σημασία για τις διδακτικές στρατηγικές που αναπτύσσουν οι διδάσκοντες.

Στους μαθητές δόθηκε ένα πρόβλημα το οποίο ήταν σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε οι επιτρεπτές κινήσεις που μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στο μοντέλο υπολογισμού των περισσότερων γλωσσών προγραμματισμού χωρίς όμως να περιορίζεται η φαντασία των μαθητών.

Τα αποτελέσματα είχαν αρκετό ενδιαφέρον και εν μέρει επαλήθευσαν την αρχική μας υπόθεση ότι ο αλγόριθμος ευθείας ανταλλαγής, γνωστός και ως αλγόριθμος ταξινόμησης της φυσαλίδας, είναι μια από τις χειρότερες επιλογές για την εισαγωγή των μαθητών στους αλγορίθμους. Ο αλγόριθμος αυτός παρότι διδάσκεται στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση χρησιμοποιήθηκε μόλις από το 4% των μαθητών σε αντίθεση με τους αλγορίθμους εισαγωγής και επιλογής που επινόησε η πλειοψηφία των μαθητών. Επίσης, πολλοί μαθητές χρησιμοποίησαν αναδρομικούς αλγορίθμους όπως η ταξινόμηση με συγχώνευση και η γρήγορη ταξινόμηση ως απόρροια της δυνατότητας να χρησιμοποιήσουν επιπλέον μνήμη.

Τα αποτελέσματα αυτά επαληθεύουν την υπόθεση ότι ο αλγόριθμος της ευθείας ανταλλαγής δεν προκύπτει φυσικά από τις εμπειρίες των μαθητών οπότε δεν μπορεί να χτιστεί πάνω σε προϋπάρχουσα γνώση. Για αυτό κατά τη διδασκαλία του παρουσιάζονται πολλά

προβλήματα (Geller & Dios, 1998; Nieminen, 2006; 2008; Simon et al., 2006; Βραχνός & Τζιμογιάννης 2014). Επίσης, επιβεβαιώνεται η τάση των μαθητών να καταχωρούν τα ταξινομημένα στοιχεία σε μια νέα βοηθητική δομή ξεχωρίζοντάς τα από τα μη ταξινομημένα, κάτι που ήταν πολύ εύκολο στο υπολογιστικό μοντέλο της νοητής μηχανής που ορίσαμε. Το μοντέλο αυτό επέτρεψε στους μαθητές να επινοήσουν αλγορίθμους όπως η γρήγορη ταξινόμηση και η ταξινόμηση συγχώνευσης, κάτι ομολογουμένως εντυπωσιακό.

Αναφορές

Astrachan, O. (2003). Bubble sort: an archaeological algorithmic analysis. *Proceedings of the 34th SIGCSE technical symposium on Computer science education (SIGCSE '03)* (pp. 1-5), NY: ACM.

Ben-Ari, M. (2001). Constructivism in computer science education. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(1), 45-73.

de Raadt, M. (2007). A review of Australian investigations into problem solving and the novice programmer. *Computer Science Education*, 17(3), 201-213.

Du Boulay, B. (1986). Some Difficulties of Learning to Program. In E. Soloway & J. C. Spohrer (eds.), *Studying the Novice Programmer* (pp. 283-299), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Geller, J., & Dios, R. (1998). A low-tech, hands-on approach to teaching sorting algorithms to working students. *Computers & Education*, 31(1), 89-103.

Kolikant, Y. (2001). Gardeners and cinema tickets: High schools' preconceptions of concurrency. *Computer Science Education*, 11(3), 221-245.

Kolikant, Y. (2005). Students' alternative standards for correctness. In *Proceedings of the 1st International Computing Education Research Workshop* (pp. 37-43). New York: ACM.

McCartney, R., Bouvier, D. J., Chen, T.-Y., Lewandowski, G., Sanders, K., Simon, B., & VanDeGrift, T. (2009). Commonsense computing (episode 5): algorithm efficiency and balloon testing. In *Proceedings of the fifth international workshop on Computing education research workshop* (ICER '09) (pp. 51-62), New York: ACM.

Lewandowski, G., Bouvier, D. J., McCartney, R., Sanders, K., & Simon, B. (2007). Commonsense computing (episode 3): concurrency and concert tickets. In *Proceedings of the third international workshop on Computing education research workshop* (ICER '07) (pp. 51-62), New York: ACM.

Rinderknecht, C. (2014). A Survey on Teaching and Learning Recursive Programming. *Informatics in Education*, 13(1), 87–119.

Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*, 13(2), 137–172.

Simon, B., Chen, T.-Y., Lewandowski, G., McCartney, R., & Sanders, K. (2006). Commonsense computing: What students know before we teach (Episode 1): Sorting. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Computing Education Research* (pp. 29-40), NY: ACM.

Βραχνός, Ε., & Τζιμογιάννης, Α. (2014). Αναπαραστάσεις μαθητών και φοιτητών για τον αλγόριθμο ταξινόμησης ευθείας ανταλλαγής: Μια ανάλυση βασισμένη στην ταξινομία SOLO. Στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σ. 72-81), Ρέθυμνο: ΕΤΠΕ.

Κόμης, Β., & Τζιμογιάννης, Α. (2006). Ο Προγραμματισμός ως μαθησιακή δραστηριότητα: από τις εμπειρικές προσεγγίσεις στη γνώση παιδαγωγικού περιεχομένου. *Θέματα στην Εκπαίδευση*, 7(3), 229-255.

Τζιμογιάννης, Α. (2005). Προς ένα παιδαγωγικό πλαίσιο διδασκαλίας του προγραμματισμού στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σ. 99-111), Κόρινθος: ΕΤΠΕ.

Εισάγοντας την έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό με το λογισμικό «Χελωνόσφαιρα»

Μαριάνθη Γριζιώτη, Χρόνης Κυνηγός, Μάριος Ξένος
mgriziot@ppp.uoa.gr, kynigos@ppp.uoa.gr, mariosxenos@ppp.uoa.gr
Τμήμα Φιλοσοφίας - Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Στο άρθρο αυτό μελετάται η διαδικασία κατασκευής νοημάτων μαθητών Γυμνασίου για την έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό, μέσα από την εμπλοκή τους σε διερευνητικές δραστηριότητες στο διαδικτυακό, εκπαιδευτικό λογισμικό προγραμματισμού «Χελωνόσφαιρα». Στο περιβάλλον της Χελωνόσφαιρας οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να προγραμματίζουν τρισδιάστατες κατασκευές και να ελέγχουν δυναμικά τις τιμές των μεταβλητών που χρησιμοποιούν με ειδικά εργαλεία. Η έρευνα που παρουσιάζεται, είχε ως σκοπό να μελετήσει την συμβολή του δυναμικού χειρισμού των μεταβλητών σε συνδυασμό με τη γραφική αναπαράσταση του αποτελέσματος του κώδικα, στην ανάπτυξη νοημάτων από τους μαθητές σχετικά με το ρόλο και με τις ιδιότητες της μεταβλητής στον προγραμματισμό.

Λέξεις κλειδιά: προγραμματισμός, μεταβλητή, τρισδιάστατος χώρος, δημιουργία νοημάτων, εκπαιδευτικό λογισμικό

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, ο προγραμματισμός, εκτός από βασικό στοιχείο της Διδακτικής της Πληροφορικής, έχει αναγνωριστεί και ως μέσο ανάπτυξης ευρύτερων δεξιοτήτων του ατόμου, στα πλαίσια της καλλιέργειας της υπολογιστικής του σκέψης (computational thinking) (Grover & Pea, 2013; Kafai & Burke, 2014; Prensky, 2008; Wing, 2006). Ως αποτέλεσμα της αναγνώρισης αυτής, έχουν δημιουργηθεί σημαντικές δράσεις και κοινότητες σε παγκόσμιο επίπεδο, που στοχεύουν να εισάγουν μαθητές διαφόρων ηλικιών σε βασικές αρχές προγραμματισμού, μέσα από δραστηριότητες αναπτυγμένες σε σύγχρονα ψηφιακά λογισμικά (The Hour of Code, Scratch community, κ.ά.).

Στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, η εισαγωγή των μαθητών στις αρχές του προγραμματισμού, πραγματοποιείται συνήθως στο Γυμνάσιο, όπου διδάσκονται βασικές έννοιες, όπως η μεταβλητή, οι δομές ελέγχου και οι δομές επανάληψης. Η διδασκαλία των εννοιών αυτών γίνεται κατά κύριο λόγο, είτε με παραδοσιακά μέσα διδασκαλίας, είτε με ψηφιακά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα προγραμματισμού (Scratch, MicroWorlds Pro κλπ). Τις περισσότερες φορές, οι δραστηριότητες με τις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές στα περιβάλλοντα αυτά, έχουν τη μορφή επίλυσης ενός απλού προβλήματος με χρήση προγραμματισμού, όπως για παράδειγμα ο σχεδιασμός ενός σχήματος ή η επαναλαμβανόμενη εκτύπωση της τιμής μιας μεταβλητής. Αντίθετα, οι διερευνητικές δραστηριότητες που αναδεικνύουν τις δυνατότητες που προσφέρει ο προγραμματισμός για κατασκευή νέων δομημάτων, για σύνθεση διαδικασιών και για βαθύτερη αλγοριθμική σκέψη είναι περιορισμένες. Είναι σημαντικό τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα να χρησιμοποιούνται με τρόπο που αξιοποιεί την πρόσθετη παιδαγωγική αξία που προσφέρουν για έκφραση και δημιουργία, όπου η διερεύνηση και το μαστόρεμα με μοντέλα (Κυνηγός, 2006) μπορούν να αναδείξουν σημαντικές πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

Η έννοια της μεταβλητής

Η έννοια της μεταβλητής αποτελεί δομικό λίθο στην εισαγωγή στον προγραμματισμό καθώς πρόκειται για ένα από τα βασικά στοιχεία ενός αλγορίθμου (Brookshear, 2005). Η μεταβλητή στον προγραμματισμό αντιπροσωπεύει έναν καταχωρητή της μνήμης του υπολογιστή, ενώ έχει πάντα εκχωρημένη μια τιμή, η οποία μπορεί να μεταβάλλεται δυναμικά καθώς εκτελείται το πρόγραμμα. Όταν οι μαθητές εισάγονται για πρώτη φορά στην έννοια της μεταβλητής, πολλές φορές συναντούν δυσκολίες στην αντίληψη του τρόπου λειτουργίας της μέσα στο πρόγραμμα (Kuittinen & Sajaniemi, 2004; Samurçay, 1989; Γλέζου & Γρηγοριάδου, 2009; Στεργιοπούλου-Καλαντζή, 1992; Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000). Όπως έχει φανεί από τις έρευνες, ορισμένες από τις πιο συχνές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές αφορούν:

- Στη διατήρηση τιμής της μεταβλητής. Πολλές φορές οι μαθητές θεωρούν ότι η μεταβλητή σταματά να διατηρεί την τιμή της όταν αυτή εκχωρείται σε μια άλλη μεταβλητή (π.χ. α=β). Σε άλλες περιπτώσεις έχει διαπιστωθεί ότι οι μαθητές πιστεύουν πως μια μεταβλητή μπορεί να διατηρεί ταυτόχρονα περισσότερες από μια τιμές ή ότι έχει την ικανότητα να «θυμάται» τις τιμές που της ανατέθηκαν.
- Στην εκχώρηση τιμής σε μεταβλητή. Δυσκολία παρουσιάζουν οι μαθητές και στην περίπτωση που σε μια μεταβλητή ανατίθεται μια τιμή με τη μορφή αριθμητικής έκφρασης (π.χ. χ=y+2) όπου θεωρούν ότι η μεταβλητή αποθηκεύει την αριθμητική έκφραση και όχι την τιμή που προκύπτει από αυτή.
- Στη διαχείριση μεταβλητών διαφορετικών τύπων. Καθώς οι μαθητές είναι συνηθισμένοι από τα Μαθηματικά στη χρήση μεταβλητών με αριθμητικές τιμές, συχνά δυσκολεύονται να διαχειριστούν μεταβλητές που δέχονται τιμές άλλων τύπων, όπως π.χ. λογικές ή αλφαριθμητικές, και κυρίως όταν τις χρησιμοποιούν για τον έλεγχο λογικών συνθηκών.
- Στην αρχικοποίηση της τιμής της μεταβλητής. Οι μαθητές συχνά παραλείπουν να αναθέσουν αρχική τιμή όταν ορίζουν μια μεταβλητή με αποτέλεσμα να παραμένει κενή και να δημιουργούνται σφάλματα κατά την εκτέλεση του προγράμματός τους.

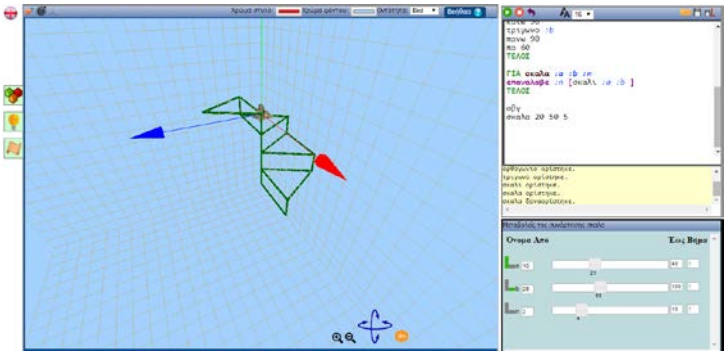
Έχει διαπιστωθεί πως οι παραπάνω δυσκολίες πολλές φορές προκύπτουν από παρανοήσεις των μαθητών που οφείλονται στην πρότερη γνώση που έχουν αποκτήσει για τη μεταβλητή από το μάθημα των Μαθηματικών (Doukakis, Grigoriadou & Tsaganou, 2007; Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000). Οι προγραμματιστικές μεταβλητές, ενώ μπορεί να έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά με τις μαθηματικές, διαφέρουν σε αρκετά και σημαντικά σημεία. Παρ' όλα αυτά οι μαθητές τείνουν να συγχέουν τις ιδιότητες των δύο εννοιών, με αποτέλεσμα να επιχειρούν να μεταφέρουν ιδιότητες των μαθηματικών μεταβλητών στις προγραμματιστικές.

Οι παραπάνω δυσκολίες που συχνά αντιμετωπίζουν οι μαθητές, αλλά και η έλλειψη ψηφιακών εργαλείων που να εστιάζουν στις ιδιότητες της προγραμματιστικής μεταβλητής, αποτέλεσαν την προβληματική της παρούσας έρευνας. Με την εκπαιδευτική παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε, επιχειρήσαμε, αξιοποιώντας τις δυνατότητες του λογισμικού «Χελωνόσφαιρα», να προσεγγίσουμε την έννοια της μεταβλητής μέσα από διερευνητικές δραστηριότητες, με προσωπικό νόημα για τους μαθητές, που εστιάζουν στην κατασκευή παραμετρικών διαδικασιών και στο δυναμικό χειρισμό των μεταβλητών τους.

Το εργαλείο Χελωνόσφαιρα

Η Χελωνόσφαιρα (Σχήμα 1) είναι ένα ψηφιακό περιβάλλον προγραμματισμού που αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας (http://etl.ppp.uoa.gr) του

Πανεπιστημίου Αθηνών και λειτουργεί διαδικτυακά σε όλους τους φυλλομετρητές και τις σύγχρονες συσκευές (η/υ, tablet, κινητά κλπ). Η Χελωνόσφαιρα επιτρέπει στον χρήστη να δημιουργεί τρισδιάστατες κατασκευές μέσω του προγραμματισμού σε μια Logo-based γλώσσα υψηλού επιπέδου. Παράλληλα ο χρήστης με ένα ειδικό εργαλείο ολισθητών, έχει τη δυνατότητα να χειρίζεται δυναμικά τις τιμές των μεταβλητών που παίρνουν ως ορίσματα οι παραμετρικές διαδικασίες και να βλέπει άμεσα το αποτέλεσμα στη μεταβολή της αντίστοιχης τρισδιάστατης κατασκευής. Τέλος, ο χρήστης μπορεί να αλλάζει το σημείο θέασης του τρισδιάστατου χώρου, ελέγχοντας μια περισκοπική κάμερα. Η Χελωνόσφαιρα αποτελεί εξέλιξη του λογισμικού 3dMath το οποίο έχει αξιοποιηθεί σε πολλές έρευνες που μελετούν την αξία του δυναμικού χειρισμού αντικείμενων από μαθητές (Kynigos et al., 2014, Kynigos & Latsi, 2007).



Σχήμα 1. Το περιβάλλον του λογισμικού Χελωνόσφαιρα

Η έρευνα

Το πλαίσιο της έρευνας

Η παρούσα έρευνα είχε ως κεντρικό άξονα τη μελέτη του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές Γυμνασίου κατασκευάζουν νοήματα σχετικά με την έννοια της μεταβλητής, όταν εμπλέκονται με τον προγραμματισμό, μέσα από ανοιχτά, διερευνητικά προβλήματα σε ένα ψηφιακό περιβάλλον προγραμματισμού με τις λειτουργικότητες της Χελωνόσφαιρας. Συγκεκριμένα, ως κύρια ερευνητικά ερωτήματα τέθηκαν τα εξής:

- Να εντοπιστεί αν ο δυναμικός χειρισμός των μεταβλητών ενός προγράμματος με τα εργαλεία που παρέχει η Χελωνόσφαιρα, ενισχύει την κατασκευή νοημάτων για την έννοια της μεταβλητής από τους μαθητές.
- Να μελετηθεί αν ο προγραμματισμός παραμετρικών διαδικασιών για την κατασκευή τρισδιάστατων γεωμετρικών αντικειμένων, συμβάλλει στην αναγνώριση των ρόλων της μεταβλητής σε ένα πρόγραμμα από τους μαθητές.

Ως μεθοδολογία έρευνας επιλέχθηκε η «έρευνα σχεδιασμού» (design research) η οποία συνίσταται στην εφαρμογή μιας παρέμβασης μέσα από δυο στενά συνδεδεμένους κύκλους: του σχεδιασμού και της ανάλυσης (Cobb, 2001), ενώ χαρακτηρίζεται από την άμεση εμπλοκή του ερευνητή στη διαδικασία της εφαρμογής του σχεδιασμού. Η έρευνα σχεδιασμού έχει χρησιμοποιηθεί την τελευταία δεκαετία σε πολλές έρευνες που σχετίζονται με μελέτες εκπαιδευτικών περιβαλλόντων, αφενός λόγω της καταλληλόλητάς της για περιβάλλοντα με πολλές μεταβλητές και αστάθμητους παράγοντες όπως αυτό της εκπαίδευσης και αφετέρου λόγω της δυνατότητας που προσφέρει για ανάπτυξη νέων θεωριών.

Υλοποίηση

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε Γυμνάσιο της Αθήνας και συμμετείχαν συνολικά οκτώ (8) μαθητές από τη Β' και την Γ' Γυμνασίου. Η έρευνα ολοκληρώθηκε σε τρεις συναντήσεις διάρκειας δύο διδακτικών ωρών η κάθε μια, οι οποίες λάμβαναν χώρα αμέσως μετά το τέλος του σχολικού ωραρίου. Για την εμπλοκή τους με τις δραστηριότητες, οι 8 μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των δύο ατόμων και εργάστηκαν συνεργατικά με έναν υπολογιστή ανά ομάδα, αναλαμβάνοντας εναλλάξ ρόλους χειρισμού του λογισμικού.
Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για την ανάλυση, ήταν αρχεία ήχου από τις συνομιλίες των μαθητών, αρχεία καταγραφής οθόνης με χρήση του λογισμικού Hypercam 2, τα παραγόμενα αρχεία της Χελωνόσφαιρας και οι σημειώσεις των μαθητών και των ερευνητών. Ως μονάδα ανάλυσης των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το επεισόδιο με βάση τους διαλόγους των μαθητών. Για τις ανάγκες της ανάλυσης εστιάσαμε σε μια ομάδα μαθητών.

Παιδαγωγικό πλάνο

Η παιδαγωγική παρέμβαση ήταν χωρισμένη σε τέσσερις φάσεις. Στην πρώτη φάση οι μαθητές ήρθαν σε γνωριμία με το περιβάλλον και κατασκεύασαν στατικά τρισδιάστατα αντικείμενα με προγραμματισμό, χωρίς να κάνουν χρήση μεταβλητών. Στη συνέχεια, κατά τη δεύτερη φάση, αφού έγινε μια εισαγωγή για την έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό, ζητήθηκε από τους μαθητές να προσθέσουν στο πρόγραμμά τους μια μεταβλητή ώστε να αλλάζει δυναμικά το μέγεθός ενός από τα σχήματα που είχαν ήδη κατασκευάσει (κύβος). Στην τρίτη φάση οι μαθητές προγραμμάτισαν ένα δυναμικό ανάπτυγμα κύβου, δηλαδή μια παραμετρική διαδικασία η οποία κατασκεύαζε ένα ανάπτυγμα κύβου και η δυναμική μεταβολή των τιμών των ορισμάτων της «έκλεινε» σταδιακά το ανάπτυγμα δημιουργώντας έναν κλειστό κύβο. Στην τέταρτη και τελευταία φάση οι μαθητές χρησιμοποιήσαν δύο έτοιμες παραμετρικές διαδικασίες τρισδιάστατων αντικειμένων (τον κύβο και την πυραμίδα), με σκοπό να προγραμματίσουν μια δικιά τους πολύπλοκη κατασκευή και συγκεκριμένα μια γειτονιά από σπίτια. Η κατασκευή αυτή έπρεπε να είναι παραμετρική και να συνδυάζει τις μεταβλητές των άλλων διαδικασιών.

Αποτελέσματα

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι μαθητές καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας, χρησιμοποίησαν τις μεταβλητές στα προγράμματα τους με τους εξής διαφορετικούς τρόπους:

1. ως παραμέτρους διαδικασίας (π.χ. *Για τετράγωνο :α*)
2. ως ορίσματα κατά την κλήση μιας παραμετρικής διαδικασίας (π.χ. *τετράγωνο :χ/2*)
3. ως αριθμό επαναλήψεων (συγκεκριμένα στην εντολή *επανάλαβε :α*)
4. ως εσωτερικό μετρητή σε μια επανάληψη (*make "n :n +1*)

Οι παραπάνω εφαρμογές ταυτίζονται με βασικές χρήσεις της μεταβλητής σε έναν αλγόριθμο και περιλαμβάνουν τόσο την εξωτερική όσο και την εσωτερική χρήση της μεταβλητής (Κόμης, 2004). Ταυτόχρονα, αποτελούν παραδείγματα που αναδεικνύουν το διαφορετικό ρόλο της μεταβλητής στον προγραμματισμό από τη μεταβλητή στα Μαθηματικά.
Όσον αφορά τη χρήση του εργαλείου δυναμικού χειρισμού των μεταβλητών, παρατηρήθηκε ότι ενώ στην αρχή της έρευνας οι μαθητές επαναεκτελούσαν τις εντολές για να ελέγξουν τα αποτελέσματα των διαδικασιών τους με διαφορετικές τιμές ορισμάτων, καθώς προχωρούσε η έρευνα χρησιμοποιούσαν περισσότερο το εργαλείο δυναμικού χειρισμού. Συγκεκριμένα, εκτελούσαν μια φορά τη διαδικασία με κάποια ορίσματα και στη συνέχεια μετακινούσαν τον ολισθητή της μεταβλητής που τους ενδιέφερε με σκοπό να παρατηρήσουν τι συμβαίνει

στο σχήμα τους. Η διερευνητική αυτή διαδικασία βοήθησε τους μαθητές να αντιληφθούν το ρόλο των ορισμάτων των διαδικασιών στο αποτέλεσμα του κώδικα, αλλά και να εκσφαλματώσουν επιτυχώς τα προγράμματά τους. Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο χαρακτηριστικά επεισόδια που δείχνουν την αξιοποίηση του εργαλείου δυναμικού χειρισμού από τους μαθητές και τα νοήματα που αναδύθηκαν από αυτούς για τις μεταβλητές.

Δυναμικός έλεγχος μεταβλητών

Στην τρίτη φάση της έρευνας, ζητήθηκε από τους μαθητές να προγραμματίσουν μια διαδικασία που να κατασκευάζει ένα δυναμικό ανάπτυγμα κύβου, δηλαδή ένα σχήμα το οποίο θα μπορεί να μεταβάλλεται μεταξύ του δισδιάστατου αναπτύγματος κύβου και του κλειστού κύβου. Για να το πετύχουν οι μαθητές, ήταν αναγκαίο να προσθέσουν στη διαδικασία τους μια μεταβλητή, η οποία θα αντιστοιχούσε στη γωνία μιας στροφής στον χώρο.

Απόσπασμα 1

Ε: Μετακινήσατε τον ολισθητή στο 45 ε;
Μ2: Το πήγαμε στο 45 γιατί όταν το κάναμε με 90 πριν, έκλεινε ο κύβος αλλά είχαμε κάνει λάθος.
Μ1: Και με 0 είναι επίπεδο οπότε δεν φαίνεται.
Ε: Γιατί δεν το κάνατε για 90;
Μ2: Γιατί άμα έκλεινε μπορεί κάποιο τετράγωνο να πήγαινε πάνω στο άλλο ενώ είναι λάθος. Αλλά πάλι θα το βλέπαμε σωστά εμείς.

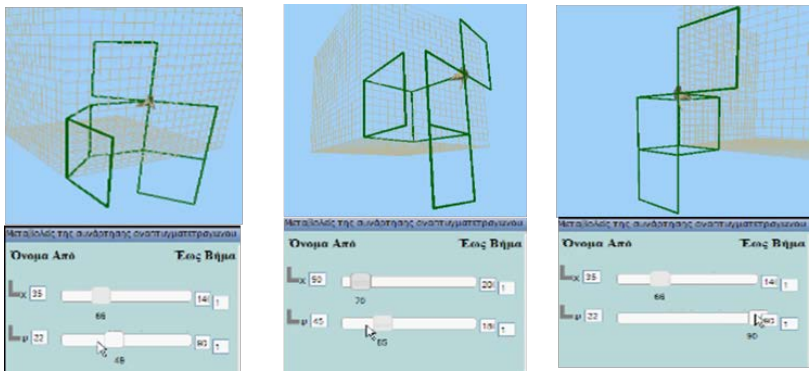
Στο παραπάνω απόσπασμα οι μαθητές με τη βοήθεια του εργαλείου των ολισθητών αναγνωρίζουν πως για να είναι σωστός ο αλγόριθμός τους, δεν αρκεί να βγαίνει το σωστό αποτέλεσμα για μια ή δύο διαφορετικές τιμές εισόδου, αλλά θα πρέπει να σχηματίζεται το σωστό σχήμα για οποιαδήποτε τιμή των ορισμάτων. Φαίνεται πως οι μαθητές για την εκσφαλμάτωση του αλγορίθμου τους, βασίζονται από τη μια στην οπτικοποίηση του αποτελέσματος του προγράμματος τους στη σκηνή και από την άλλη στο δυναμικό χειρισμό της τιμής της μεταβλητής.

Με την παραπάνω διαδικασία οι μαθητές κατάφεραν να εντοπίσουν και να διορθώσουν λάθη στον κώδικά τους και συνέχισαν με την ίδια στρατηγική μέχρι να υλοποιήσουν τον τελικό τους αλγόριθμο. Κάθε φορά δηλαδή, που ήθελαν να ελέγξουν το πρόγραμμά τους εκτελούσαν τη διαδικασία και στη συνέχεια μετακινούσαν τους ολισθητές των μεταβλητών της, ώστε να δουν αν προκύπτει το σωστό αποτέλεσμα για διαφορετικές τιμές εισόδου.

Στο παρακάτω απόσπασμα οι μαθητές χρησιμοποιούν το εργαλείο των ολισθητών σε συνδυασμό το παραγόμενο τρισδιάστατο σχήμα για να αποφασίσουν ποιο θα είναι το επόμενο βήμα στον κώδικα κατασκευής του δυναμικού αναπτύγματος κύβου. Συγκεκριμένα, έχουν ορίσει τη συνάρτηση *αναπτυγμακυβου :χ :ψ*, όπου η μεταβλητή *ψ* αντιστοιχεί σε μια γωνία που «μεταβάλει» το ανάπτυγμα σε κύβο. Για να δουν τι ακριβώς κατασκευάζει ο κώδικάς τους και πως λειτουργεί η μεταβλητή *ψ*, οι μαθητές μετακινούν σταδιακά τον ολισθητή της μεταβλητής *ψ*, παρατηρούν τις μεταβολές στο σχήμα και επιλέγουν σε ποια σημεία του κώδικά τους θα προσθέσουν μεταβλητή.

Απόσπασμα 2

Μ1: Λοιπόν μετακίνησε λίγο το χ και ψ για να δούμε τι γίνεται
Μ2: Κοίτα κοίτα πως κλείνει! (Δείχνει πως κλείνει ο κύβος με τον ολισθητή ψ)
Μ2: Αυτά εδώ δεν μπορούν να γυρίσουν έτσι; (Εννοεί τα πλαϊνά τετράγωνα)
Μ1: Κοίτα δεν έχουμε βάλει μεταβλητές σε αυτά νομίζω
Μ2: Άρα πρέπει να βάλουμε άλλες δυο φορές τη μεταβλητή ψ στον κώδικα φαντάζομαι



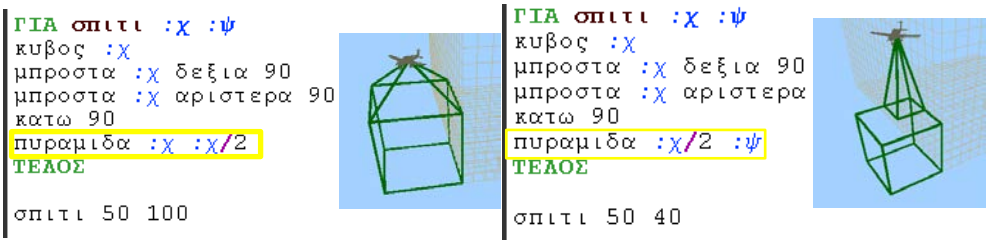
Σχήμα 2. Δυναμικός χειρισμός των μεταβλητών χ και ψ

Χρήση μεταβλητών ως ορίσματα

Παρακάτω παρουσιάζεται ακόμη ένα παράδειγμα στο οποίο φάνηκε ότι οι μαθητές κατασκεύασαν νοήματα σχετικά με τις ιδιότητες της μεταβλητής σε ένα πρόγραμμα.

Στην τέταρτη φάση της έρευνας, δόθηκαν στους μαθητές δύο έτοιμες παραμετρικές διαδικασίες, η *πυραμίδα :a :w* και η *κύβος :a*, οι οποίες όταν εκτελούνταν κατασκεύαζαν μια πυραμίδα και έναν κύβο αντίστοιχα. Οι μαθητές προγραμμάτισαν μια δική τους διαδικασία με δύο παραμέτρους (*σπίτι :χ :ψ*), η οποία κατασκεύαζε ένα τρισδιάστατο σπίτι. Μέσα στον κώδικα της κύριας διαδικασίας *σπίτι :χ :ψ*, οι μαθητές κάλεσαν την έτοιμη υποδιαδικασία πυραμίδα ως *πυραμίδα :χ :χ/2*, χρησιμοποίησαν δηλαδή τη μεταβλητή *χ* ως όρισμα. Κατόπιν, αφού εκτέλεσαν τη διαδικασία *σπίτι :χ :ψ*, μετακίνησαν τον ολισθητή της μεταβλητής *χ* και παρατήρησαν στο παραγόμενο σχήμα ότι η τιμή της μεταβλητής *χ* επηρεάζει το αποτέλεσμα που παράγεται και από την υποδιαδικασία *πυραμίδα :a :w*. Στη συνέχεια της δραστηριότητας οι μαθητές πειραματίστηκαν καλώντας τη διαδικασία *πυραμίδα :a :w* με διαφορετικούς συνδυασμούς των μεταβλητών *χ* και *ψ* ως ορίσματα, όπως για παράδειγμα *πυραμίδα :χ/2 :ψ* και *πυραμίδα :χ :ψ* (Σχήμα 3).

Το παράδειγμα αυτό, φανερώνει ότι οι μαθητές κατασκεύασαν σημαντικά νοήματα σε σχέση με ορισμένες ιδιότητες της μεταβλητής και με το ρόλο της ως παράμετρο αλλά και ως όρισμα κατά την κλίση μιας υποδιαδικασίας. Καλώντας τη διαδικασία *πυραμίδα :a :w* ως *πυραμίδα :χ :χ/2*, οι μαθητές συνειδητοποιούν πως αναθέτουν αυτομάτως την τιμή της μεταβλητής *χ* στην μεταβλητή *a* και το αποτέλεσμα της έκφρασης *χ/2* στην μεταβλητή *w*. Επιπλέον, μέσα από το δυναμικό χειρισμό της μεταβλητής *χ* οι μαθητές αναγνωρίζουν ότι η τιμή της μεταβλητής *χ* επηρεάζει άμεσα τις τιμές των μεταβλητών *a* και *w* της υποδιαδικασίας *πυραμίδα*, αλλά και πως η ίδια μεταβλητή (*χ*) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα με διαφορετικούς τρόπους. Κάποια συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν οι μαθητές μέσα από αυτή τη δραστηριότητα ήταν πως η μεταβλητή *χ* διατηρεί την αρχική τιμή της ακόμα και μετά από την ανάθεσή της σε άλλη μεταβλητή ή το πέρασμά της σε άλλη διαδικασία και πως τα ορίσματα παραμετρικών υποδιαδικασιών, εκτός από αριθμητικές τιμές, μπορούν να είναι και μεταβλητές. Τέλος, κατά τον πειραματισμό τους με διαφορετικούς συνδυασμούς μεταβλητών ως ορίσματα (*πυραμίδα :χ :ψ, πυραμίδα :χ/2 :ψ*), οι μαθητές ανέφεραν πως ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη η γραφική απεικόνιση του αποτελέσματος του κώδικα, καθώς μπορούσαν εύκολα και γρήγορα να δουν ποιο κομμάτι του σχήματος, και κατ' επέκταση και του κώδικα, επηρεάζεται όταν άλλαζαν τα ορίσματα που χρησιμοποιούσαν.



Σχήμα 3. Χρήση μεταβλητών ως ορίσματα σε κλήση υποδιαδικασίας

Συμπεράσματα - επεκτάσεις

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας φάνηκε ότι η χρήση του εργαλείου δυναμικού χειρισμού των μεταβλητών σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη απεικόνιση κώδικα και γραφικής αναπαράστασης, βοήθησε σημαντικά τους μαθητές στην εφαρμογή και στη διαχείριση των μεταβλητών στα προγράμματά τους. Ιδιαίτερα η χρησιμότητα του δυναμικού χειρισμού, ήταν εμφανής κατά τη διαδικασία εκσφαλμάτωσης του κώδικα από τους μαθητές, καθώς μπορούσαν να εκτελούν εύκολα και γρήγορα την ίδια εντολή και να παρατηρούν τα αποτελέσματα των διαφορετικών ορισμάτων στο παραγόμενο σχήμα. Με τον τρόπο αυτό εντόπιζαν τα λάθη τους και αποφάσιζαν τις επόμενες ενέργειές τους αλλάζοντας πολλές φορές τον αρχικό τους σχεδιασμό. Επίσης, το εργαλείο δυναμικού χειρισμού βοήθησε τους μαθητές και κατά τη χρήση μεταβλητών ως ορίσματα σε υποδιαδικασίες. Τέλος, από τις συζητήσεις των μαθητών, φάνηκε πως μέσα από τη χρήση του εργαλείου αναγνώρισαν σημαντικές ιδιότητες της μεταβλητής όπως είναι η μοναδικότητα της τιμής της και η ανάθεση τιμής μεταξύ δύο μεταβλητών.

Τα παραπάνω συμπεράσματα επιβεβαιώνουν αποτελέσματα αντίστοιχων ερευνών για την παιδαγωγική αξία της χρήσης του προγραμματισμού για την κατασκευή γραφικών αναπαραστάσεων (Cooper, Dann & Pausch, 2000; Resnick et al., 2007), ενώ παράλληλα προσφέρουν μια πιθανή λύση στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην εφαρμογή της προγραμματιστικής μεταβλητής όπως αυτά έχουν αναδειχθεί από προηγούμενες έρευνες (Samurçay, 1989; Γλέζου & Γρηγοριάδου, 2009; Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000). Καθώς πρόκειται για μια έρευνα μικρής κλίμακας δεν μπορούμε να προχωρήσουμε σε γενίκευση των αποτελεσμάτων, τα συμπεράσματα όμως που προέκυψαν μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για περαιτέρω έρευνες πάνω στα ερωτήματα που τέθηκαν. Επιπλέον, λόγω της μικρής έκτασης της έρευνας αλλά και των λειτουργιών του εργαλείου δεν μπορέσαμε να εξετάσουμε όλους τους διαφορετικούς ρόλους της μεταβλητής σε ένα πρόγραμμα (π.χ. ως αθροιστής). Καθώς το εργαλείο δυναμικού χειρισμού της Χελωνόσφαιρας επιτρέπει τη μεταβολή μόνο των ορισμάτων μιας διαδικασίας και όχι των εσωτερικών μεταβλητών της, υπήρχαν περιορισμοί στη διερεύνηση των εσωτερικών μεταβλητών.

Με βάση την εμπειρία που προέκυψε από τη παρούσα έρευνα, θα ήταν χρήσιμο να πραγματοποιηθούν περαιτέρω έρευνες με το εργαλείο της Χελωνόσφαιρας οι οποίες θα εστιάζουν περισσότερο στη δημιουργία και κλίση παραμετρικών διαδικασιών καθώς και σε δραστηριότητες που προωθούν την αξιοποίηση του δυναμικού χειρισμού των μεταβλητών ορισμάτων. Οι μελέτες αυτές είναι πιθανό να συνεισφέρουν στην ανάδειξη της συμβολής ψηφιακών περιβαλλόντων όπως η Χελωνόσφαιρα στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που συχνά προκύπτουν κατά τη διδασκαλία της μεταβλητής στον προγραμματισμό. Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη τον ενθουσιασμό που έδειξαν οι μαθητές για την τρισδιάστατη σκηνή

της Χελωνόσφαιρας, θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν μελέτες για τη συμβολή δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν την κατασκευή τρισδιάστατων αντικειμένων στη δημιουργία κινήτρων στους μαθητές για ενεργή εμπλοκή με τον προγραμματισμό.

Ευχαριστίες

Η ερεύνα που οδήγησε σε αυτά τα αποτελέσματα χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση FP7, στο πλαίσιο της σύμβασης GA 610467: έργο "MCSquared", http://mc2-project.eu. Το παρόν άρθρο εκφράζει αποκλειστικά τις απόψεις των συγγραφέων και η Ε.Ε. δεν φέρει ευθύνη για οποιαδήποτε χρήση γίνει σε πληροφορίες που περιλαμβάνονται σε αυτό.

Αναφορές

Brookshear, J. G. (2005). *Η επιστήμη των υπολογιστών. Μια ολοκληρωμένη παρουσίαση*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Cobb, P. (2001). Supporting the improvement of learning and teaching in social and institutional context. In S. Carver & D. Klahr (eds.), *Cognition and instruction: Twenty-five years of progress* (pp. 455–478), Cambridge, MA: Lawrence Erlbaum Associates.

Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15–42.

Cooper, S., Dann, W., & Pausch, R. (2000). Alice: a 3-D tool for introductory programming concepts. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 15, 107–116.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.

Doukakis, D., Grigoriadou, M., & Tsaganou, G. (2007). Understanding the programming variable concept with animated interactive analogies. In *Proceedings of the 8th Hellenic European Research on Computer Mathematics & Its Applications Conference (HERCMA'07)*. Retrieved 5 May 2016 from http://www.aueb.gr/pympe/hercma/proceedings2007/H07-FULL-PAPERS-1/DOUKAKIS-GRIGORIADOU-TSAGANOU-1.pdf.

Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2014). Mindstorms 2.0. Children, programming, and computational participation. In *Proceedings of Constructionism 2014*, Vienna. Retrieved 10 March 2016 from http://constructionism2014.ifs.tuwien.ac.at/papers/2.6_3-8530.pdf.

Kuchemann, D. E. (1978). Children's Understanding of Numerical Variables. *Mathematics in School*, 7, 23-26.

Kuittinen, M., & Sajaniemi, J. (2004). Teaching roles of variables in elementary programming courses. In *Proceedings of the 9th annual SIGCSE conference on innovation and technology in computer science education* (pp. 57–61), Leeds, United Kingdom: ACM Press.

Kynigos, C. & Latsi, M. (2007). Turtle's navigation and manipulation of geometrical figures constructed by variable processes in a 3d simulated space. *Informatics in Education*, 6(2), 359–372.

Kynigos, C., Moustaki, F., Smyrnaiou, R., & Xenos, M. (2014). Half-baked microworlds as expressive media for fostering creative mathematical thinking. In *Proceedings of Constructionism 2014*, Vienna. Retrieved 8 January 2016 from: http://constructionism2014.ifs.tuwien.ac.at/papers/2.2_2-8574.pdf.

Prensky, M. (2008). *Programming Is the New Literacy*. Retrieved 14 March 2016 from http://www.edutopia.org/literacy-computer-programming.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.

Samurcay, R. (1989). The concept of variable in programming: Its meaning and use in problem-solving by novice programmers. *Studying the novice programmer*, 9, 161-178.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Γλέζου, Κ. & Γρηγοριάδου, Μ. (2009). Διδακτικές προσεγγίσεις που βασίζονται σε σύγχρονες θεωρίες μάθησης για τη Διδασκαλία του Προγραμματισμού. Στο Μ. Γρηγοριάδου, Ε. Γουλή & Α. Γόγουλου

(επιμ.), *Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής* (σελ. 75-106). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Κυνηγός, Χ. (2006). *Το Μάθημα της Διερεύνησης*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Στεργιοπούλου-Καλαντζή, Λ. (1992). Η έννοια της μεταβλητής στην Πληροφορική. Νέες διδακτικές προοπτικές. *Ευκλείδης Γ*, 32(6), 79-89.

Τζιμογιάννης, Α. & Κόμης, Β. (2000). Η έννοια της μεταβλητής στον Προγραμματισμό: Δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών του Ενιαίου Λυκείου. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»* (σ. 103-114), Πάτρα: ΕΤΠΕ.

Ρομποτική χωρίς ρομπότ. Ο προγραμματισμός Η/Υ ως πυλώνας της Ρομποτικής στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση

Τάσος Λαδιάς[1], Δημήτρης Λαδιάς[2]
ladiastas@gmail.com, ladimitr@gmail.com
[1]Σχολικός Σύμβουλος Πληροφορικής Πειραιά και Δ' Αθήνας
[2]Τμήμα Πληροφορικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια αρθρωτή σειρά εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με θέμα τη διδασκαλία του κώδικα στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση. Οι δραστηριότητες αυτές φιλοδοξούν να μυήσουν τους μικρούς μαθητές σε προγραμματιστικές έννοιες της μηχανικής λογισμικού, με τρόπο βιωματικό, με προοπτική να αναπτύξουν οι μαθητές ένα δικό τους ψηφιακό παιχνίδι, όπως ο αγώνας εικονικών ρομποτικών οχημάτων (αυτόματων, αυτόνομων και τηλεκατευθυνόμενων). Το εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch. Η αξιολόγηση των δυνατοτήτων των προτεινόμενων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων έχει γίνει από εκπαιδευτικούς Πληροφορικής με τη συμπλήρωση ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων, οι οποίοι προηγουμένως παρακολούθησαν σχετικό επιμορφωτικό σεμινάριο. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης είναι θετικά και ενθαρρυντικά.

Λέξεις κλειδιά: Οπτικός Προγραμματισμός με πλακίδια, κώδικας σε Scratch, Διδακτική Προγραμματισμού

Η ανάγκη εκπαιδευτικού υλικού για τον προγραμματισμό

Τα τελευταία χρόνια, το έλλειμμα που ήδη υπάρχει όσον αφορά τις ανάγκες της ραγδαίας αναπτυσσόμενης βιομηχανίας λογισμικού έχει οδηγήσει τις αναπτυγμένες χώρες στο να δώσουν στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση έμφαση στην παραγωγή κώδικα (Manches & Plowman, 2015). Αποτέλεσμα είναι να δημιουργηθούν πολλά εκπαιδευτικά πακέτα, που όμως περιορίζονται σε σχετικά απλοϊκά θέματα εισαγωγής στον Προγραμματισμό.
Στη χώρα μας, με την εκπόνηση του προγράμματος «Νέο Σχολείο (Σχολείο 21ου αιώνα) - Νέο Πρόγραμμα Σπουδών» (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2011) και την πιλοτική αλλά αποσπασματική εφαρμογή του, ο προγραμματισμός Η/Υ προβλέπεται να διδάσκεται στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση αδιαλείπτως από την Ε΄ τάξη του Δημοτικού έως την Γ΄ τάξη του Γυμνασίου. Όμως το εκπαιδευτικό υλικό που έχει παραχθεί από το τότε Παιδαγωγικό Ινστιτούτο και βρίσκεται στον «Οδηγό Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης, για τον εκπαιδευτικό στο επιστημονικό πεδίο: Πληροφορική και Νέες Τεχνολογίες» (Λαδιάς κ.ά., 2011), καλύπτει μερικώς την ανάγκη για εκπαιδευτικό υλικό σχετικά με τον κώδικα. Αυτή την έλλειψη προσπαθεί να καλύψει το εκπαιδευτικό υλικό που παρουσιάζει η εργασία και το οποίο φιλοδοξεί να είναι μια διδακτική πρόταση για τους καθηγητές Πληροφορικής.

Τα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού υλικού

Το εκπαιδευτικό υλικό που παρουσιάζεται έγινε προσπάθεια να είναι σύμφωνο με τις αρχές σχεδιασμού του Νέου Προγράμματος Σπουδών για την Πληροφορική που *«...δεν έχει ως στόχο την κατάρτιση των μαθητών σε εφήμερες τεχνολογικές γνώσεις ή δεξιότητες...»* αλλά οι

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

μαθητές να «*...εμπλέκονται σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων που έχουν ως σκοπό την καλλιέργεια δεξιοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα και δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου...*» (Τζιμογιάννης κ.ά., 2011). Η πρόκληση για τους δημιουργούς του παρόντος εκπαιδευτικού υλικού είναι μεγάλη γιατί ενώ η ανάπτυξη κώδικα καλύπτει όλα τα επίπεδα της αναθεωρημένης ταξινομίας του Bloom, φτάνοντας στο ανώτερο που είναι η «δημιουργία», αυτή αφενός θα πρέπει να διδαχθεί σε μαθητές μικρής ηλικίας και αφετέρου οι μαθητές θα πρέπει να γευθούν τη χαρά της δημιουργίας, ώστε να έχουν κίνητρο να συνεχίσουν και να ολοκληρώσουν τη σειρά των μαθημάτων. Βασικό χαρακτηριστικό του εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε είναι η ιδέα ότι «*το ουσιαστικό ενδιαφέρον για τα παιδιά δεν είναι το να παίξουν με ένα έτοιμο παιχνίδι αλλά η όλη διαδικασία εμπλοκής τους στην κατασκευή του ίδιου του παιχνιδιού με το οποίο θα παίξουν*» (Λαδιάς, 2015).
Έτσι, σχεδιάστηκε μια σειρά σεναρίων που αναφέρονται στον προγραμματισμό συμπεριφορών εικονικών ψευδο-ρομποτικών οχημάτων σε ρόλους «αυτομάτων», κινουμένων αυτόνομα στο χώρο και τηλεκατευθυνόμενων από τον χρήστη. Η σειρά ολοκληρώνεται με τη συνύπαρξη - εμπλοκή όλων αυτών σε ένα αγώνα ταχύτητας.

Η περιγραφή του εκπαιδευτικού υλικού

Η κατασκευή ενός «αυτόματου»

Ολοκληρώνοντας το σενάριο οι μαθητές θα έχουν αναπτύξει πρόγραμμα προσομοίωσης της κίνησης ενός «αυτόματου», όπου το ψευδο-ρομπότ εκτελώντας τον κώδικά του θα διατρέχει πάντα την ίδια διαδρομή, χωρίς να επηρεάζεται από αλλαγές στο περιβάλλον του.
Σκοπός του σεναρίου είναι να διδαχθούν οι μαθητές την προγραμματιστική δομή της ακολουθίας. Ως ενδιάμεσα βήματα στην προοπτική αυτού του σκοπού θα χρησιμοποιηθούν δραστηριότητες όπου:

- οι μαθητές θα διακρίνουν αφενός τη συγγραφή από την εκτέλεσή του προγράμματος και αφετέρου μεταξύ των ρόλων χρήστη της εφαρμογής και παραγωγού προγράμματος.
- οι μαθητές διευκρινίζουν τις προγραμματιστικές διαφορές μεταξύ μιας σειράς διάσπαρτων διαταγών, μιας ακολουθίας εντολών και ενός προγράμματος.
- οι μαθητές εξερευνούν την παλέτα με το ρεπερτόριο των εντολών κίνησης στο Scratch, καθώς και άλλες παλέτες εντολών όπως «*Πένα*», «*Έλεγχος*» και «*Συμβάντα*».
- παρουσιάζεται η δομή μιας εντολής κίνησης και γίνεται αναφορά στο όρισμά της ως μια σταθερά.
- συγκρίνονται προγράμματα που υλοποιούν τον ίδιο αλγόριθμο σε διαφορετικά περιβάλλοντα οπτικού Προγραμματισμού (Scratch, TurtleArt, StarLogo TNG).
- στο πλαίσιο της σπειροειδούς προσέγγισης αφενός εφαρμόζεται η επαναληπτική δομή «*επανάλαβε ... φορές*» ώστε να αρχίσει να ωριμάζει στη σκέψη των μαθητών η δομή της επανάληψης και αφετέρου τονίζεται η διαφορά της σχετικής κίνησης (κινούμενο σύστημα αναφοράς) της εντολής «*κινήσου ... βήματα*» με την απόλυτη κίνηση (ακίνητο σύστημα αναφοράς) σε καρτεσιανές συντεταγμένες «*πήγαινε στη θέση x: και y:*».
- προσδιορίζονται τα όρια ενός «αυτόματου» όταν αλλάζει το περιβάλλον στο οποίο ενεργεί και το «αυτόματο» διατηρεί αμετάβλητή τη συμπεριφορά του, ώστε να προετοιμαστεί το έδαφος για το επόμενο σενάριο με τη δομή επιλογής.

Η κατασκευή ενός αυτόνομου ρομπότ

Όταν ολοκληρώνεται το δεύτερο σενάριο οι μαθητές έχουν αναπτύξει ένα πρόγραμμα που προσομοιώνει την κίνηση ενός ρομπότ με αισθητήρες, που μπορεί να εξερευνά το περιβάλλον του και να αλληλεπιδρά με αυτό, ώστε να κινείται αυτόνομα εντός των ορίων του δρόμου.

Σκοπός του σεναρίου είναι να διδαχθούν οι μαθητές την προγραμματιστική δομή της επιλογής. Ως ενδιάμεσα βήματα στην προοπτική αυτού του σκοπού είναι να χρησιμοποιηθούν δραστηριότητες όπου οι μαθητές:

- χρησιμοποιούν την εντολή «*Εάν*» αξιοποιώντας τις τιμές των αισθητήρων. Σημειώνεται ότι η χρήση της εντολής «*Εάν*» γίνεται χωρίς να έχουν διδαχθεί οι μαθητές την έννοια της μεταβλητής που είναι απαραίτητη για να αλλάζει η τιμή της συνθήκης της εντολής.
- διορθώνουν το πρόγραμμα εμπλεκόμενοι σε διαδικασίες εκσφαλμάτωσης.
- γράφουν ισοδύναμους κώδικες χρησιμοποιώντας εναλλακτικά τις εντολές «*Εάν ... τότε ...*» και «*Εάν ... τότε ... αλλιώς ...*», συγκρίνοντας έτσι τις δυνατότητες της κάθε εντολής με στόχο τη βελτιστοποίηση του αποτελέσματος του κώδικα.
- διαπιστώνουν την ισοδυναμία αφενός της χρήσης διαδοχικών «*Εάν ... τότε ...*» με τη χρήση του λογικού τελεστή OR και αφετέρου της χρήσης εμφωλευμένων «*Εάν ... τότε ... αλλιώς ...*» με τη χρήση του λογικού τελεστή AND.
- εξετάζουν το ενδεχόμενο να υπάρχει και άλλο ρομπότ στην πίστα. «Πώς θα δημιουργηθεί και άλλο ρομπότ; Ποιά συμπεριφορά θέλουν οι μαθητές ως προγραμματιστές να έχουν τα ρομπότ όταν συναντηθούν; Θα έχουν την ίδια ή διαφορετικές συμπεριφορές τα διαφορετικά ρομπότ; Αυτές τις συμπεριφορές μπορούν οι μαθητές να τις κωδικοποιήσουν με εντολές, ώστε να «διδαχθούν» τα ρομπότ να τις ακολουθούν;» Στο πλαίσιο της σπειροειδούς προσέγγισης σε επόμενο στάδιο μπορούν τα ρομπότ-αντίγραφα να αντικατασταθούν με κλώνους ενός ρομπότ-μήτρας που παίζει το ρόλο κλάσης.
- επιλύουν άσκηση στην οποία αντί για μαύρο χρώμα στο οδόστρωμα, τα διάφορα τμήματα της διαδρομής να έχουν αποχρώσεις του γκρι που να συμβολίζουν την κλίση του οδοστρώματος, ώστε η ταχύτητα της κίνησης του ρομπότ να προσαρμόζεται ανάλογα.
- διαχειρίζονται περισσότερα του ενός αντικείμενα (ρομπότ) στον ίδιο κόσμο, όπου το καθένα θα έχει τη δική του συμπεριφορά, γεγονός που περιπλέκει το πρόγραμμα θέτοντας ζητήματα όπως ποιος κώδικας ανήκει σε ποιο ρομπότ. Σε αυτό το σημείο εφαρμόζεται η διδακτική τεχνική του καταιγισμού ιδεών κατά την οποία οι μαθητές κατηγοριοποιούν τους διάφορους τρόπους διάδρασης ενός αντικειμένου με το περιβάλλον του, καταγράφοντας τις αλληλεπιδράσεις του με: (i) το πλαίσιο, τα όρια του χώρου όπου δρα, (ii) το υπόβαθρο - σκηνικό, (iii) άλλα αντικείμενα που μοιράζονται τον ίδιο χώρο, (iv) χρονικά συμβάντα και (v) συμβάντα που προέρχονται από τον έξω από τον υπολογιστή κόσμο π.χ. με συμβάντα που σχετίζονται με δράσεις του χρήστη.
- διαπιστώνουν ότι η αλλαγή της ενδυμασίας (ιδιότητα) ενός αντικειμένου είναι ανεξάρτητη από τις συμπεριφορές του και θα αποφανθούν για τη διαφοροποίηση των δεδομένων από τον αλγόριθμο (ανεξαρτησία του κώδικα από τα δεδομένα).

Η κατασκευή ενός τηλεχειριζόμενου ρομπότ

Με την ολοκλήρωση του τρίτου σεναρίου οι μαθητές έχουν συντάξει ένα ενιαίο πρόγραμμα που προσομοιώνει την κίνηση ενός τηλεκατευθυνόμενου ρομπότ από το χρήστη.
Σκοπός του σεναρίου είναι να διδαχθούν οι μαθητές την έννοια της μεταβλητής. Ως ενδιάμεσα βήματα στην προοπτική αυτού του σκοπού θα χρησιμοποιηθούν δραστηριότητες όπου οι μαθητές:

- βρίσκουν τρόπο, ώστε να καταγράφεται το σκορ στο προηγούμενο πρόγραμμα του αυτόνομου ρομπότ π.χ. πόσες φορές κάποιο ρομπότ αγγίζει τα όρια του πλαισίου. Έτσι δημιουργείται η ανάγκη για να υπάρξει ένα αριθμητικό αποθετήριο στο οποίο θα απαριθμείται, θα φυλάσσεται και θα μπορεί να ανακληθεί η τιμή του πλήθους των συγκρούσεων. Αυτό γίνεται με το μηχανισμό της μεταβλητής.
- εφευρίσκουν τρόπους και επιλέγουν τις κατάλληλες εντολές (Εάν και Όταν) έτσι ώστε το ρομπότ να στρίβει ανάλογα με τις διαταγές του χρήστη που τις δίνει πατώντας το αριστερό ή το δεξιό βελάκι στο πληκτρολόγιο.
- οικοδομούν σταδιακά τον κώδικα που υλοποιεί τον τρόπο χειρισμού ενός οχήματος, διακρίνοντας τις δύο επιμέρους (παράλληλες) λειτουργίες (χειρισμός τιμονιού και χειρισμός πεντάλ γκάζι-φρένο), διαχωρίζοντας τη μεταφορική κίνηση από την (περι)στροφική και εισάγοντας τη μεταβλητή «τόσα» που καθορίζει τον «διασκελισμό» του ρομπότ.
- αναγνωρίζουν την ανάγκη για την κατάλληλη ονοματολογία των μεταβλητών. «Ποιό πρέπει να είναι το όνομα μιας μεταβλητής, να είναι σύντομο, κωδικοποιημένο ή περιγραφικό (τεχνική camelCase) και γιατί, π.χ. το «τόσα» εκφράζει ή είναι ταχύτητα;»
- εντοπίζουν στο ενιαίο πρόγραμμα περιοχές, όπου γίνονται οι αρχικές ενέργειες (αρχικοποίηση) και το κυρίως πρόγραμμα και οι (ανύπαρκτες προς στιγμήν) τελικές ενέργειες και αυτό θα είναι το έναυσμα για το επόμενο σενάριο.
- διακρίνουν μεταξύ της προγραμματιστικής χρήσης των μεταβλητών (η τιμή των οποίων μπορεί να μεταβάλλεται κατά την εκτέλεση του προγράμματος) και των σταθερών (η τιμή των οποίων παραμένει σταθερή κατά την εκτέλεση του προγράμματος).
- διακρίνουν μεταξύ των εσωτερικών σε αντικείμενο μεταβλητών από τις γενικού σκοπού μεταβλητές που αναγνωρίζονται από όλα τα αντικείμενα.
- αποφαίνονται για την αναγκαιότητα της χρήσης «μεταβλητών κοινού σκοπού» όπου ομαδοποιούνται μη ομοειδείς μεταβλητές και αντιμετωπίζονται ως μια ενιαία οντότητα (εγγραφές και πεδία άλλων γλωσσών Προγραμματισμού).
- διαπιστώνουν την ανεπάρκεια των απλών μεταβλητών να περιγράψουν πολύπλοκες φυσικές δομές και αναδεικνύεται η ανάγκη για δομές δεδομένων, είτε απλών μεταβλητών, είτε ομοειδών εγγραφών (που μπορούν να περιέχουν και πολυμεσικά δεδομένα), οι οποίες είναι απαραίτητες για την ανεξαρτησία των αλγορίθμων από τα δεδομένα. Αργότερα μπορούν να ασχοληθούν αφενός με τη λειτουργία τους ως σειρές ή στοίβες επί των λιστών και αφετέρου με διάφορους αλγόριθμους που αναφέρονται σε αυτές (αναζητήσεις, ταξινομήσεις, κ.λπ.).

Διαίρει και βασίλευε με διαδικασίες

Όταν θα έχει ολοκληρωθεί το σενάριο, οι μαθητές αναμένεται να έχουν μετατρέψει το δύσκολα χειριζόμενο μεγάλο ενιαίο πρόγραμμα σε ένα τμηματικά αρθρωτό και ιεραρχικά δομημένο σύνολο ευέλικτων υποπρογραμμάτων εύκολα διαχειρίσιμο.

Σκοπός του σεναρίου είναι να διδαχθούν οι μαθητές τον τμηματικό και ιεραρχικά δομημένο προγραμματισμό. Ως ενδιάμεσα βήματα στην προοπτική αυτού του σκοπού θα χρησιμοποιηθούν δραστηριότητες όπου οι μαθητές:

- διακρίνουν τον ορισμό από την κλήση των διαδικασιών, ώστε να εισαχθούν στην έννοια του τμηματικού Προγραμματισμού.
- εφαρμόζουν περαιτέρω τη διεργασία του τεμαχισμού σε τμήματα (modules) σε επόμενα επίπεδα, αναδεικνύοντας την ιεραρχική οργάνωση των modules με την οποία αυτά δομούνται (ιεραρχικός Προγραμματισμός).
- διαπιστώνουν ότι η δενδροειδής δομή που αναδείχθηκε προηγουμένως (στην οποία σε κάθε ανώτερο επίπεδο γίνεται απόκρυψη των λεπτομερειών των κατώτερων επιπέδων) καταλήγει σε ένα τέτοιο σημείο στο οποίο το καθήκον που θα πρέπει να επιτελεστεί θα αντιστοιχεί στα καθήκοντα απλών εντολών της γλώσσας Προγραμματισμού.
- διαπιστώνουν αφενός ότι υπάρχουν περιοχές του κώδικα που επαναλαμβάνονται σε διάφορα σημεία του προγράμματος και αφετέρου ότι αυτά τα τμήματα του κώδικα παρουσιάζουν σημαντικές δομικές ομοιότητες, οι οποίες μπορούν με παραμετροποίηση των διαδικασιών που τις υλοποιούν να συγχωνευτούν στο ίδιο τμήμα κώδικα, οδηγούμενοι έτσι σε διαδικασίες-πολυεργαλεία, με αποτέλεσμα να βελτιστοποιηθεί το πρόγραμμα.
- ανακαλύπτουν με τη βοήθεια «ΚωδικΟράματος» (Λαδιάς κ.ά., 2016) τη ροή της πληροφορίας του προγράμματος με τις κλήσεις των διαφόρων διαδικασιών στην ιεραρχική δομή των χρησιμοποιούμενων τμημάτων και περιγράφουν τον μηχανισμό πλοήγησης στο πρόγραμμα με τη χρήση στοίβας διευθύνσεων των καλούμενων διαδικασιών.

Προσθήκη λειτουργικότητας με εμφύτευση αρθρωμάτων

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου οι μαθητές εξελίσσουν το πρόγραμμα με την προσθήκη αρθρωμάτων (διαδικασιών ή αντικειμένων) έτσι, ώστε να αυξηθεί η λειτουργικότητά του.
Σκοπός του σεναρίου είναι να αντιληφθούν οι μαθητές τις δυνατότητες που τους παρέχει η χρήση του τμηματικού-αρθρωτού προγραμματισμού. Ως ενδιάμεσα βήματα στην προοπτική αυτού του σκοπού θα χρησιμοποιηθούν δραστηριότητες όπου οι μαθητές:

- γράφουν κώδικα στο τμήμα του προγράμματος «τελικές ενέργειες» (που παρέμεινε επιδεικτικά κενό κώδικα) προσπαθώντας να βάλουν επιπρόσθετα «μίζα» στο ρομπότ, έτσι ώστε να ενεργοποιείται στις αρχικές ενέργειες, να ελέγχεται ο τερματισμός της κίνησής του στην κύρια λειτουργία και να τερματίζει το πρόγραμμα από τον χρήστη στις τελικές ενέργειες. Ένα από τα αποτελέσματα αυτής της προσθήκης είναι αν ισχύει το κριτήριο της περατότητας . Ενδιαφέρον σημείο στην εκσφαλμάτωση που σχετίζεται με τις τάξεις μεγέθους του χρόνου εκτέλεσης του προγράμματος και του χρόνου αντίδρασης του χρήστη, είναι να εξηγηθεί από τους μαθητές γιατί χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί μια μεταβλητή στο ρόλο του «κλειδιού» για να «ανάψει» η μηχανή και άλλη για να «σβήσει» η μηχανή του ρομπότ.
- διαπιστώνουν ότι η προσθήκη λειτουργικότητας μπορεί να γίνει και με τη χρήση άλλων αντικειμένων που λειτουργούν ως εξαρτήματα του ρομπότ και ταυτόχρονα με αυτό.
- σχεδιάζουν, εφαρμόζουν και ελέγχουν διεπαφές από το χώρο του physical computing. Αυτό γίνεται είτε με τη χρήση έτοιμων χειριστηρίων που συνδέονται στον υπολογιστή και μπορούν να υποκαταστήσουν το πληκτρολόγιο στο χειρισμό

του ρομπότ, είτε με τη χρήση ηλεκτρονικών πλακετών όπου μπορούν να αναπτυχθούν αυτοσχέδια χειριστήρια (π.χ. picoboard ή arduino) και όργανα ενδείξεων των εικονικών ρομπότ.

- πειραματίζονται ρυθμίζοντας τις παραμέτρους αναδρομικών αλγορίθμων, π.χ. της καμπύλης Koch ή της καμπύλης Peano (Μικρόπουλος & Λαδιάς, 2000), για τη σχεδίαση, μέσω κώδικα και εφαρμόζοντας τη γεωμετρία της χελώνας, κατάλληλης πίστας με τη διαδρομή που πρέπει να ακολουθεί το ρομπότ. Διακρίνουν τη χρήση του κώδικα στη σχεδίαση της γεωμετρίας της χελώνας από τη χρήση του για το χειρισμό (πολυμεσικών) αντικειμένων.
- διαπιστώνουν την απαίτηση επικοινωνίας μεταξύ των αντικειμένων, οι κώδικες των οποίων πρέπει να συγχρονίζονται καθώς εκτελούνται παράλληλα και να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ως αντίδραση σε διάφορα συμβάντα. Σταθμίζουν αν η επικοινωνία αυτή πρέπει να γίνεται με τη χρήση μεταβλητών (μετρητές, σημαίες, σηματωροί κ.λπ.), με τη χρήση μηνυμάτων (διαχείριση νημάτων συμβάντων με την εντολή «μετάδωσε το ... και περίμενε»).
- εντοπίζουν τμήματα κώδικα με επαναλήψεις υλοποιούμενες με τη χρήση μηνυμάτων σε έτοιμα προγράμματα με τη βοήθεια «κωδικΟραμάτων».

Παράλληλος προγραμματισμός και καθοδηγούμενος από γεγονότα

Όταν ολοκληρώνεται το τελευταίο σενάριο οι μαθητές έχουν ολοκληρώσει την κατασκευή ενός ηλεκτρονικού παιχνιδιού με αγώνες εικονικών ρομπότ: αυτομάτων, αυτόνομων και τηλεχειριζόμενων.

Σκοπός του σεναρίου είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές με τον καθοδηγούμενο από τα γεγονότα παράλληλο και βασιζόμενο σε αντικείμενα Προγραμματισμό. Ως ενδιάμεσα βήματα στην προοπτική αυτού του σκοπού θα χρησιμοποιηθούν δραστηριότητες όπου οι μαθητές:

- αναλύουν τον κώδικα του τηλεχειριζόμενου ρομπότ και εντοπίζουν ποιά τμήματά του αντιστοιχούν σε φυσικές διεργασίες που εκτελούνται σειριακά και ποιές παράλληλα. Με βάση αυτή τη διαπίστωση καλούνται να μετατρέψουν στον υπάρχοντα κώδικα τα τμήματα που αντιστοιχούν σε φυσικές διεργασίες που λειτουργούν παράλληλα σε τμήματα παράλληλου κώδικα, χρησιμοποιώντας συμβάντα.
- εφαρμόζουν την εντολή «Όταν», που την έχουν διακρίνει από την «Εάν» και συσχετίζουν τη χρήση τους στον καθοδηγούμενο από τα γεγονότα Προγραμματισμό με τις τεχνικές διαχείρισης συμβάντων (polling ή interrupt) (Λαδιάς & Μικρόπουλος, 1998).
- συνθέτουν «κωδικΟράματα» με πολλαπλά αντικείμενα – αρθρώματα, ώστε να αναδειχθούν οι παράλληλες διεργασίες αφενός εντός του ίδιου αντικειμένου και αφετέρου μεταξύ διαφορετικών αντικειμένων, να εντοπιστούν τα σημεία της διάδρασης με τον χρήστη ως σημεία ασυνέχειας της ροής της πληροφορίας, να απαριθμηθούν οι διακριτές καταστάσεις στις οποίες μεταπίπτει το σύστημα κατά την εκτέλεση του προγράμματος, να αναδειχθούν οι τρόποι επικοινωνίας μεταξύ των αντικειμένων κ.λπ.
- συναρμολογούν σε ένα ενιαίο πρόγραμμα ενσωματώνοντας τα επιμέρους προγράμματα αφενός κλώνων αυτομάτων και αυτόνομων ψευδο-ρομπότ και αφετέρου αντιγράφων τηλεχειριζόμενων ψευδο-ρομπότ και αντιμετωπίζουν τις δυσκολίες διαχείρισης, βελτίωσης και συντήρησης ενός πολύπλοκου συνόλου, όπως αυτό ενός ηλεκτρονικού παιχνιδιού. Οι μαθητές δεν είναι απλά χρήστες - παίκτες

ενός έτοιμου παιχνιδιού αλλά οι κατασκευαστές - παραγωγοί ενός παιχνιδιού υψηλής τεχνολογίας.

Αποτελέσματα της αξιολόγησης του εκπαιδευτικού υλικού

Το εκπαιδευτικό υλικό παρουσιάστηκε σε εκπαιδευτικούς πληροφορικής σε δύο τρίωρα σεμινάρια εκτός εργασιακού ωραρίου με τίτλο «Θέματα διδακτικής του προγραμματισμού Η/Υ (μέρος 1ο και μέρος 2ο)» που έγιναν το Φεβρουάριο του 2015 στη Ν. Σμύρνη και στον Κορυδαλλό. Το πρώτο σεμινάριο παρακολούθησαν 159 εκπαιδευτικοί και στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης απάντησαν 128. Το δεύτερο σεμινάριο παρακολούθησαν 115 εκπαιδευτικοί Πληροφορικής και στο ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση του σεμιναρίου απάντησαν 75 από τους συμμετέχοντες. Οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων που αναφέρονται στο προγραμματιστικό μέρος των σεναρίων, ανάλογα με το βαθμό αποδοχής από τους εκπαιδευτικούς, έχουν αποτιμηθεί στην κλίμακα Likert, (βαθμός 5 - ισχυρή αποδοχή, βαθμός 1 - ελάχιστη αποδοχή). Οι ερωτήσεις ξεκινούν με «Η σειρά των μαθημάτων ανταποκρίθηκε όσον αφορά...» και οι απαντήσεις είναι οι εξής:

- Απαντήσεις με βαθμό 5 στην κλίμακα Likert:
  1. ... την εμπλοκή των μαθητών σε διαδικασίες επίλυσης αυθεντικών προβλημάτων που απαιτούν κριτική/αλγοριθμική σκέψη;
  2. ... την παρουσίαση της ανάγκης για χρήση διαδικασιών (η ανάγκη για τμηματικό προγραμματισμό);
  3. ... την παρουσίαση της ανάγκης για βελτιστοποίηση του κώδικα (π.χ. οι τρεις διαδικασίες επιτάχυνσης, φρεναρίσματος και αδράνειας γίνανε μία);
  4. ... την κατανόηση της ολότητας του προβλήματος με την παρουσίαση ολόκληρου του κώδικα όλων των αντικειμένων με τη χρήση κωδικΟραμάτων;
  5. ... την παρουσίαση της ανάγκης για την ιεραρχική δόμηση των διαδικασιών (η ανάγκη για ιεραρχικό Προγραμματισμό);
- Απαντήσεις με βαθμό 4 στην κλίμακα Likert:
  1. ... την παρουσίαση της ανάγκης για παραμετροποίηση των διαδικασιών με πέρασμα παραμέτρων;
  2. ... τη διάκριση του δομημένου Προγραμματισμού από άλλα είδη προγραμματισμού);
  3. ...την αύξηση της λειτουργικότητας με την προσθήκη εξαρτημάτων/modules/διαδικασιών (π.χ. το ταχύμετρο και ο δείκτης καυσίμων/αποθεμάτων ενέργειας);
  4. ... την παρουσίαση της επικοινωνίας μεταξύ αντικειμένων (μεταφορά δεδομένων μέσω "καθολικών" μεταβλητών και συγχρονισμός επικοινωνίας με μηνύματα);
  5. ... την παρουσίαση των αναδρομικών διαδικασιών (στη φάση της σχεδίασης της πίστας);
  6. ... τη διάκριση της διαχείρισης της ροής του προβλήματος κυρίως με διαδικασίες ή κυρίως με μηνύματα;
  7. ... την παρουσίαση μιας προσέγγισης με βάση τον Προγραμματισμό καθοδηγούμενο από γεγονότα;
  8. ... τη διάκριση μεταξύ των αντιγράφων αντικειμένων και κλώνων αντικειμένων;
  9. ... την παρουσίαση κάποιων χαρακτηριστικών του (ψευδο)παράλληλου Προγραμματισμού;

Απαντήσεις με χαμηλότερη του βαθμού 4 δεν υπάρχουν.

Συμπεράσματα

Η σειρά των προτεινόμενων σεναρίων έχουν ως σκοπό να διδάξουν στους μαθητές της Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης τις προγραμματιστικές δομές της ακολουθίας, της επανάληψης και της επιλογής καθώς και τις έννοιες της μεταβλητής και της διαδικασίας. Όμως, παράπλευρες ωφέλειες αυτών των σεναρίων είναι να επιτευχθούν προγραμματιστικοί στόχοι όπως:

1. Η εννοιολογική ονοματολογία των μεταβλητών, η διάκριση της χρήσης των μεταβλητών από τις σταθερές, η χρήση μεταβλητών σε διάφορους ρόλους (μετρητών, σημαιών και σηματωρών στις τεχνικές διαχείρισης συμβάντων), η διάκριση μεταβλητών εσωτερικών σε αντικείμενα και γενικής χρήσης, η διάκριση «καθολικών» και τοπικών μεταβλητών που περνούν ως παράμετροι σε διαδικασίες, η ανεξαρτησία του κώδικα από τα δεδομένα και η αναγκαιότητα της οργάνωσης των μεταβλητών σε δομές δεδομένων (λίστες και πολυμεσικές εγγραφές) που λειτουργούν αλγοριθμικά ως στοίβες, σειρές ή ουρές.
2. Η επανάληψη εκτέλεσης κώδικα με διάφορους τρόπους (με εντολή επανάληψης, με αναδρομικές διαδικασίες, με χρήση κλώνων και με χρήση μηνυμάτων).
3. Η διάκριση της συγγραφής από την εκτέλεση του προγράμματος, η διάκριση των ρόλων του χρήστη της εφαρμογής και του προγραμματιστή που παράγει κώδικα, η ροή της πληροφορίας στο εσωτερικό του προγράμματος και οι διακριτές καταστάσεις στις οποίες μεταπίπτει το σύστημα κατά την εκτέλεση του προγράμματος, η διάκριση της χρήσης του κώδικα στη σχεδίαση της γεωμετρίας της χελώνας από τη χρήση του για το χειρισμό (πολυμεσικών) αντικειμένων, η επαφή με προγραμματιστικές διεργασίες διαχείρισης, εκσφαλμάτωσης, βελτίωσης και συντήρησης ενός πολύπλοκου συνόλου κώδικα, η σύγκριση του ίδιου αλγορίθμου σε διαφορετικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα.
4. Η βιωματική εμπειρία με το δομημένο προγραμματισμό (αρθρώματα και ιεραρχική οργάνωση αυτών με απόκρυψη των λεπτομερειών των κατώτερων επιπέδων), η διάκριση ορισμού και κλήσης των διαδικασιών, η παραμετροποίηση των διαδικασιών ως πολυ-εργαλείων, η αντιπαραβολή του σειριακού με τον παράλληλο Προγραμματισμό, τον Προγραμματισμό που βασίζεται σε αντικείμενα (και εν δυνάμει με τον αντικειμενοστρεφή Προγραμματισμό) και την τεχνική του καθοδηγούμενου από τα γεγονότα Προγραμματισμού. Η χρήση αντικειμένων-αρθρωμάτων που λειτουργούν ως εξαρτήματα ενός ευρύτερου συνόλου, που συγχρονίζονται επικοινωνώντας μεταξύ τους.
5. Η κατηγοριοποίηση των διαφορετικών τρόπων αλληλεπίδρασης, η επικοινωνία και ο συγχρονισμός των επιμέρους φυσικών διεργασιών, η διαφορά της κίνησης σε κινούμενο σύστημα από αυτήν σε ακίνητο σύστημα αναφοράς και η ανάπτυξη διεπαφών από το χώρο του physical computing.

Ο αλγοριθμικός και προγραμματιστικός πλούτος που προαναφέρθηκε σε συνδυασμό με τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα της αξιολόγησης από τους εκπαιδευτικούς Πληροφορικής φαίνεται να δημιουργεί στέρεα θεμέλια για την κατάκτηση του Προγραμματισμού από τους μικρούς μαθητές που θα περιπλανηθούν στις ανοιχτές θάλασσες της Μηχανικής Λογισμικού αναζητώντας την Ιθάκη τους.

Αναφορές

Λαδιάς, Αν. (2015). *Παίζω-Μαθαίνω: Μαθαίνω διασκεδάζοντας ή/και διασκεδάζω μαθαίνοντας*. Στην ημερίδα «Gamification στην εκπαιδευτική διαδικασία. Create it, Share it, Game it!». Ανακτήθηκε στις 27 Φεβρουαρίου 2016 από http://www.gameit.gr/conference_presentations.

Λαδιάς Αν., Μικρόπουλος, Αν., (1988). Οι Υπολογιστές στα Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου. Η "software" άποψη. *RAM, No 3*.

Λαδιάς, Αν., Τσιωτάκης, Π. & Φεσάκης, Γ. (2011). *Οδηγός Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης, για τον εκπαιδευτικό στο επιστημονικό πεδίο: Πληροφορική και Νέες Τεχνολογίες (γυμνάσιο),* Πράξη «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα)-Νέο πρόγραμμα σπουδών, Άξονες Προτεραιότητας 1,2,3 - Οριζόντια Πράξη (ΑΔΑ: 4ΑΣ29-Ρ9Υ).

Λαδιάς Αν., Παπαδόπουλος, Γ., Φωτιάδης, Δ., (2016) *ΚωδικΌραμα: Εργαλείο για την ανάπτυξη οπτικού προγραμματισμού σε Scratch*. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.) *Πρακτικά Πανελλήνιου Συνεδρίου "Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Υλικό και Ηλεκτρονική Μάθηση 2.0"*, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου & ΕΤΠΕ, Κόρινθος, 26-27 Μαρτίου 2016.

Manches A. & Plowman L. (2015). Computing education in children's early years: A call for debate, *British Journal of Educational Technology*. doi:10.1111/bjet.12355.

Μικρόπουλος, Αν., Λαδιάς Αν., (2000). *Η Logo στην εκπαιδευτική διαδικασία,* Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. ISBN 960-233-040-6.

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2011). *Ο Πληροφορικός Γραμματισμός στο Γυμνάσιο. Πράξη «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο πρόγραμμα σπουδών, στους Άξονες Προτεραιότητας 1,2,3, - Οριζόντια Πράξη», Υποέργο 1: «Εκπόνηση Προγραμμάτων Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και οδηγών για τον εκπαιδευτικό «Εργαλεία Διδακτικών Προσεγγίσεων»,* 1η Έκδοση.

Τζιμογιάννης, Αθ., Κόμης, Β., Φεσάκης, Γ., Αγγελής, Αδ., Κωστάκος, Αντ., Λαδιάς, Αν., Πανσεληνάς, Γ., Βραχνός, Ε., Γόγουλου, Α., Λιακοπούλου, Ε., & Τσιωτάκης, Π. (2011). *Πρόγραμμα Σπουδών για τον Πληροφορικό Γραμματισμό στο Γυμνάσιο*. Αθήνα.

Σχεδίαση και εφαρμογή εκπαιδευτικού πλαισίου δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Σουμέλα Ατματζίδου, Σταύρος Δημητριάδης
atmatzid@csd.auth.gr , sdemetri@csd.auth.gr
Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η εργασία αυτή παρουσιάζει ένα εκπαιδευτικό μοντέλο για την οργάνωση δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Το προτεινόμενο μοντέλο ονομάζεται "ΣΠΠΑ+" από τις λέξεις Συνεργασία, Πρόβλημα, Παιχνίδι, και Άμιλλα/Ανταγωνισμός, ενώ το σύμβολο "+" αναφέρεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως επίλυσης προβλήματος, μεταγνώσης, υπολογιστικής σκέψης, συνεργασίας, επικοινωνίας κ.α., με επιπρόσθετες υποστηρικτικές παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού. Οι μελέτες που παρουσιάζονται βασίστηκαν στο μοντέλο ΣΠΠΑ+ και διερεύνησαν την ανάπτυξη δεξιοτήτων: (α) μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος, εστιάζοντας στο ρόλο της καθοδήγησης (ομάδα με ισχυρή καθοδήγηση και ομάδα με ελάχιστη καθοδήγηση) και (β) υπολογιστικής σκέψης (ΥΣ) εστιάζοντας σε δύο διαφορετικές ηλικιακές ομάδες (15 και 18 ετών) και στα δύο φύλα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι δραστηριότητες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής πλαισιωμένες από το εκπαιδευτικό μοντέλο ΣΠΠΑ+ μπορούν να αποτελέσουν όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική Ρομποτική, εκπαιδευτικό πλαίσιο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, υπολογιστική σκέψη, μεταγνώση, επίλυση προβλήματος

Εισαγωγή

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική αποτελεί μία ενδιαφέρουσα και καινοτόμο δραστηριότητα, η οποία εμπλέκει ενεργά τους μαθητές στη διαδικασία της μάθησης. Τα τελευταία χρόνια η Ρομποτική κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος στον εκπαιδευτικό τομέα και προσελκύει το ενδιαφέρον των ερευνητών, οι οποίοι προσπαθούν να εμβαθύνουν και να τεκμηριώσουν τα προσδοκώμενα οφέλη. Έρευνες εισηγούνται ότι η αξιοποίηση της Ρομποτικής για εκπαιδευτικούς σκοπούς είναι μια αποτελεσματική μέθοδος διδασκαλίας και αναφέρουν ότι οι δραστηριότητες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής έχουν θετικά αποτελέσματα στην εκμάθηση βασικών δομών προγραμματισμού, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας, κριτικής σκέψης, επίλυσης προβλήματος, μεταγνώσης και υπολογιστικής σκέψης (π.χ. Atmatzidou & Demetriadis, 2016; Benitti, 2012; La Paglia et al., 2010). Ωστόσο, αρκετές αναφέρουν την ανάγκη διερεύνησης των κατάλληλων εκπαιδευτικών μοντέλων και πρακτικών για δραστηριότητες Ρομποτικής, με σκοπό τη διαμόρφωση ενός ελκυστικού και παραγωγικού μαθησιακού περιβάλλοντος για τους μαθητές (Eteokleous-Grigoriou & Psomas 2013; Williams & Prejean, 2010).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ένα προτεινόμενο εκπαιδευτικό μοντέλο για τη διδασκαλία της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, το οποίο αναπτύχθηκε μετά από έρευνά των συγγραφέων, και στοχεύει στην ενσωμάτωσή της στην εκπαιδευτική διαδικασία, όχι απλά ως γνωστικό αντικείμενο, αλλά ως εργαλείο μάθησης για την ανάπτυξη γενικών και οριζοντίων δεξιοτήτων των μαθητών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο έρευνες οι οποίες βασίστηκαν στο συγκεκριμένο μοντέλο και εστίασαν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης, επίλυσης προβλήματος, και υπολογιστικής σκέψης.

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) είναι ένα ισχυρό εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης, το οποίο δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εφαρμόσουν τις ιδέες τους στην πράξη, συνθέτοντας μια μηχανική οντότητα και κατευθύνοντας την με τη βοήθεια ενός απλού και εύχρηστου προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Κατά την τελευταία δεκαετία η Ρομποτική έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών και των ερευνητών ως ένα ισχυρό διδακτικό εργαλείο για την ανάπτυξη γνωστικο-κοινωνικών δεξιοτήτων των μαθητών, από το νηπιαγωγείο έως το λύκειο, και την υποστήριξη της μάθησης στα Μαθηματικά, την Τεχνολογία, την Πληροφορική και άλλα αντικείμενα ή σε διαθεματικές δραστηριότητες μάθησης (Alimisis, 2009; 2013). Οι δραστηριότητες ΕΡ βασίζονται στις αρχές του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (constructionism) και της κοινωνικο-πολιτισμικής θεώρησης και στοχεύουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών που σχετίζονται με την οικοδόμηση νέας γνώσης μέσω της ενεργούς εμπλοκής τους στη διαδικασία της μάθησης, της συνεργασίας, της ανακάλυψης, του παιχνιδιού και της επίλυσης προβλημάτων (Atmatzidou et al., 2008; Blanchard et al., 2010). Σχεδιάζοντας και προγραμματίζοντας ένα ρομπότ να κάνει ακόμη και μια απλή εργασία, ενισχύεται η δημιουργικότητα των μαθητών και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (Druin & Hendler, 2000). Έρευνες δείχνουν ότι η ΕΡ μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά σε διάφορα εκπαιδευτικά πεδία, προσφέροντας στους μαθητές γνωστικές, μεταγνωστικές και κοινωνικές δεξιότητες (Benitti, 2012). Ωστόσο, υπάρχουν έρευνες που καταγράφουν ότι δεν είναι ξεκάθαρη η ανάπτυξη δεξιοτήτων και η βελτίωση του επιπέδου μάθησης των μαθητών που εμπλέκονται σε ΕΡ δραστηριότητες (Benitti, 2012; Sullivan, 2008; Williams et al., 2007), και αυτό οφείλεται στο ότι η Ρομποτική από μόνη της δεν αρκεί για να αλλάξει τον τρόπο σκέψης των μαθητών και να τους οδηγήσει σε υψηλά μαθησιακά αποτελέσματα (Alimisis, 2013). Τα ρομπότ θα πρέπει να υποστηρίζονται από ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό πλαίσιο το οποίο θα τους προσδίδει την απαραίτητη προστιθέμενη αξία για να βελτιώσουν και να ενισχύσουν σημαντικά τη διδασκαλία τους (Eteokleous-Grigoriou & Psomas, 2013; Papert 1993).

Στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται ποικίλα σενάρια Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: τεχνοκεντρικά, δημιουργίας και εξερεύνησης για την προώθηση της επιστήμης και του προγραμματισμού κ.α. Συχνά η εφαρμογή αυτών των σεναρίων συνεπάγεται μια καλά καθορισμένη χρονική πορεία: φάση εκπαίδευσης, φάση πρόκλησης (Atmatzidou et al., 2008). Ένα μεθοδολογικό μοντέλο ανάπτυξης συνθετικών εργασιών στην ΕΡ που προτάθηκε από την ερευνητική ομάδα TERECoP (Teacher Education on Robotics -Enhanced Constructivist Pedagogical Methods) περιλαμβάνει τα εξής στάδια ανάπτυξης: εμπλοκής, πειραματισμού, διερεύνησης, σύνθεσης και δημιουργίας και τέλος αξιολόγησης, βασίζεται στο μοντέλο των Carbonaro, Rex & Chambers (2004) και διαμορφώνει ένα περιβάλλον που προωθεί την αυτόνομη μάθηση, την αλληλοϋποστήριξη των μελών της τάξης, την ελεύθερη έκφραση και τη δημιουργία (Frangou et al., 2008).

Παρά το πλούσιο θεωρητικό υπόβαθρο που πλαισιώνει την ΕΡ, μειωμένη έρευνα έχει γίνει όσον αφορά τον καθορισμό των κατάλληλων παιδαγωγικών μεθόδων μάθησης και διδακτικών προσεγγίσεων που πρέπει να υιοθετούνται για την ενσωμάτωσή της στην τάξη. Απαιτείται λοιπόν, περισσότερη έρευνα για να επισημανθούν καλές πρακτικές, τεχνικές και μοντέλα διδασκαλίας, τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη συγκεκριμένων δεξιοτήτων των μαθητών σε δραστηριότητες ΕΡ (Alimisis 2013; Eteokleous-Grigoriou & Psomas 2013; Williams et al., 2007; Williams & Prejean, 2010).

Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται ένα εκπαιδευτικό μοντέλο που αποσκοπεί, με κατάλληλες παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού, να υποστηρίξει την ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών σε δραστηριότητες ΕΡ.

Το εκπαιδευτικό μοντέλο ΣΠΠΑ+

Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό μοντέλο ΣΠΠΑ+ βασίζεται σε δύο άξονες: α) στον παιδαγωγικό χαρακτήρα της δραστηριότητας και αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών και μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού υλικού και β) στη χρονική οργάνωσή της δραστηριότητας.

Παιδαγωγικός χαρακτήρας σεμιναρίου ΕΡ

Μια αποτελεσματική δραστηριότητα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής εστιάζει, εκτός από την εμβάθυνση στο γνωστικό αντικείμενο, στην ανάπτυξη γενικών οριζοντίων δεξιοτήτων. Το μοντέλο εισηγείται, ότι θα πρέπει να βασίζεται στη Συνεργασία, το Πρόβλημα, το Παιχνίδι - Άμιλλα και ονομάζεται ΣΠΠΑ+ όπου το σύμβολο "+" αναφέρεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου με κατάλληλες υποστηρικτικές παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού. Παρακάτω περιγράφονται οι κύριες συνιστώσες του μοντέλου:

- Συνεργασία: Οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες (2-4 ατόμων) αναλαμβάνοντας διαδικαστικούς ή γνωστικούς ρόλους και εφαρμόζοντας κατάλληλα σενάρια συνεργασίας (collaboration script). Η ανάθεση ρόλων δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να αλληλεπιδράσουν ως ομότιμοι συνεργάτες και δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες μάθησης. Επιπλέον, η εφαρμογή κατάλληλων συνεργατικών σεναρίων (όπως jigsaw, send a problem, think aloud pair problem solving - TAPPS κ.ά.) εμπλέκει ισότιμα τους μαθητές στη διαδικασία, ευνοεί την αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ της ομάδας, δίνει την ευκαιρία να παρουσιάσουν τις ιδέες και τα επιχειρήματά τους, να αναπτύξουν δεξιότητες μάθησης και συνεργασίας (collaboration skills), ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί συνθήκες ατομικής ευθύνης απέναντι στην προσπάθεια της ομάδας.
- Πρόβλημα: Η δραστηριότητα βασίζεται σε ρεαλιστικά - αυθεντικά προβλήματα κλιμακούμενης δυσκολίας, τα οποία προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών. Οι μαθητές συνδέουν την προϋπάρχουσα γνώση τους με τη νέα προκειμένου να λύσουν το πρόβλημα και επιλέγουν κατάλληλες στρατηγικές, που επικεντρώνονται στην ανάλυση, τη σύνθεση, την αξιολόγηση, τον αναστοχασμό κ.ά. Η ενσωμάτωση αυτών των στρατηγικών βοηθά τους μαθητές να βελτιώσουν τις ικανότητές τους στην επίλυση προβλήματος και να αναπτύξουν κριτική σκέψη.
- Παιχνίδι /Άμιλλα : Η δραστηριότητα εμπεριέχει μια οπτική παιχνιδιού με σκοπό να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών για εμπλοκή και μάθηση. Για να αντιμετωπίζουν οι μαθητές τη δραστηριότητα ΕΡ ως ευχάριστο παιχνίδι, επιλέγοντας δραστηριότητες με παιγνιώδη χαρακτήρα (π.χ. ας κάνουμε μία κούκλα που κλαίει όταν δεν την έχουμε αγκαλιά και σταματά μόλις την πάρουμε αγκαλιά) και δεν γίνεται αναφορά σε "μαθήματα" αλλά σε "προπονήσεις" και όχι σε "ασκήσεις" ή "προβλήματα" αλλά σε "δραστηριότητες". Η ατμόσφαιρα παιχνιδιού δημιουργεί κίνητρο για συμμετοχή και κοινωνικότητα στους μαθητές, καλλιεργεί κατάλληλες συνθήκες για διάδραση και επομένως για ενεργοποίηση γνωστικών διεργασιών. Επιπλέον, η προοπτική της συμμετοχής των ομάδων σε μία τελική πρόκληση εμπλέκει σε άμιλλα/ανταγωνισμό τις ομάδες μεταξύ τους. Η άμιλλα δημιουργεί κίνητρο στις ομάδες να θέσουν στόχους και να εφαρμόσουν στρατηγικές για την κατάκτηση της νίκης, διατηρεί σε υψηλό επίπεδο το ενδιαφέρον για την ομαδική προσπάθεια, ενώ ταυτόχρονα δίνει την ευκαιρία για εφαρμογή των αρχών του "ευ αγωνίζεσθαι"(fairplay).

- Το "**+**" αναφέρεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως: επίλυσης προβλήματος, μεταγνώσης, υπολογιστικής σκέψης, συνεργασίας κ.ά. Ο εκπαιδευτικός υποστηρίζει την ανάπτυξή τους με κατάλληλες παρεμβάσεις στη διάρκεια της δραστηριότητας. Μία τεχνική υποστήριξης είναι η τεχνική των τριών βημάτων:

1. Μοντελοποίηση της δεξιότητας: Με βάση τη βιβλιογραφία θα πρέπει να εντοπιστεί, τι πρέπει να μπορεί να κάνει ο μαθητής καθώς αναπτύσσει τη δεξιότητα και επιπλέον ποια είναι τα βήματα ενεργειών τα οποία συνθέτουν τη συγκεκριμένη δεξιότητα, π.χ. α) ανάλυση προβλήματος: ο μαθητής θα πρέπει να μπορεί να αναλύει ένα πρόβλημα στα απλούστερα μέρη του, β) αφαίρεση (abstraction): ο μαθητής θα πρέπει να μπορεί να διακρίνει την ίδια υποκείμενη προγραμματιστική δομή (pattern) σε προβλήματα με διαφορετικά επιφανειακά χαρακτηριστικά.
2. Αναλυτική καθοδήγηση για την ανάπτυξη της δεξιότητας στα αρχικά μαθήματα, σχεδιάζοντας και αναθέτοντας ρόλους στους μαθητές, οι οποίοι εναλλάσσονται ανά δραστηριότητα. Στο φύλλο εργασίας για κάθε ρόλο περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν (με τις κατάλληλες προτροπές) για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης δεξιότητας (scriptlet δεξιότητας).
3. Σταδιακή απόσυρση της αυστηρής καθοδήγησης, υποστηρίζοντας τη δεξιότητα με την ανάθεση ρόλων στο φύλλο εργασίας χωρίς αναλυτική βοήθεια, και με ερωτήσεις αναστοχασμού, ερωτήσεις δηλαδή που προτρέπουν τους μαθητές να σκεφτούν για την εφαρμογή της δεξιότητας. Ο εκπαιδευτικός, κατά τη διαδικασία αυτή, παρατηρεί - ελέγχει αν οι μαθητές εσωτερικεύουν το ρόλο/δεξιότητα και στην περίπτωση που οι μαθητές δυσκολεύονται, παρεμβαίνει υποστηρικτικά και δίνει την κατάλληλη ανάδραση.

Καθοριστικός είναι ο ρόλος του προπονητή – εκπαιδευτικού ο οποίος κατευθύνει τη μαθησιακή διαδικασία, δημιουργεί κίνητρα και καθοδηγεί τους μαθητές στην απόκτηση δεξιοτήτων και στον εμπλουτισμό των γνώσεων τους. Παρέχει άμεση ανατροφοδότηση, συζητά και παροτρύνει τους μαθητές να δουλέψουν και να εκφράσουν τις απόψεις και τις απορίες τους. Παρεμβαίνει συμβουλευτικά, ρυθμίζοντας τη διαδικασία με υποδείξεις και σχόλια, όπως: α) Γιατί συμβαίνει αυτό ή γιατί δεν συμβαίνει αυτό; β) Εξηγήστε πώς…; γ) Τι θα συμβεί εάν …; δ) Πώς επηρεάζει …; ε) Ποια είναι η βασική ιδέα …;

Παράλληλα ο προπονητής – εκπαιδευτής τονίζει στους μαθητές τη σημαντικότητα της ομαδικής δουλειάς και της συνεργασίας, ενισχύει την ευγενή άμιλλα μεταξύ τους, προσεγγίζει τα προβλήματα που δημιουργούνται ανάμεσα στα μέλη των ομάδων και τα χρησιμοποιεί για να ανατροφοδοτεί την τάξη, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών. Τέλος, φροντίζει να κατανοήσουν ότι τελικά όλοι θα είναι νικητές, συμμετέχοντας ενεργά στην παραπάνω εκπαιδευτική διαδικασία.

Χρονική οργάνωση σεμιναρίου ΕΡ

Ένα σεμινάριο ΕΡ οργανώνεται στα παρακάτω στάδια**:**

Πίνακας 1. Οργάνωση σεμιναρίου ΕΡ

Στάδιο	**Συνεδρίες/Διάρκεια**	**Δράση**
Εισαγωγικό	1 συνεδρία 2 ώρες	Εισαγωγή – Γνωριμία με το ρομπότ και το προγραμματιστικό περιβάλλον. Οργάνωση της τάξης
Προπόνησης	7-12 συνεδρίες 2ώρες ανά συνεδρία	Οι μαθητές υλοποιούν αυθεντικά προβλήματα με το ρομπότ.
Πρόκλησης	1 συνεδρία – 3 ώρες αγώνας	

Στο εισαγωγικό στάδιο, αρχικά γίνεται γνωριμία με το ρομπότ και το προγραμματιστικό του περιβάλλον. Στη συνέχεια, οργανώνεται η τάξη σε μικρές ομάδες (2-4 άτομα) και ενημερώνονται οι μαθητές για τους ρόλους που θα αναλαμβάνουν σε κάθε δραστηριότητα οι οποίοι και θα εναλλάσσονται με σκοπό να εξοικειωθούν οι μαθητές με όλους τους ρόλους. Κατόπιν τίθενται ως στόχος η επίτευξη της νίκης σε μια τελική πρόκληση - δοκιμασία («αγώνας») και τονίζουμε ότι για να επιτευχθεί η νίκη πρέπει να κατακτηθεί επαρκής γνώση προγραμματισμού του ρομπότ.
Στο στάδιο της προπόνησης δίνονται φύλλα εργασίας, διαμορφωμένα με κατάλληλα πρωτόκολλα ερωτημάτων και ενεργειών, τα οποία καθοδηγούν τους μαθητές στην υλοποίηση αυθεντικών προβλημάτων κλιμακούμενης δυσκολίας. Στα φύλλα εργασίας επιπλέον καθορίζονται: α) το σενάριο συνεργασίας με ανάθεση ρόλων στους μαθητές (Αναλυτή, Σχεδιαστή Αλγορίθμου, Προγραμματιστή, Αξιολογητή), β) ο τρόπος με τον οποίο θα υλοποιήσουν το ρόλο τους, και γ) η διάδραση με τους συνεργάτες τους, τόσο μέσα στην ομάδα, όσο και μεταξύ των ομάδων. Στην πορεία των συνεδριών, καθώς οι μαθητές αρχίζουν να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους στο προγραμματισμό και να αναπτύσσουν δεξιότητες, παρουσιάζεται βαθμιαία απόσυρση της καθοδήγησης, ώστε οι μαθητές να μπορούν να δράσουν αυτοδύναμα.
Στο στάδιο της πρόκλησης - τελικής δοκιμασίας δίνεται στις ομάδες ένα απαιτητικό, αλλά μέσα στις δυνατότητές τους, σενάριο - δοκιμασία και καθορίζονται σαφείς κανόνες για την βαθμολόγηση και την ανάδειξη του νικητή. Με την ολοκλήρωση σχολιάζουμε το τι συνέβη και γιατί, αναλύοντας τα θετικά και τα αδύναμα σημεία στις λύσεις της δοκιμασίας και στις στρατηγικές που ακολούθησε η κάθε ομάδα.

Εφαρμογή του εκπαιδευτικού μοντέλου ΣΠΠΑ+

Στη συνέχεια παρουσιάζονται μελέτες, οι οποίες βασίστηκαν στο μοντέλο ΣΠΠΑ+ και εστίασαν στην ανάπτυξη συγκεκριμένων δεξιοτήτων σε δραστηριότητες ΕΡ.

Μελέτες που εστίασαν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος

Στόχος της έρευνας αυτής (Νίκα, Ατματζίδου, & Δημητριάδης, 2012; 2013) ήταν η διερεύνηση της κατάλληλης καθοδήγησης για την ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος σε δραστηριότητες ΕΡ. Συνολικά 52 μαθητές (30 ΣΤ' Δημοτικού και 22 Α' Λυκείου) συμμετείχαν στις δραστηριότητες ΕΡ, οι οποίες διήρκησαν 11 εβδομάδες (2 ώρες την εβδομάδα). Οι μαθητές κάθε ηλικιακής τάξης χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την ομάδα με ισχυρή καθοδήγηση (n=28) και την ομάδα με ελάχιστη καθοδήγηση (n=24). Συγκεκριμένα, η ομάδα με την ισχυρή καθοδήγηση ακολουθούσε αναλυτικές γραπτές οδηγίες των φύλλων εργασίας στα οποία υπήρχε προτροπή για γραπτές απαντήσεις, ενώ η ομάδα με την ελάχιστη καθοδήγηση ακολουθούσε τις οδηγίες του φύλλου εργασίας στις οποίες όμως δεν υπήρχε προτροπή να εξωτερικεύσουν και να αναλύσουν τις σκέψεις τους γραπτά, σχετικά με τη διαδικασία που ακολούθησαν για τη λύση του προβλήματος. Στην όλη διαδικασία, ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους μαθητές, με κατευθυντικές ερωτήσεις και προτροπές (γραπτά σε φύλλο εργασίας ή και προφορικά) να σκέφτονται σχετικά με τη γνώση για τη γνώση τους, την παρακολούθηση και τον αναστοχασμό των γνωστικών τους διεργασιών, να εντοπίζουν δηλαδή ποιές στρατηγικές που εφάρμοσαν κατά την επίλυση του προβλήματος τους βοήθησαν να μάθουν και ποιες όχι. Όσον αφορά στην καθοδήγηση για την ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων, κατά την επίλυση των προβλημάτων βασιστήκαμε στα βήματα που προτείνει ο Polya (1945) για την επίλυση προβλημάτων: i)

κατανόηση του προβλήματος, ii) επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής ("Κάντε ένα σχεδιάγραμμα.", "Τμηματοποιήστε σε απλούστερα προβλήματα.", "Έχετε λύσει παρόμοιο πρόβλημα;") και δημιουργία ενός σχεδίου, iii) υλοποίηση του σχεδίου και τέλος iv) έλεγχος – αξιολόγηση - αναστοχασμός.

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος αξιολογήθηκε σε διάφορες φάσεις κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων από διαφορετικά εργαλεία αξιολόγησης, στα οποία οι μαθητές απαντούσαν είτε γραπτά είτε προφορικά.

Ένα εργαλείο αξιολόγησης μεταγνωστικών ικανοτήτων, το οποίο δόθηκε στην αρχή και το τέλος των δραστηριοτήτων, είναι το ερωτηματολόγιο Metacognitive Awareness Inventory (MAI). Αναλύοντας τα αποτελέσματά του διαπιστώνουμε ότι και οι δύο ομάδες ανέπτυξαν μεταγνωστικές ικανότητες στην επίλυση προβλημάτων με την ολοκλήρωση των προπονήσεων, με την ομάδα με ισχυρή καθοδήγηση να παρουσιάζει ανάπτυξη σε επίπεδο στατιστικής διαφοράς σε σχέση με την ομάδα με την ελάχιστη καθοδήγηση. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώθηκαν από το εργαλείο της τεχνικής της «προφορικής εξωτερίκευσης» (Think-Aloud protocol) με το οποίο οι μαθητές κλήθηκαν να περιγράψουν τη λύση και τις στρατηγικές επίλυσης που ακολούθησαν για την επίλυση ενός αυθεντικού προβλήματος.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες ανέπτυξαν τις δεξιότητες τους στην επίλυση προβλημάτων με την ολοκλήρωση των προπονήσεων, με την ομάδα με ισχυρή καθοδήγηση να παρουσιάζει ανάπτυξη σε επίπεδο στατιστικής διαφοράς σε σχέση με την ομάδα με την ελάχιστη καθοδήγηση. Παρατηρήθηκε, επίσης, ότι οι μαθητές της ομάδας ελέγχου ζητούσαν περισσότερες διευκρινίσεις σχετικά με το πρόβλημα και τις δομές που έπρεπε να χρησιμοποιήσουν για την επίλυσή του προβλήματος σε σύγκριση με τους μαθητές της πειραματικής ομάδας. Τέλος, από την ανάλυση περιεχομένου των συνεντεύξεων αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές βρήκαν πολύ χρήσιμο το ότι συνειδητοποίησαν ποιες πρέπει να είναι οι σκέψεις τους κατά την επίλυση προβλημάτων και αρκετοί δήλωσαν ότι πλέον τις εφαρμόζουν και σε άλλα μαθήματα, όπως τα Μαθηματικά.

Καταλήγουμε, λοιπόν, στο συμπέρασμα ότι η συστηματική παρέμβαση με ισχυρή καθοδήγηση κατά την επίλυση προβλημάτων υποστηρίζει την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος και μεταγνώσης σε μαθητές Δημοτικού και Λυκείου.

Μελέτες που εστίασαν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης

Η εργασία αυτή (Atmatzidou & Demetriadis, 2016) διερεύνησε την ανάπτυξη δεξιοτήτων Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ) σε δραστηριότητες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής εστιάζοντας σε δύο διαφορετικές ηλικιακές ομάδες (15 και 18 ετών) και στα δύο φύλα. Συνολικά συμμετείχαν 164 μαθητές (89 Γυμνασίου και 75 Επαγγελματικού Λυκείου) και οι δραστηριότητες διήρκησαν συνολικά 11 εβδομάδες (2 ώρες την εβδομάδα). Οι παρεμβάσεις για την υποστήριξη της ανάπτυξης δεξιοτήτων ΥΣ, να σκέφτονται δηλαδή σχετικά με τις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων με τον υπολογιστή, βασίστηκαν σε ένα κατάλληλο μοντέλο, το οποίο εστιάζει στις έννοιες της αφαίρεσης, γενίκευσης, αλγορίθμου, διαδικασίας και τμηματοποίησης. Αναλυτικότερα:

- Αφαίρεση: αναφέρεται στη διαδικασία α) απομάκρυνσης περιττών στοιχείων και λεπτομερειών για την απλοποίηση ενός προβλήματος και β) απομόνωσης βασικών χαρακτηριστικών ομοειδών προβλημάτων και η περιγραφή της κοινής τους συμπεριφοράς.
- Γενίκευση: αναφέρεται στη διαδικασία μεταβίβασης της επίλυσης ενός προβλήματος σε μια ευρεία ποικιλία προβλημάτων.

- Αλγόριθμος: αναφέρεται στην καταγραφή βήμα προς βήμα ενεργειών, αυστηρά καθορισμένων και εκτελέσιμων σε πεπερασμένο χρόνο, για την επίλυση ενός προβλήματος.
- Διαδικασία: αναφέρεται στη δημιουργία μιας ενέργειας – εντολής, η οποία ενσωματώνει ένα σύνολο συχνά επαναλαμβανόμενων ενεργειών, εκτελεί συγκεκριμένη λειτουργία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν τμήμα κώδικα (διαδικασία, συνάρτηση) στο ίδιο ή σε διαφορετικά προβλήματα.
- Τμηματοποίηση: αναφέρεται στη διαδικασία διάσπασης ενός προβλήματος σε μικρότερα τμήματα, τα οποία είναι ευκολότερο να επιλυθούν.

Οι δεξιότητές των μαθητών αξιολογήθηκαν σε διάφορες φάσεις κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων, από διαφορετικά εργαλεία αξιολόγησης, στα οποία οι μαθητές απαντούσαν γραπτά ή προφορικά. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι: α) οι δεξιότητες ΥΣ βελτιώθηκαν σημαντικά προς το τέλος των δραστηριοτήτων ΕΡ χρειάζονται, όμως, χρόνο για να αναπτυχθούν πλήρως όπως διαφαίνεται από τις βαθμολογίες των μαθητών, β) οι μαθητές φθάνουν τελικά στο ίδιο επίπεδο ανάπτυξης δεξιοτήτων ΥΣ ανεξάρτητα από την ηλικία και το φύλο τους, γ) τα κορίτσια εμφανίζονται σε πολλές περιπτώσεις να χρειάζονται περισσότερο χρόνο εξάσκησης για να φτάσουν στο ίδιο επίπεδο δεξιοτήτων σε σχέση με τα αγόρια. δ) η τροπικότητα (γραπτές και προφορικές απαντήσεις των μαθητών) του εργαλείων αξιολόγησης δεξιοτήτων ΥΣ πιθανόν να έχει επίδραση στις απαντήσεις των μαθητών.

Συζήτηση - συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει το εκπαιδευτικό μοντέλο "ΣΠΠΑ+", για την οργάνωση δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (ΕΡ), το οποίο βασίζεται στη συνεργασία, το πρόβλημα, το παιχνίδι-άμιλλα και εστιάζει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου. Ο εκπαιδευτικός επεμβαίνει υποστηρικτικά με κατάλληλες παρεμβάσεις, ανάλογα με τις δεξιότητες τις οποίες αποσκοπεί να καλλιεργήσει στους μαθητές του.

Ενδεικτικά, αναφέρονται δύο έρευνες οι οποίες βασίστηκαν στο μοντέλο ΣΠΠΑ+ και εστίασαν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων: i) μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος, και ii) υπολογιστικής σκέψης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι α) η δημιουργία ομάδων και η κατανομή αρμοδιοτήτων με ρόλους βοήθησε τους μαθητές να συνεργαστούν, να ασχοληθούν ενεργά και δημιούργησε κίνητρα να μάθουν με σκοπό να συνεισφέρουν στην ομάδα τους, β) η επίλυση αυθεντικών προβλημάτων που έχουν νόημα για τους μαθητές και η δυνατότητα της άμεσης ανατροφοδότησης (feedback) σχετικά με την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων τους, που παρέχουν οι δραστηριότητες ΕΡ, εμπλέκει ενεργά τους μαθητές και βοηθά στην ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων, όπως χαρακτηριστικά δηλώσαν ότι συνειδητοποίησαν ως προς το ποιες πρέπει να είναι οι σκέψεις τους κατά την επίλυση προβλημάτων και μάλιστα ότι τις εφαρμόζουν και σε άλλα μαθήματα όπως τα Μαθηματικά, γ) η πτυχή του παιχνιδιού και το κίνητρο της τελικής δοκιμασίας μεταξύ των ομάδων κατά την τελική πρόκληση είναι τα στοιχεία που κράτησαν αμείωτο το ενδιαφέρον των μαθητών και βοήθησαν να ξεπεραστούν οι όποιες δυσκολίες, δ) οι δραστηριότητες ΕΡ ενθουσίασαν το σύνολο των μαθητών. Αυτό διαφαίνεται από το ενδιαφέρον τους να συνεχίσουν να ασχολούνται με τη Ρομποτική και μετά το πέρας των δραστηριοτήτων.

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι η Εκπαιδευτική Ρομποτική βασισμένη στο μοντέλο ΣΠΠΑ+ μπορεί να αποτελέσει όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου.

Αναφορές

Alimisis, D. (2009). *Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods.* Athens: School of Pedagogical and Technological Education.

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), pp-63.

Atmatzidou S., Markelis I., Demetriadis S., (2008). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning, *Work. Proc. Int. Conf. Simulation, Model. Program. Auton. Robot.* 22–30.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.

Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education,* 58(3), 978-988.

Blanchard, S., Freiman, V., &Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: innovative potential of technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2851-2857.

Carbonaro, M., Rex, M. & Chambers, J.(2004). Using LEGO Robotics in a Project-Based Learning Environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning,* 6(1).

Druin, A., &Hendler, J. (2000). *Robots for kids: Exploring new technologies for learning*. San Diego, CA: Academic Press.

Eteokleous-Grigoriou, N., & Psomas, C. (2013). Integrating Robotics as an Interdisciplinary-Educational Tool in Primary Education. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (Vol. 2013, No. 1, pp. 3877-3881).

Frangou, S., Papanikolaou, K., Aravecchia, L., Montel, L., Ionita, S., Arlegui, J., Pina, A.. Menegatti, E., Moro, M., Fava, N., Monfalcon, S., Pagello, I. (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. *Workshop Proceedings of SIMPAR 2008*, pp. 54—65.

La Paglia, F., Rizzo, R., La Barbera, D., &Cardaci M. (2010). Using robotics construction kits as metacognitive tools: a research in an italian primary school. Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine. *Advanced Technologies in the Behavioral, Social, and Neurosciences,* 154, 110-114.

Papert, S. (1993). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas, (2nd ed.)*. New York, NY: Basic Books

Polya, G. (1945). *How to solve it.* Princeton University Press, New Jersey, 1st edition.

Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373–394.

Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., & Ford, M. J. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a roboticssummer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216.

Williams, D., Ma, Y. & Prejean, L. (2010). A Preliminary Study Exploring the Use of Fictional Narrative in Robotics Activities. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching,* 29(1), 51-71. Chesapeake, VA: AACE.

Νίκα Π., Ατματζίδου Σ., & Δημητριάδης Στ. (2012). Ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλημάτων σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής. Στο Χ. Καραγιαννίδης, Π. Πολίτης & Η. Καρασαββίδης (επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση»*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 28-30 Σεπτεμβρίου 2012.

Νίκα Π., Ατματζίδου Σ., & Δημητριάδης Στ. (2013). Η εκπαιδευτική ρομποτική ως όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλημάτων μαθητών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Στο Α. Λαδιάς, Α. Μικρόπουλος, Χ. Παναγιωτακόπουλος, Φ. Παρασκευά, Π. Πιντέλας, Π. Πολίτης, Σ. Ρετάλης, Δ.Σάμψων, Ν. Φαχαντίδης, Α. Χαλκίδης (επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ),* Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς, 10-12 Μαΐου 2013.

Παιχνίδια για κινητές συσκευές στη διδασκαλία και μάθηση της Πληροφορικής

Ιωάννης Σιακαβάρας, Μαρίνα Παπαστεργίου, Νικόλαος Ζουρμπάνος
isiakavaras@pe.uth.gr, mpapas@pe.uth.gr, nzourba@pe.uth.gr
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Στόχος της εργασίας είναι να αναδείξει τις δυνατότητες που προσφέρουν τα παιχνίδια για κινητές συσκευές και τις προοπτικές που δημιουργούν για τον εμπλουτισμό της διδασκαλίας και μάθησης της Πληροφορικής. Στην εργασία: α) συνοψίζονται ερευνητικές μελέτες πάνω στην αξιοποίηση κινητών παιχνιδιών στη διδασκαλία και μάθηση της Πληροφορικής, β) παρουσιάζεται ένα είδος κινητών παιχνιδιών με επίγνωση του περιβάλλοντος, τα Παιχνίδια που Βασίζονται στην Τοποθεσία (ΠΒΤ) (location-based games), τα οποία μπορούν να επιτρέψουν τη σύζευξη της φυσικής κίνησης του παίκτη σε εξωτερικούς χώρους με μαθησιακές δραστηριότητες διερεύνησης - ανακάλυψης και επίλυσης προβλημάτων, γ) περιγράφονται και συγκρίνονται διαδεδομένες πλατφόρμες δημιουργίας εκπαιδευτικών ΠΒΤ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς της Πληροφορικής και δ) παρουσιάζεται συνοπτικά το πλαίσιο υπό εξέλιξης έρευνας που αφορά στη σχεδίαση, υλοποίηση και αξιολόγηση ΠΒΤ για τη εκμάθηση εννοιών και δεξιοτήτων Πληροφορικής και την παράλληλη προαγωγή της φυσικής δραστηριότητας του παίκτη, το οποίο απευθύνεται σε μαθητές Λυκείου (για χρήση στον ελεύθερο χρόνο εκτός σχολείου) ή/και σε νεαρούς ενήλικες.

Λέξεις κλειδιά: μάθηση μέσω κινητών συσκευών, παιχνίδια που βασίζονται στην τοποθεσία, πλατφόρμες δημιουργίας κινητών παιχνιδιών, διδασκαλία Πληροφορικής, φυσική δραστηριότητα

Εισαγωγή

Η επιτυχία της εμπορικής βιομηχανίας ψηφιακών παιχνιδιών, η μεγάλη έλξη που ασκούν τα ψηφιακά παιχνίδια στους νέους, η πεποίθηση ότι τα παιχνίδια αυτά μπορούν να τεθούν στην υπηρεσία της μάθησης και η εμφάνιση ισχυρών και εύχρηστων εργαλείων δημιουργίας ψηφιακών παιχνιδιών συντέλεσαν στην ανάπτυξη της έρευνας γύρω από τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια (Martens et al., 2008). Ο Malone (1980) τόνισε τη σχέση μεταξύ εσωτερικής παρακίνησης και μάθησης και επεσήμανε την περιέργεια, τη φαντασία και την πρόκληση ως βασικά στοιχεία που γοητεύουν τους παίκτες ψηφιακών παιχνιδιών, τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη σχεδίαση εκπαιδευτικών ψηφιακών παιχνιδιών. Ο Prensky (2001) όρισε τα εξής δομικά στοιχεία των ψηφιακών παιχνιδιών που θα πρέπει να εμπεριέχονται σε ένα εκπαιδευτικό ψηφιακό παιχνίδι ώστε να είναι ελκυστικό: κανόνες, στόχοι, αφήγηση-αναπαράσταση, διένεξη και ανταγωνισμός, αποτελέσματα και ανατροφοδότηση, καθώς και αλληλεπίδραση του παίκτη με τον κόσμο του παιχνιδιού ή/και με άλλους παίκτες.

Η μάθηση μέσω ψηφιακών παιχνιδιών μπορεί να συνυπάρξει με άλλες μορφές μάθησης σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και σε ποικίλες θεματικές περιοχές με στόχο την παρακίνηση των μαθητών/φοιτητών και τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Jong et al., 2010; Kazimoglu et al., 2012). Έρευνες που εξέτασαν την αποτελεσματικότητά της έχουν δείξει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Kordaki, 2011; Papastergiou, 2009; Sitzmann, 2011). Επίσης, η μάθηση μέσω ψηφιακών παιχνιδιών μπορεί να συνεισφέρει στην υιοθέτηση

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

σύγχρονων, εποικοδομητικών προσεγγίσεων που δίνουν έμφαση στη δραστηριότητα του μαθητή/φοιτητή και στην επίλυση προβλημάτων (Kazimoglu et al., 2012; Jong, et al., 2010).
Οι τεχνολογικές εξελίξεις στο χώρο των κινητών συσκευών οδήγησαν στην ευρεία χρήση έξυπνων τηλεφώνων (smartphones) και ταμπλετών με σημαντική επεξεργαστική ισχύ, χώρο αποθήκευσης και δυνατότητες πολυμέσων. Εκατομμύρια χρήστες εγκαθιστούν και παίζουν ψηφιακά παιχνίδια στις κινητές συσκευές τους, ενώ ο παγκόσμιος «τζίρος» της βιομηχανίας κινητών παιχνιδιών (mobile games) αυξάνεται αλματωδώς (ESA, 2014). Στην επιτυχία των παιχνιδιών αυτών συντελούν και τα νέα χαρακτηριστικά των κινητών συσκευών, που δεν απαντώνται στους σταθερούς υπολογιστές και τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη μάθηση (Lee, 2005). Συγκεκριμένα, οι σύγχρονες κινητές συσκευές περιλαμβάνουν δέκτη GPS, επιταχυνσιόμετρο και άλλους αισθητήρες, μέσω των οποίων μπορούν να συλλέγουν πληροφορίες για το περιβάλλον του παίκτη, όπως τη θέση και την κίνησή του (μέσω GPS και επιταχυνσιόμετρου), την εγγύτητα αντικειμένων (μέσω αισθητήρα εγγύτητας) κ.ά. (Liu et al., 2011). Καθίσταται, επομένως, εφικτή η ανάπτυξη παιχνιδιών που έχουν επίγνωση του περιβάλλοντος. Δυναμικά μεταβαλλόμενες πληροφορίες σχετιζόμενες με το περιβάλλον του παίκτη μπορούν να μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο στο παιχνίδι και να καθορίζουν την αλληλεπίδραση του παίκτη με αυτό καθώς και την πρόοδό του σε αυτό. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να αυξήσει περαιτέρω τη δέσμευση του παίκτη στο παιχνίδι και στην περίπτωση που το παιχνίδι είναι εκπαιδευτικό, να βελτιώσει ενδεχομένως περαιτέρω τα μαθησιακά του αποτελέσματα (Liu et al., 2011). Επίσης, τα κινητά παιχνίδια μπορούν να παρέχουν ευκαιρίες για συνεχή, αυτο-κατευθυνόμενη μάθηση, οπουδήποτε και οποτεδήποτε, συμβάλλοντας στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ της τυπικής μάθησης στο σχολείο/πανεπιστήμιο και της άτυπης μάθησης στον ελεύθερο χρόνο των μαθητών/φοιτητών (Lee, 2005).
Τα κινητά παιχνίδια αποτελούν επομένως πολλά υποσχόμενα εργαλεία για την εκπαίδευση. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει τις δυνατότητες και τις προοπτικές που προσφέρουν τα κινητά παιχνίδια για τη διδασκαλία της Πληροφορικής. Στην εργασία, αρχικά συνοψίζονται ερευνητικές μελέτες πάνω στην αξιοποίηση κινητών παιχνιδιών στη διδασκαλία της Πληροφορικής. Κατόπιν, παρουσιάζεται ένα είδος κινητών παιχνιδιών με επίγνωση του περιβάλλοντος, τα Παιχνίδια που Βασίζονται στην Τοποθεσία (ΠΒΤ) (location-based games) καθώς και διάφορες πλατφόρμες για τη δημιουργία ΠΒΤ, που μπορούν να αξιοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς της Πληροφορικής. Τέλος, περιγράφεται συνοπτικά το πλαίσιο υπό εξέλιξη έρευνας πάνω στη δημιουργία και αξιολόγηση ΠΒΤ για την εκμάθηση εννοιών σχετικών με την ασφαλή χρήση του Διαδικτύου.

Παιχνίδια για κινητές συσκευές στη διδασκαλία της Πληροφορικής

Από τον Οκτώβριο του 2015 έως τον Ιανουάριο του 2016 αναζητήθηκαν σε βιβλιογραφικές πηγές (Scopus, ScienceDirect, Springer, IEEE Xplore, Google Scholar) άρθρα δημοσιευμένα από το 2005 και μετά με βάση τις λέξεις-κλειδιά: mobile games, learning, education, informatics, programming, computer science. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι μελέτες που εντοπίστηκαν κατά την αναζήτηση και αφορούν στην αξιοποίηση κινητών παιχνιδιών στη διδασκαλία εννοιών Πληροφορικής και προγραμματισμού.
Τρεις μελέτες αφορούσαν στην εκμάθηση θεμάτων υλικού, ασφάλειας και θεμελιωδών εννοιών Πληροφορικής. Στην πρώτη (Fotouhi-Ghazvini et al., 2009) παρουσιάζεται παιχνίδι περιπέτειας για την εκμάθηση όρων σχετικών με τη μητρική πλακέτα και την κατανόηση των λειτουργιών της μητρικής. Ο κόσμος του παιχνιδιού είναι η πόλη της μητρικής με τις διάφορες περιοχές της (π.χ. ΚΜΕ) και τα αντίστοιχα ηλεκτρονικά κυκλώματα. Βασικός χαρακτήρας είναι ένα λεωφορείο (το «bus») και ο οδηγός του (το «λειτουργικό σύστημα»). Ο

παίκτης κινείται στο φανταστικό κόσμο αλληλεπιδρώντας με τα αντικείμενα που συναντά και απαντώντας σε ερωτήσεις με στόχο κάθε φορά το λεωφορείο να φτάσει στον προορισμό του και να ολοκληρώσει επιτυχώς το έργο του (π.χ. σωστή μεταφορά δεδομένων από τη θύρα του σαρωτή στην οθόνη). Η αξιολόγηση του παιχνιδιού με 15 φοιτητές πληροφορικής, που έγινε μέσω παρατηρήσεων και τεστ γνώσης τεχνικών όρων, έδειξε ότι το παιχνίδι συνεισέφερε στην παρακίνηση για μάθηση, καθώς και στην κατανόηση και εκμάθηση τεχνικών όρων. Στη δεύτερη μελέτη (Arachchilage et al., 2013), που έγινε σε 40 φοιτητές και εργαζόμενους σε δύο πανεπιστήμια, παρουσιάζεται κινητό παιχνίδι για την εκπαίδευση στην προστασία από επιθέσεις ηλεκτρονικού ψαρέματος (phishing). Στόχος είναι ο παίκτης να μάθει να αναγνωρίζει και να αποφεύγει ύποπτες διευθύνσεις ιστοσελίδων και ύποπτα ηλεκτρονικά μηνύματα. Βασικός χαρακτήρας είναι ένα ψάρι που πρέπει να αποφύγει τα ύποπτα δολώματα των ψαράδων. Κάθε δόλωμα συνδέεται με μια διεύθυνση ιστοσελίδας (ή ένα μήνυμα). Το ψάρι πρέπει να φάει μόνον εκείνα που αναπαριστούν νόμιμες διευθύνσεις ή μηνύματα (απορρίπτοντας τα υπόλοιπα) πριν εκπνεύσει ο χρόνος. Οι συμμετέχοντες που έπαιξαν το παιχνίδι δήλωσαν πολύ ικανοποιημένοι και είχαν σημαντικότερη βελτίωση σε πρακτικό τεστ αναγνώρισης επιθέσεων phishing σε σύγκριση με εκείνους που χρησιμοποίησαν ισοδύναμο εκπαιδευτικό ιστότοπο.

Πίνακας 1. Αξιοποίηση κινητών παιχνιδιών στη διδασκαλία της Πληροφορικής

Πηγή	Όνομα παιχνιδιού	Ομάδα στόχος	Πλατφόρμα	Αντικείμενο μάθησης
Fotouhi-Ghazvini et al. 2009	MOBO City	Φοιτητές	Android	Υλικό υπολογιστή
Arachchilage et al. 2013	Antiphising Game	Φοιτητές	Android	Ασφάλεια στο Διαδίκτυο
Lovaszova & Palmarova 2013	Δεν αναφέρεται	Μαθητές Δημοτικού-Γυμνασίου	Windows Phone	Θεμελιώδεις έννοιες πληροφορικής
Jordine et al. 2014	Java Tower Defense	Φοιτητές	Android	Προγραμματισμός
Zhang & Lu 2014	iPlayCode	Φοιτητές	iOS	Προγραμματισμός
Shellington et al. 2015	Syntax Circuitry	Μαθητές Λυκείου - Φοιτητές	Andoid	Προγραμματισμός

Στην τρίτη μελέτη (Lovaszova & Palmarova, 2013) χρησιμοποιήθηκαν ΠΒΤ που δεν είχαν σχεδιαστεί ειδικά για την εκπαίδευση στην Πληροφορική προκειμένου να εισαχθούν 13 μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου σε θεμελιώδεις έννοιες Πληροφορικής (δομή στοίβας, γράφους). Ένα από αυτά βασιζόταν σε ένα λαϊκό παραμύθι και απαιτούσε ο παίκτης να ολοκληρώσει μια σειρά εργασιών με τον εξής περιορισμό: καμία εργασία δεν μπορούσε να ολοκληρωθεί πριν την ολοκλήρωση της εμφωλευμένης της υπο-εργασίας. Άλλο παιχνίδι απαιτούσε ο παίκτης να κινηθεί στον χώρο ώστε να σχεδιάσει ένα σπίτι «μονοκοντυλιά» με διαφορετικούς τρόπους. Οι μαθητές έπαιξαν σε ομάδες τα παιχνίδια σε εξωτερικό χώρο. Διαπιστώθηκε, μέσω παρατηρήσεων και συνεντεύξεων, ότι ήταν μια διασκεδαστική εμπειρία που τους βοήθησε να κατανοήσουν τη δομή της στοίβας και την έννοια του γράφου και να εξοικειωθούν με την τεχνολογία GPS.

Οι υπόλοιπες τρεις μελέτες αφορούσαν στη διδασκαλία του προγραμματισμού σε φοιτητές. Στην πρώτη (Jordine et al., 2014) παρουσιάζεται παιχνίδι για την εκμάθηση προγραμματισμού σε Java με σενάριο την υπεράσπιση ενός φρουρίου. Ο παίκτης πρέπει να υλοποιήσει μια κλάση για να ορίσει έναν πύργο με κώδικα Java. Ο κώδικας ελέγχεται και αν

είναι σωστός, ο παίκτης περνά στο επόμενο επίπεδο, στο οποίο πρέπει να αρχικοποιήσει τους πύργους του και να τους τοποθετήσει στον εικονικό χώρο, μέσα στον οποίο κινείται ο εχθρός. Ο παίκτης πρέπει να προγραμματίσει τους πύργους του κατάλληλα ώστε να εμποδίσει τον εχθρό να φτάσει στο τέρμα της διαδρομής του. Παρέχεται δυνατότητα σύγκρισης των καλύτερων επιδόσεων (leaderboard) μεταξύ των φοιτητών. Ωστόσο, δεν αναφέρονται αποτελέσματα αξιολόγησης. Η δεύτερη μελέτη (Shellington et al., 2015) αφορά σε παιχνίδι για την εξάσκηση στο βασικό συντακτικό των γλωσσών C, C++ και Java (δήλωση μεταβλητών, δομές επιλογής, δομές επανάληψης). Στόχος είναι να μάθει κανείς να εντοπίζει εύκολα συντακτικά λάθη. Φούσκες με αποσπάσματα κώδικα κυλούν προς τα κάτω στην οθόνη. Ο παίκτης πρέπει να σπάσει τις φούσκες με τη λανθασμένη σύνταξη αφήνοντας ανέπαφες εκείνες με την ορθή σύνταξη. Υποστηρίζονται διαφορετικά επίπεδα δυσκολίας, οθόνη αποτελεσμάτων (με αριθμό/είδος των συντακτικών λαθών που εμφανίστηκαν) και λειτουργία leaderboard. Αξιολόγηση σε δείγμα 13 φοιτητών, μέσω ερωτηματολογίων, έδειξε ότι το παιχνίδι άρεσε στους συμμετέχοντες και ότι βελτίωσε την ικανότητα διάκρισης μεταξύ ορθής και λανθασμένης σύνταξης. Η τρίτη μελέτη (Zhang & Lu, 2014) αφορά σε παρόμοιο παιχνίδι για την εκμάθηση της σύνταξης της γλώσσας προγραμματισμού C++. Στον παίκτη εμφανίζονται αποσπάσματα κώδικα, που θα πρέπει να χαρακτηρίσει ως σωστά ή λανθασμένα μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό περιθώριο, κερδίζοντας ή χάνοντας πόντους αντίστοιχα. Οι υψηλές επιδόσεις επιβραβεύονται με μετάλλια. Υποστηρίζονται επίπεδα δυσκολίας και μηχανισμός leaderboard. Οι 36 φοιτητές που συμμετείχαν βρήκαν το παιχνίδι ευχάριστο, αλλά δεν έγινε αξιολόγηση μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η έρευνα πάνω στην αξιοποίηση κινητών παιχνιδιών στη διδασκαλία της Πληροφορικής είναι ακόμη περιορισμένη. Τα αποτελέσματα των λίγων μελετών που εντοπίστηκαν και περιλάμβαναν αξιολόγηση παιχνιδιών φαίνεται να συγκλίνουν στο ότι τα παιχνίδια που χρησιμοποιήθηκαν κίνησαν το ενδιαφέρον των μαθητών/φοιτητών και επέφεραν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Τα ενθαρρυντικά αυτά ευρήματα πρέπει να υποστηριχθούν από περαιτέρω έρευνα. Επίσης, διαπιστώνεται ότι στη σχεδίαση των παιχνιδιών δεν έχουν ληφθεί υπόψη τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά των κινητών συσκευών που τις διαφοροποιούν από τους σταθερούς υπολογιστές (π.χ. GPS, αισθητήρες) με εξαίρεση μία από τις μελέτες όπου χρησιμοποιήθηκαν ΠΒΤ, χωρίς ωστόσο αυτά να έχουν σχεδιαστεί ειδικά για τη διδασκαλία της Πληροφορικής.

Κινητά παιχνίδια που βασίζονται στην τοποθεσία

Οι σύγχρονες κινητές συσκευές μπορούν να αναγνωρίζουν τη γεωγραφική θέση του χρήστη ενώ αυτός/ή κινείται με αποτέλεσμα να είναι εφικτά παιχνίδια που επεξεργάζονται γεωχωρικά δεδομένα (Lovaszova & Palmarova, 2013). Ένα παιχνίδι θεωρείται ΠΒΤ όταν απαιτεί από τον παίκτη φυσική μετακίνηση από θέση σε θέση και εξελίσσεται ανάλογα με την θέση του παίκτη (Avouris & Yiannoutsou, 2012). Στα ΠΒΤ υπάρχει ισχυρή σύνδεση μεταξύ φυσικών και εικονικών δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, χάρτες περιοχών του πραγματικού κόσμου μπορούν να χρησιμεύσουν ως χάρτες του παιχνιδιού (game maps, playgrounds) και να συνδέονται με πραγματικά ή εικονικά αντικείμενα, τα οποία οι παίκτες πρέπει να συλλέξουν, να αποφύγουν ή να αλληλεπιδράσουν μαζί τους με κάποιον τρόπο (Kamel Boulos & Yang, 2013). Η δημοτικότητα των ΠΒΤ έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια καθώς κινητά τηλέφωνα με ενσωματωμένο δέκτη GPS έγιναν ευρέως διαθέσιμα.

Τα ΠΒΤ μπορούν να διευκολύνουν την υλοποίηση καινοτόμων, εποικοδομητικών μαθησιακών προσεγγίσεων εμπλέκοντας τους παίκτες σε αυθεντικές δραστηριότητες με νόημα, οι οποίες συνδυάζουν τη φυσική κίνηση σε εξωτερικούς χώρους του πραγματικού κόσμου με τη διερεύνηση-ανακάλυψη, την επίλυση προβλημάτων και τη συνεργασία (στην

περίπτωση παιχνιδιών πολλαπλών παικτών), υποστηρίζοντας διάφορες γνωστικές και κοινωνικές συνιστώσες της μάθησης (Spikol & Milrad, 2008). Μέσα από δραστηριότητες του τύπου αυτού μπορεί να ενθαρρυνθεί η φυσική δραστηριότητα των παικτών και να καλλιεργηθούν δεξιότητες σκέψης, διερεύνησης, επίλυσης προβλημάτων, επικοινωνίας και συνεργασίας (Barnett et al., 2013; Spikol & Milrad, 2008).

Πλατφόρμες δημιουργίας κινητών παιχνιδιών που βασίζονται στην τοποθεσία

Παρακάτω παρουσιάζονται τέσσερις πλατφόρμες για τη δημιουργία ΠΒΤ και εμπειριών επαυξημένης πραγματικότητας. Οι εξελίξεις στις τεχνολογίες των κινητών συσκευών έχουν επιτρέψει την ανάπτυξη πλατφορμών δημιουργίας παιχνιδιών με εκπαιδευτικό προσανατολισμό και δυνατότητες που μπορούν να εμπλουτίσουν τις μαθησιακές εμπειρίες των παικτών (π.χ. GPS, επαυξημένη πραγματικότητα). Τρεις από τις παρουσιαζόμενες πλατφόρμες (TaleBlazer, ARIS, Wherigo) είναι ανοικτού κώδικα και θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς της Πληροφορικής.

Το TaleBlazer (http://taleblazer.org/) επιτρέπει τη δημιουργία παιχνιδιών για κινητές συσκευές (Android ή iOS). Αναπτύχθηκε από το MIT και εστιάζει στη σύνδεση της μάθησης με την τεχνολογία και το παιχνίδι. Χρησιμοποιώντας ένα online εργαλείο συγγραφής, η δημιουργία ενός παιχνιδιού πραγματοποιείται με την επιλογή του χάρτη όπου το παιχνίδι θα λάβει χώρα και με την τοποθέτηση σε αυτόν εικονικών χαρακτήρων (agents) με τους οποίους ο παίκτης θα αλληλεπιδρά. Το παιχνίδι εξελίσσεται στον πραγματικό και τον εικονικό κόσμο. Η σύνδεση εικονικού-πραγματικού κόσμου καθορίζεται από τη θέση του παίκτη στον πραγματικό κόσμο, όπως αυτή ορίζεται από τη θέση GPS. Ο παίκτης περιηγείται σε μια περιοχή έχοντας εγκατεστημένο στην κινητή συσκευή του λογισμικό του Taleblazer. Καθώς μετακινείται, το στίγμα του GPS του επιτρέπει να αλληλεπιδρά με κοντινά εικονικά αντικείμενα.

Το ARIS (http://arisgames.org/) αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο του Wisconsin. Περιλαμβάνει online εργαλείο συγγραφής για τη δημιουργία ΠΒΤ και αλληλεπιδραστικών ιστοριών, καθώς και εφαρμογή για κινητές συσκευές (iOS), στις οποίες παίζονται τα παραγόμενα παιχνίδια. Τα παιχνίδια αυτά αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων σε εξυπηρετητές της πλατφόρμας (δεν χρειάζεται εγκατάσταση στην κινητή συσκευή του παίκτη από το App Store). Χρησιμοποιώντας το GPS και κώδικες QR οι παίκτες περιηγούνται σε έναν υβριδικό κόσμο με εικονικούς χαρακτήρες και αντικείμενα που τοποθετούνται σε φυσικό χώρο (Aurelia et al., 2014).

Το 7scenes (http://7scenes.com/) επιτρέπει τη δημιουργία ιστοριών και ΠΒΤ που περιλαμβάνουν βίντεο, εικόνες και ήχους. Διατίθεται online εργαλείο συγγραφής και τα παραγόμενα παιχνίδια παίζονται σε κινητές συσκευές Android ή iOS. Καθώς οι παίκτες περιηγούνται σε μια περιοχή (με ενεργοποιημένο το GPS) «πυροδοτούνται» διάφορα γεγονότα. Οι παίκτες μπορούν να συμμετέχουν ενεργά δημοσιεύοντας φωτογραφίες, σχόλια ή προτάσεις και καθιστώντας αυτά διαθέσιμα και σε άλλα ακροατήρια μέσω πλατφορμών κοινωνικής δικτύωσης (Facebook, Twitter). Παρέχεται δυνατότητα σύνδεσης στοιχείων πολυμέσων με σημεία ενδιαφέροντος πάνω σε χάρτη ώστε τα στοιχεία να εμφανίζονται όταν οι παίκτες φτάσουν στα αντίστοιχα σημεία (Spallazzo et al., 2011).

Το Wherigo (http://wherigofoundation.com/) επιτρέπει τη δημιουργία ΠΒΤ, περιηγήσεων και ιστοριών. Για παράδειγμα, σε ένα μυθιστορηματικό παιχνίδι περιπέτειας οι παίκτες θα πρέπει να περιηγηθούν σε συγκεκριμένα μέρη, να εκτελέσουν εργασίες καθώς και να συλλέξουν και να χρησιμοποιήσουν εικονικά ή πραγματικά αντικείμενα. Τα παιχνίδια δημιουργούνται μέσω online εργαλείου συγγραφής ή μέσω εργαλείου συγγραφής για υπολογιστή με Windows και παίζονται στον πραγματικό κόσμο. Ο παίκτης θα πρέπει να

έχει συσκευή Android ή iOS, να κατεβάσει το αρχείο του παιχνιδιού μέσα από το λογισμικό του Wherigo για κινητές συσκευές και να ενεργοποιήσει το GPS.
Στο Πίνακα 2 παρουσιάζονται συγκριτικά λειτουργίες των τεσσάρων πλατφορμών.

Πίνακας 2. Πλατφόρμες για τη δημιουργία ΠΒΤ

Πλατφόρμα	Ρόλοι	Υποστήριξη αξιολόγησης	Υποστήριξη πολυμέσων	Κώδικες QR	Συλλογή δεδομένων	Ανοικτού κώδικα	Πολλαπλών παικτών
TaleBlazer	✓	✓	✓	-	-	✓	-
ARIS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7scenes	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
Wherigo	✓	✓	✓	-	-	✓	-

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, και οι τέσσερις πλατφόρμες επιτρέπουν στο δημιουργό ενός παιχνιδιού να αναθέτει διαφορετικούς ρόλους στους παίκτες, να ενσωματώνει στο παιχνίδι αξιολογήσεις διαφόρων μορφών (π.χ. πολλαπλών επιλογών, συμπλήρωσης κενού) και να «επικαλύπτει» το φυσικό χώρο με αντικείμενα και χαρακτήρες αλληλεπιδραστικών πολυμέσων. Λιγότερες πλατφόρμες παρέχουν στο δημιουργό τη δυνατότητα ενσωμάτωσης στο παιχνίδι κωδικών QR (που δρουν ως δείκτες ή στόχοι για την ενεργοποίηση διαφόρων μέσων, όπως βίντεο, ιστοσελίδες, 3D μοντέλα) και τη δυνατότητα αποθήκευσης (στην κινητή συσκευή ή σε εξυπηρετητή) δεδομένων που επιθυμούν να καταγράφουν οι παίκτες κατά την περιήγησή τους στο φυσικό χώρο (π.χ. ήχους, φωτογραφίες). Τέλος, προς το παρόν, μόνο δύο από τις πλατφόρμες υποστηρίζουν τη δημιουργία παιχνιδιών για μεγάλο αριθμό παικτών ώστε αυτοί/ές να μπορούν να αλληλεπιδρούν σε έναν κοινό κόσμο.

Η υπό εξέλιξη έρευνα

Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι υπάρχει η ανάγκη να σχεδιαστούν, να αναπτυχθούν και να αξιολογηθούν παιχνίδια για τη διδασκαλία και εκμάθηση της Πληροφορικής που να εκμεταλλεύονται τα ιδιαίτερα εκείνα χαρακτηριστικά των σύγχρονων κινητών συσκευών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τη μάθηση και τα οποία δεν απαντώνται σε σταθερούς υπολογιστές, όπως η δυνατότητα ανίχνευσης της γεωγραφικής θέσης του παίκτη μέσω GPS.
Όπως προαναφέρθηκε, τα ΠΒΤ μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην προαγωγή της μάθησης αλλά και της φυσικής δραστηριότητας (Barnett et al., 2013). Η ενθάρρυνση της φυσικής δραστηριότητας στους μαθητές/φοιτητές είναι ένα σημαντικό ζητούμενο σήμερα δεδομένου ότι, λόγω της έλλειψης φυσικής δραστηριότητας και της κακής διατροφής, όλο και περισσότεροι νέοι είναι υπέρβαροι/παχύσαρκοι (Kosti & Panagiotakos, 2006). Επιπλέον, αν και για δεκαετίες η κίνηση και η νόηση θεωρούνταν ασύνδετες, πολλές επιστημονικές μελέτες υποστηρίζουν πλέον τη θετική σύνδεση μεταξύ της φυσικής δραστηριότητας και της γνωστικής λειτουργίας - αλλά και της συναισθηματικής ανάπτυξης και της ακαδημαϊκής επίδοσης - αναδεικνύοντας την ανάγκη δημιουργίας περιβαλλόντων μάθησης που να περιλαμβάνουν κινητικές δραστηριότητες (Jensen, 2005).
Στόχος της υπό εξέλιξης έρευνας είναι η σχεδίαση, ανάπτυξη και αξιολόγηση ενός ΠΒΤ επαυξημένης πραγματικότητας για την εκμάθηση εννοιών σχετικών με τη ασφαλή χρήση του Διαδικτύου. Το παιχνίδι απευθύνεται σε μαθητές Λυκείου (για χρήση στον ελεύθερο χρόνο εκτός σχολείου) ή/και σε νεαρούς ενήλικες. Το υπό σχεδίαση παιχνίδι βασίζεται στη γεωγραφική θέση και στο περιβάλλον του παίκτη, απαιτεί φυσική δραστηριότητα και αξιοποιεί την κίνηση του παίκτη (π.χ. περπάτημα) ως βασικό στοιχείο της μηχανικής του.

Στη σχεδίαση του παιχνιδιού λαμβάνονται υπόψη αρχές της εμπειρικής και εξερευνητικής μάθησης, οι ιδιαίτερες δυνατότητες που προσφέρουν οι κινητές συσκευές, καθώς και τα στοιχεία που, όπως προαναφέρθηκε στην εισαγωγή, θα πρέπει να εμπεριέχονται στα εκπαιδευτικά ψηφιακά παιχνίδια (π.χ. σαφείς κανόνες, άμεση ανατροφοδότηση, αλληλεπίδραση, πρόκληση). Το παιχνίδι προορίζεται για χρήση σε έξυπνο κινητό τηλέφωνο ή ταμπλέτα (Android ή iOS) και ακολουθεί ένα αφηγηματικό μοντέλο με τις φάσεις του να εξελίσσονται μέσω προβλημάτων, επεξεργασίας, συγκρούσεων, κορύφωσης και επίλυσης.

Στο πλαίσιο του παιχνιδιού, οι παίκτες -σε ομάδες των δυο- αναλαμβάνουν το ρόλο χαρακτήρων του παιχνιδιού, οι οποίοι αντιμετωπίζουν προβλήματα ασφάλειας στο Διαδίκτυο. Περιηγούνται σε διάφορες τοποθεσίες και εξερευνούν προβλήματα που θα πρέπει να επιλύσουν, ενώ παράλληλα καταγράφεται η φυσική τους δραστηριότητα (με βάση τη διανυόμενη απόσταση σε χιλιόμετρα). Οι παίκτες θα πρέπει να ανακαλύψουν πηγές (π.χ. βίντεο, έγγραφα, συνομιλίες) σχετικές με την λειτουργία του Διαδικτύου και την ασφαλή περιήγηση και να συλλέξουν πληροφορίες. Εικονικοί ψηφιακοί πράκτορες παίζουν το ρόλο συμβούλου παρέχοντας στους παίκτες πρόσθετες πληροφορίες για το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν και πρέπει να επιλύσουν. Οι σύμβουλοι θα βρίσκονται στο χώρο μιας ευρύτερης περιοχής και προκειμένου οι παίκτες να αλληλεπιδράσουν με αυτούς ώστε να λάβουν πληροφορίες, θα πρέπει να βαδίσουν -κάνοντας χρήση του συστήματος GPS- ως τη θέση του κάθε συμβούλου, που σημειώνεται στον χάρτη με ένα χρωματικό σχήμα. Οι παίκτες θα πρέπει να συνθέσουν και να αναλύσουν τις παραπάνω πληροφορίες που συγκεντρώνουν ώστε να τις αξιοποιήσουν για να μπορέσουν να προχωρήσουν στο παιχνίδι.

Στο φυσικό χώρο θα βρίσκονται και άλλα αντικείμενα που πρέπει να συλλέξουν οι παίκτες βαδίζοντας, τα οποία παρουσιάζονται σε μορφή επαυξημένης πραγματικότητας, συνδέονται με συγκεκριμένες τοποθεσίες και η διαθεσιμότητά τους εξαρτάται από την επίδοση των παικτών. Στη βασική οθόνη κάθε παίκτης θα βλέπει την τρέχουσα θέση και τον χάρτη της περιοχής όπου λαμβάνει χώρα το παιχνίδι. Στην επιλογή μενού θα εμφανίζονται όλες οι πιθανές ενέργειες που ο παίκτης μπορεί να εκτελέσει. Θα υποστηρίζεται σύστημα βαθμολογίας βασιζόμενο στους πόντους που θα κερδίζουν/χάνουν οι παίκτες μέσα από τις δραστηριότητές τους και τις απαντήσεις τους στις διάφορες φάσεις του παιχνιδιού. Το παιχνίδι θα επιτρέπει παραμετροποίηση ώστε να είναι εφικτή η χρήση του σε οποιαδήποτε φυσική τοποθεσία. Επίσης, ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό του είναι να υποστηρίζει τη συνεργατική μάθηση μέσω της λειτουργίας πολλαπλών χρηστών (multiplayer). Συγκεκριμένα, οι παίκτες χωρισμένοι σε ομάδες των δυο ατόμων θα συναγωνίζονται και νικήτρια ομάδα θα αναδεικνύεται αυτή που θα συλλέξει τα περισσότερα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω στον χάρτη συγκεντρώνοντας παράλληλα την υψηλότερη βαθμολογία.

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας σχεδίασης και ανάπτυξης του παιχνιδιού, που θα περιλαμβάνει και διαμορφωτική αξιολόγησή του με μικρό αριθμό παικτών, θα πραγματοποιηθεί μελέτη τελικής αξιολόγησής του σε μεγαλύτερο δείγμα προκειμένου να ελεγχθούν η αποτελεσματικότητα του παιχνιδιού ως προς την εκμάθηση εννοιών σχετικών με την ασφαλή χρήση του Διαδικτύου, οι επιδράσεις του στη φυσική δραστηριότητα των παικτών, καθώς και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ κίνησης και μάθησης.

Αναφορές

Arachchilage, N., Love, S., & Maple, C. (2013). Can a mobile game teach computer users to thwart phishing attacks? *International Journal for Infonomics*, 6(3/4), 720-730.

Aurelia, S., Raj, D., & Saleh, O. (2014). Mobile augmented reality and interactive storytelling. In V. Mladenov et al. (eds.), *Mathematics and Computers in Science and Industry* (pp. 332-337). USA: CPS.

Avouris, N., & Yiannoutsou, N. (2012). A review of mobile location-based games for learning across physical and virtual spaces. *Journal of Universal Computer Science*, 18(15), 2120-2142.

Barnett, L. M., Bangay, S., McKenzie, S., & Ridgers, N. D. (2013). Active gaming as a mechanism to promote physical activity and fundamental movement skill in children. *Frontiers in Public Health*, 1 (74), 1-3.

ESA (2014). Annual Report 2014. Entertainment Software Association, http://www.theesa.com/wp-content/uploads/2015/03/ESA-2014-Annual-Report.pdf.

Fotouhi-Ghazvini, F., Earnshaw, R., Robison, D., & Excell, P. (2009). The MOBO City: A mobile game package for technical language learning. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 3(2), 19-24.

Jensen, E. (2005). *Teaching with the brain in mind (2nd Edition)*. Alexandria: ASCD.

Jong, M.S., Shang, J., & Lee, F. (2010). Constructivist learning through computer gaming. In M. Syed (eds.), *Technologies Shaping Instruction and Distance Education* (pp. 207–222), Hershey: Information Sc.

Jordine, T., Liang, Y., & Ihler, E. (2014). A mobile-device based serious gaming approach for teaching and learning Java programming. In *Proceedings of Frontiers in Education Conference (FIE2014)* (pp. 1-5). Madrid: IEEE.

Kamel Boulos, M., & Yang, S. (2013). Exergames for health and fitness: the roles of GPS and geosocial apps. *International Journal of Health Geographics*, 12(18).

Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., & Mackinnon, L. (2012). A serious game for developing computational thinking and learning introductory computer programming. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 1991–1999.

Kordaki, M. (2011). A computer card game for the learning of basic aspects of the binary system in primary education: Design and pilot evaluation. *Education and Information Technologies*, 16, 395–421.

Kosti, R., & Panagiotakos, D. (2006). The epidemic of obesity in children and adolescents in the world. *Central European Journal of Public Health*, 14, 151–159.

Lee, J. H. (2005). The educational use of mobile games. In *Proceedings of the Online Learning and Teaching Conference (OLT2005)* (pp. 143-149), Brisbane, Australia: Queensland University of Technology.

Liu, C., Zhu, Q., Holroyd, K., & Seng. E. (2011). Status and trends of mobile-health applications for iOS devices: A developer's perspective. *Journal of Systems and Software*, 84(11), 2022–2033.

Lovaszova, G., & Palmarova, V. (2013). Location-based games in informatics education. *Lecture Notes in Computer Science*, 7780, 80-90.

Malone, T. (1980). What makes things fun to learn? Heuristics for designing instructional computer games. In *Proceedings of the 3rd ACM SIGSMALL Symposium and the 1st SIGPC Symposium* (pp. 162–169), Palo Alto, USA: ACM.

Martens, A., Diener, H., & Malo, S. (2008). Game-based learning with computers – learning, simulations, and games. In Z. Pan, A. Cheok, W. Muller & A. Rhalibi (eds.), *Transactions on Edutainment I*, 5080 (pp 172-190), Berlin-Heidelberg: Springer.

Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high-school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers and Education*, 52(1), 1-12.

Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill.

Shellington, W.A., Humphries, T.O., Morsi, R., & Rizvi, M.A. (2015). Syntax circuitry: A mobile game for practicing programming language syntax. In *Proceedings of the Frontiers in Education Conference (FIE2015)* (pp. 1-4), El Paso, TX: IEEE.

Sitzmann, T. (2011). A meta- analytic examination of the instructional effectiveness of computer- based simulation games. *Personnel Psychology*, 64(2), 489-528.

Spallazzo, D., Ceconello, M., & Lenz, R. (2011). Walking, learning, enjoying. Mobile technology on the trail of design masterpieces. In M. Dellepiane et al. (eds.), *Proceedings of the 12th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (VAST 2011)*, Goslar: Eurographic.

Spikol, D., & Milrad, M. (2008). Physical activities and playful learning using mobile games. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 3(3), 275-295.

Zhang, J., & Lu, J. (2014). Using mobile serious games for learning programming. In C.P. Ruckerman et al. (eds.), *Proceedings of the 4th International Conference on Advanced Communications and Computation (INFOCOMP2014)* (pp. 24-29), Paris: IARIA.

ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ 3
Προγράμματα Σπουδών Πληροφορικής

ΣΥΜΠΟΣΙΟ

Η γλώσσα Python στην εκπαίδευση: Ζητήματα διδασκαλίας και ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών

Οργάνωση

Σταύρος Δημητριάδης
Τμήμα Πληροφορικής
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Η Python και η «τέχνη του υπολογίζειν»: πρόταση για ένα λεξικό μοντέλων διδασκαλίας της γλώσσας

Σταύρος Δημητριάδης
sdemetri@csd.auth.gr
Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η εισαγωγή της γλώσσας Προγραμματισμού Python στην ελληνική Επαγγελματική Εκπαίδευση γεννά την ανάγκη για έναν κατάλληλο διδακτικό μετασχηματισμό της γλώσσας, κάτι που δημιουργεί μια πρόσθετη ευθύνη για τον εκπαιδευτικό. Το παρόν άρθρο παρουσιάζει αρχικά βασικά στοιχεία δομής και λειτουργίας της γλώσσας υποστηρίζοντας την άποψη πως οι ιδιαιτερότητες της Python (ως γλώσσας δυναμικού τύπου) δημιουργούν ένα ευνοϊκό πλαίσιο για εμβάθυνση στην «τέχνη του υπολογίζειν», δηλαδή τη συγκριτική ανάλυση των διαφορετικών μορφών έκφρασης της υπολογιστικής σκέψης, έτσι όπως υλοποιούνται από ποικίλα εργαλεία (γλώσσες) Προγραμματισμού. Στη συνέχεια παρουσιάζονται έξι μοντέλα διδασκαλίας της γλώσσας («ψευδογλώσσας», «απλουστευτικό», «εργαλειακό», «επεξηγηματικό», «αντικειμενοστρεφές», και «μεταπρογραμματιστικό») σχολιάζοντας τις δυνατότητες, περιορισμούς και ιδιαίτερες προϋποθέσεις εφαρμογής του καθενός. Τα μοντέλα προτείνονται ως εργαλεία διδακτικού μετασχηματισμού για την αποδοτική αξιοποίηση της Python στην εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: Python, υπολογιστική σκέψη, Διδακτική Προγραμματισμού

Εισαγωγή

Στην Python η αντιμετάθεση τιμών δύο μεταβλητών a και b μπορεί να υλοποιηθεί απλά με μία εντολή της μορφής: a, b = b, a. Στρατιές εκπαιδευτικών Πληροφορικής που δίδαξαν στους μαθητές τους την αντιμετάθεση με χρήση της ενδιάμεσης μεταβλητής temp στέκονται προβληματισμένοι καθώς σκέφτονται: «πρέπει να διδάξω τώρα αυτό;»

Το παρόν άρθρο επιχειρεί μία εισαγωγική ανάλυση των τρόπων («μοντέλων») διδασκαλίας της Python με αφορμή την εισαγωγή της γλώσσας στην ελληνική Επαγγελματική Εκπαίδευση (και ίσως κάποια στιγμή και τη γενική) και την ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών Πληροφορικής που καλούνται να τη διδάξουν. Την ανάλυση καθιστά σημαντική το γεγονός πως η Python ως γλώσσα δυναμικής διαχείρισης τύπων (ή απλά «δυναμικού τύπου») εφαρμόζει ιδιαίτερες μορφές υπολογιστικής αναπαράστασης και αυτό έρχεται σε σύγκρουση με τα νοητικά μοντέλα κατανόησης του Προγραμματισμού που συνήθως βασίζονται σε αντίστοιχες αναπαραστάσεις των γλωσσών στατικού τύπου (π.χ. C/C++, Java).

Θέση του συγγραφέα είναι πως τα ιδιαίτερα αυτά χαρακτηριστικά της Python (και γενικότερα των γλωσσών δυναμικού τύπου) αγγίζουν βαθύτερα επίπεδα της υπολογιστικής σκέψης και γεννούν έναν εξαιρετικά γόνιμο προβληματισμό σχετικά με το πώς αυτή εκφράζεται και προάγεται. Έτσι, το άρθρο τονίζει την άποψη ότι η ανθρώπινη ανάγκη για υπολογιστική σκέψη δεν ταυτίζεται με μια συγκεκριμένη αναπαράσταση, εργαλείο ή τεχνική Προγραμματισμού (κατ' αναλογία με την ανάγκη για εικαστική έκφραση η οποία δεν ταυτίζεται με συγκεκριμένα εργαλεία ή τεχνικές του εικαστικού). Η «τέχνη του υπολογίζειν» (όπως και κάθε άλλη τέχνη) περιλαμβάνει σαφώς και ένα επίπεδο ανθρώπινης δραστηριότητας που αφορά τη δημιουργία, επιλογή, συγκριτική αξιολόγηση και διδακτικό μετασχηματισμό των ποικίλων εργαλείων έκφρασης της υπολογιστικής σκέψης. Συνεπώς, ο

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

εκπαιδευτικός Πληροφορικής (ως «καλλιτέχνης του υπολογίζειν») θα πρέπει να μετασχηματίζει διδακτικά τα εργαλεία και τις τεχνικές υπολογισμού, ώστε να ανταποκρίνεται με επιτυχία σε ιδιαίτερους στόχους και επίπεδα μάθησης. Τελικός –και πρακτικός- στόχος του άρθρου είναι να αποκρυσταλλώσει αυτό τον προβληματισμό σε μια σειρά μοντέλων διδασκαλίας της Python, ώστε να προσφέρει στον εκπαιδευτικό ένα χρήσιμο εργαλείο διαφοροποίησης της διδακτικής προσέγγισης ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες και χαρακτηριστικά των μαθητών.

Υπολογιστική σκέψη

Ο όρος «υπολογιστική σκέψη» (ΥΣ) (computational thinking) πρωτοαναφέρθηκε από τον Papert (1996) αλλά επανήλθε στην επικαιρότητα μετά τα άρθρα της Wing (2006), η οποία υποστήριξε πως η υπολογιστική σκέψη είναι μια γενική ανθρώπινη δεξιότητα, ισότιμη με τις παραδοσιακές δεξιότητες αλφαβητισμού (γραφή, ανάγνωση, αριθμητική) και επομένως θα πρέπει να καλλιεργείται στον μαθητικό πληθυσμό προς όφελος των ατόμων αλλά και των κοινωνικών ομάδων γενικότερα. Για το τι συνθέτει την υπολογιστική σκέψη έχουν γραφεί πολλά άρθρα, χωρίς οι συγγραφείς να συμφωνούν πάντοτε για το ακριβές περιεχόμενο του όρου. Ένας απλός και πρακτικός ορισμός της ΥΣ προτείνεται από τη διεθνή κοινότητα εκπαιδευτικών Πληροφορικής (Operational Definition of Computational Thinking, 2011), σύμφωνα με τον οποίο η υπολογιστική σκέψη είναι μια δεξιότητα επίλυσης προβλήματος που περιλαμβάνει μεταξύ άλλων:

- Διαμόρφωση ενός προβλήματος με τρόπο που να επιτρέπει τη χρήση υπολογιστή για την επίλυσή του.
- Λογική οργάνωση και ανάλυση δεδομένων.
- Αναπαράσταση δεδομένων με αφηρημένες δομές όπως μοντέλα και προσομοιώσεις.
- Αυτοματοποίηση λύσεων μέσω αλγοριθμικής σκέψης.

Προφανώς η αναπαράσταση δεδομένων και ο αλγόριθμος είναι σημαντικά στοιχεία της υπολογιστικής σκέψης, όμως, κανένα από αυτά δεν ορίζονται απολύτως μονοσήμαντα. Ποικίλες αναπαραστάσεις και αλγόριθμοι είναι διαθέσιμοι, καθένα με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά του (τις «ιδιαιτερότητές» του) και είναι θέμα της κοινότητας το πώς αποφασίζει να υιοθετήσει συγκεκριμένες μορφές τους για να καλύψει αντίστοιχες ανάγκες καθώς αυτές αναφύονται ή μετασχηματίζονται. Στην περίπτωση των γλωσσών Προγραμματισμού η διαφορετική διαχείριση της έννοιας του «τύπου» και της «μεταβλητής» (και ό,τι αυτό συνεπάγεται στη συνέχεια) που κάνουν οι γλώσσες στατικού και δυναμικού τύπου καταδεικνύει, ότι οι όποιες «σταθερές» της υπολογιστικής σκέψης θα πρέπει να αναζητηθούν σε ακόμη υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης. Αυτό έχει ενδιαφέρουσες συνέπειες για την εκπαίδευση.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της Python

Ιστορικά

Η Python εμφανίστηκε επίσημα τη δεκαετία του 1990: η έκδοση 1.0 τον Ιανουάριο του 1994 και ακολούθησαν η έκδοση 2.0 τον Οκτώβριο του 2000, ενώ η πιο πρόσφατη 3.0 τον Δεκέμβριο του 2008 (History of Python, n.d.). Η γλώσσα προτάθηκε εξ αρχής ως γλώσσα για την εύκολη εκμάθηση Προγραμματισμού από όλους αλλά και ως γλώσσα σεναρίων (scripting). Στην πορεία, η εκτίμηση ότι ο χρόνος του ανθρώπου προγραμματιστή είναι πολύτιμος έστρεψε το ενδιαφέρον σε γλώσσες οι οποίες (όπως η Python) μειώνουν τον χρόνο ανάπτυξης και εκσφαλμάτωσης κώδικα με την απλή και εύκολα κατανοητή σύνταξή τους.

Έτσι, σήμερα η Python βρίσκεται σταθερά μεταξύ των 5 δημοφιλέστερων γλωσσών Προγραμματισμού (TIOBE index, n.d.) και θεωρείται ένα εξαιρετικό εργαλείο που συνδέει ιδανικά το χώρο της εκπαίδευσης και τον επαγγελματικό χώρο καθώς συνοδεύεται και από πληθώρα βιβλιοθηκών που επιτρέπουν την αποδοτική ανάπτυξη εφαρμογών σε ποικίλες περιοχές (πχ. Radenski, 2006).

Τεχνικά χαρακτηριστικά της γλώσσας

Αντικειμενοστρέφεια και δυναμική διαχείριση τύπων

Η Python είναι εκ θεμελίων της αντικειμενοστρεφής γλώσσα. Κάθε τιμή (literal) που εμφανίζεται στον κώδικα είναι ένα προγραμματιστικό αντικείμενο που έχει κληρονομήσει ιδιότητες και μεθόδους της κλάσης του. Π.χ. στις εντολές x=1 και y="spam" οι τιμές 1 και "spam" είναι αντικείμενα που κληρονομούν ιδιότητες και μεθόδους από τις κλάσεις int & str αντίστοιχα. Αυτό προσφέρει τη βάση για τη δυναμική διαχείριση τύπων καθώς τα χαρακτηριστικά του τύπου αφορούν τις τιμές και όχι τους αναγνωριστές. Οι διάφοροι αναγνωριστές απλά «συνδέονται» με κάποιο αντικείμενο-τιμή όταν εκτελείται μια εντολή ανάθεσης. Μάλιστα πολλαπλοί αναγνωριστές μπορούν να αναφέρονται στο ίδιο αντικείμενο-τιμή (shared object reference).

Ήδη, αυτό το στοιχείο της γλώσσας δημιουργεί ερωτηματικά στην εκπαίδευση καθώς η έννοια της μεταβλητής δεν υπάρχει στην Python με τον τρόπο που συνήθως εισάγεται αλλού, δηλαδή σαν ένα όνομα που αφορά μια θέση μνήμης (περιέχον), η οποία θέση περιέχει κάποιο δεδομένο (περιεχόμενο) με τιμή που μεταβάλλεται αλλά διαθέτει συγκεκριμένο και αμετάβλητο τύπο (στατική διαχείριση μέσω δήλωσης τύπου). Στις γλώσσες δυναμικού τύπου η έννοια της «μεταβλητής» παραπέμπει περισσότερο σε ένα όνομα-ετικέτα που συνδέεται (μέσω δείκτη) με κάποιο αντικείμενο στη μνήμη, ενώ αυτή η σύνδεση μπορεί να αλλάζει δυναμικά (κάτι όπως τα αυτοκόλλητα-"sticker" που τα κολλάμε όποτε θέλουμε σε όποιο φυσικό αντικείμενο θέλουμε). Πώς θα χειριστεί ο εκπαιδευτικός το ζήτημα αυτό; Θα εμβαθύνει και θα εξηγήσει αυτή τη μορφή υπολογιστικής αναπαράστασης στους μαθητές ή θα το αποφύγει για να μην προκληθεί σύγχυση, ιδιαίτερα αν οι μαθητές έχουν προαναπαραστάσεις που συνάδουν με τη μεταφορά περιέχον-περιεχόμενο;

Βασικές δομές: Έλεγχος και επανάληψη

Οι βασικές δομές δομημένου Προγραμματισμού στην Python περιλαμβάνουν την εντολή ελέγχου if..elif..else και τις δομές επανάληψης while..else και for..range() (ή σωστότερα for..<iterable>). Ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά εδώ είναι: α) η χρήση ενός προαιρετικού κλάδου else, β) η λειτουργία της συνάρτησης range() η οποία μπορεί να δημιουργήσει μαθησιακές δυσκολίες (Georgatos, 2002), και γ) η λειτουργία του βρόχου for με οποιαδήποτε απαριθμήσιμη δομή (iterable) στη θέση της range. Τεχνικά μιλώντας, πρόκειται για τύπο δεδομένου που μέσω της μεθόδου __next__ επιστρέφει τιμές στον δείκτη («μεταβλητή») επανάληψης του βρόχου. Η λειτουργία αυτή επιτρέπει στον προγραμματιστή να συνδέει ελεύθερα τον δείκτη και με άλλες τιμές μέσα στο βρόχο. Νέα ερωτήματα επομένως για τον εκπαιδευτικό: πώς θα εισάγει τους μαθητές σ' αυτές τις ιδιαιτερότητες της γλώσσας; Θα «αποσιωπήσει» ίσως κάποιες δυνατότητες που έρχονται σε αντίθεση με τις τεχνικές Προγραμματισμού σε γλώσσες στατικού τύπου;

Δομές δεδομένων

Η βασική και πλέον ευέλικτη δομή δεδομένων στην Python είναι η λίστα (list) με χρήση της οποίας μπορούν να υλοποιηθούν και πίνακες (καθώς δεν υπάρχει άμεσα διαθέσιμη δομή της κλασικής μορφής "array"). Άλλες δομές όπως το λεξικό (dictionary) (που αποτελεί έναν

πίνακα κερματισμού), η πλειάδα ή ομάδα (tuple) (ουσιαστικά μια αμετάλλακτη λίστα) και το σύνολο (set) (δομή με ιδιότητες παρόμοιες με τα μαθηματικά σύνολα) επεκτείνουν ισχυρά τις δυνατότητες αναπαράστασης της γλώσσας.
Ενδιαφέροντα σημεία προβληματισμού για την εκπαίδευση: α) η δημιουργία της λίστας και β) η «μεταλλαξιμότητα» (mutability) μιας δομής. Το πρώτο είναι τεχνικά αποδοτικότερο να γίνεται με «περιγραφή λίστας» (list comprehension) κάτι που όμως είναι πιο δυσνόητο συντακτικά. Εναλλακτικά, μπορεί να γίνει με χρήση της μεθόδου append(), όπου όμως πάλι χρειάζονται πρωθύστερες εξηγήσεις για την έννοια της μεθόδου και την τεχνική της σημειογραφίας τελείας (dot notation). Όσον αφορά το δεύτερο, η μεταλλαξιμότητα μιας δομής μπορεί να δημιουργήσει παρανοήσεις στον αρχάριο, ειδικά στο θέμα κλήσης συναρτήσεων όπου κάθε αλλαγή τιμής σε μεταλλάξιμη δομή-όρισμα μέσα στη συνάρτηση επηρεάζει την ίδια δομή στη γενική (global) εμβέλεια του κώδικα.

Python και Εκπαίδευση

Γενικά, η Python θεωρείται ως εξαιρετική επιλογή ως πρώτη γλώσσα Προγραμματισμού για λόγους όπως (Guo, 2008):

- Όμορφη, καθαρή σύνταξη, και συνοπτική σε σωστό βαθμό ώστε ούτε να προκαλεί οπτική υπερφόρτωση ούτε σύγχυση ή ελλιπή κατανόηση.
- Διερμηνευόμενη, άρα η εκτέλεση εκκινεί άμεσα και παρέχεται άμεση ανάδραση στον μαθητή (καθώς κάποια σφάλματα εμφανίζονται αργότερα στο χρόνο εκτέλεσης), σε αντίθεση με μεταγλωττιζόμενες (compiled) γλώσσες στατικού τύπου όπου η εκτέλεση δεν εκκινεί αν δεν διορθωθούν όλα τα συντακτικά σφάλματα (κάτι που καθυστερεί και αποθαρρύνει τον μαθητή).
- Αλληλεπιδραστική γραμμή εντολών (command prompt), ώστε να παρέχεται άμεση ανατροφοδότηση κατά την εκτέλεση απλών εντολών κώδικα.
- Δεν υπάρχει απαίτηση για δήλωση μεταβλητών κάτι που απλοποιεί τη συγγραφή και εκτέλεση του κώδικα για τον αρχάριο.

Ο Georgatos (2002) καταγράφει γνώμες κάποιων Ελλήνων εκπαιδευτικών σε πιλοτική μελέτη σε ελληνικά σχολεία (στο πλαίσιο του μαθήματος «Ανάπτυξη εφαρμογών σε προγραμματιστικό περιβάλλον» της Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου). Ως θετικά σημεία αναφέρονται:

- Μικρότερος κώδικας άρα μικρότερη πιθανότητα για λάθη.
- Εύκολη γραφή και γρηγορότερη ανάπτυξη.
- Οι μαθητές περνάνε εύκολα από τον ψευδοκώδικα στον πραγματικά εκτελέσιμο κώδικα.
- Δεν απαιτείται τμήμα δηλώσεων, κάτι που επιτρέπει να εστιάζει κανείς σ΄ αυτό που είναι πιο σημαντικό.
- Οι μαθητές συχνά γράφουν κώδικα που τρέχει σωστά με την πρώτη φορά.
- Προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών και είναι ενθουσιασμένοι με τη γλώσσα.
- Κατάλληλο για χρήση στην εκπαίδευση, ένα σημαντικό εργαλείο.

Ως σημεία προβληματισμού:

- Διαφορετική σύνταξη (σε σχέση με την ψευδογλώσσα) που όμως οι μαθητές την καταλαβαίνουν εύκολα.
- Ο τρόπος σύνταξης της for..range (δεν το αναφέρουν όμως ως πρόβλημα όλοι οι ερωτηθέντες εκπαιδευτικοί).
- Η σχέση της Python με την ψευδογλώσσα στην οποία εξετάζονται οι μαθητές πανελλαδικά.

Πρώτα συμπεράσματα

Αναφέροντας τα προηγούμενα πολύ βασικά στοιχεία για την Python, ο στόχος είναι να τονιστούν τα εξής: α) η γλώσσα έχει χαρακτηριστικά που την καθιστούν ιδανική για την εισαγωγή αρχαρίων στον Προγραμματισμό, β) η ιδιαίτερη μορφή και σύνταξη της Python σίγουρα δημιουργεί σημεία διδακτικού προβληματισμού για τον εκπαιδευτικό, και γ) η έννοια «υπολογιστική σκέψη» δεν συνδέεται με συγκεκριμένες μορφές αναπαράστασης μιας συγκεκριμένης κατηγορίας εργαλείων Προγραμματισμού, αλλά με υψηλότερου επιπέδου αφαιρέσεις που εισάγουν έναν πρόσθετο προβληματισμό στη διδακτική πρακτική. Για παράδειγμα, το κλασικό ερώτημα της Διδακτικής Προγραμματισμού «πώς να εισάγω τους μαθητές στην έννοια της μεταβλητής;» μετασχηματίζεται σε: «ποια είναι η μορφή της έννοιας της μεταβλητής με την οποία θέλω να εξοικειώσω τους μαθητές μου και πώς θα το πετύχω αυτό;» Έτσι, οι διδακτικές αποφάσεις και στόχοι μάθησης που θέτει ο εκπαιδευτικός περιλαμβάνουν και τη μορφή υπολογιστικής σκέψης και έκφρασης που αποτελεί τη βάση μιας εκπαιδευτικής δραστηριότητας, λαμβάνοντας φυσικά υπόψη τα χαρακτηριστικά και ανάγκες του μαθητικού πληθυσμού στον οποίο απευθύνεται.

Με τον τρόπο αυτό, η υπολογιστική σκέψη προβάλει ως μια «διάχυτη» (ubiquitous) νοητική δεξιότητα της οποίας η γενική στόχευση είναι μεν η υπολογιστική επίλυση του προβλήματος, τα εργαλεία όμως που χρησιμοποιεί (γλώσσες, δομές, αλγόριθμοι, κ.λπ.) βρίσκονται πάντοτε μέσα σε μια κοινωνιο-ιστορική εξελικτική διαδικασία αλληλο-διαμόρφωσης και μετασχηματισμού σε σύνδεση πάντοτε και με πρακτικές ανάγκες. Ο αναγκαίος διδακτικός μετασχηματισμός της Python δημιουργεί το κατάλληλο πλαίσιο για την κατανόηση αυτής της δυναμικής πλευράς της «τέχνης του υπολογίζειν». Προς την κατεύθυνση αυτή παρουσιάζονται στη συνέχεια μια σειρά από διδακτικά μοντέλα, τα οποία διευκρινίζουν προϋποθέσεις, συνθήκες και περιορισμούς εκπαιδευτικής χρήσης της γλώσσας.

Μοντέλα διδασκαλίας

Το μοντέλο «ψευδογλώσσας»

Ο απλούστερος τρόπος να παρουσιαστεί η Python σε αρχάριους μαθητές είναι ως μία λειτουργική (δηλ. εκτελέσιμη) μορφή ψευδογλώσσας. Έτσι, μια απλή τεχνική είναι να καθοδηγηθεί ο μαθητής να συλλάβει το πέρασμα από την απλή ψευδογλώσσα στα Ελληνικά στην «ψευδογλώσσα» Python στα Αγγλικά. Την προσέγγιση αυτή μπορεί να τη δει κανείς να εφαρμόζεται στο βιβλίο μαθητή της Γ΄ τάξης του Επαγγελματικού Λυκείου Γενικής Παιδείας (Κωτσάκης κ.ά., 2015). Καθώς μάλιστα η έκδοση 3.x είναι απολύτως συμβατή με κωδικοποίηση Unicode μπορεί κανείς να αναπτύξει μια βιβλιοθήκη με συναρτήσεις και μεθόδους με ονόματα στα Ελληνικά, ώστε ο μαθητής να γράφει π.χ. τύπωσε(x) (αντί print(x)) και ο κώδικάς του να εκτελείται.

Εν τούτοις το μοντέλο αυτό «καταρρέει» πολύ γρήγορα αφού πολύ νωρίς εμφανίζονται οι συντακτικές ιδιαιτερότητες της Python που την απομακρύνουν από μια απλή –και ίσως «ιδανική»- ψευδογλώσσα. Μάλιστα η έκδοση 2.x της γλώσσας δημιουργεί προβληματικές καταστάσεις ήδη στις απλές αριθμητικές πράξεις όπου δεν υπάρχει τελεστής διαίρεσης ακεραίων που να επιστρέφει δεκαδικό μέρος. Π.χ. η εντολή «print 3/2» επιστρέφει «1», κάτι που έρχεται σε αντίθεση με τη λογική προσδοκία των μαθητών για «1,5». Προτείνεται η χρήση της έκδοσης 3.x, η οποία δεν έχει τέτοιους περιορισμούς. Συνοψίζοντας, το μοντέλο «ψευδογλώσσας» μπορεί να εφαρμοστεί ως εισαγωγικό μοντέλο αρχαρίων όταν ζητούμενο είναι να αντιληφθούν ορισμένες πολύ γενικές έννοιες του υπολογίζειν με χρήση απλουστευτικής έκφρασης. Η χρήση της Python σ΄ αυτή την περίπτωση δεν στοχεύει στην

εκμάθηση της γλώσσας καθ' εαυτής αλλά εισάγεται ως λειτουργική ψευδογλώσσα που δίνει άμεση ανάδραση στις προγραμματιστικές ενέργειες του μαθητή.

Το «απλουστευτικό» μοντέλο

Το μοντέλο αυτό προτείνει ότι σε σημεία όπου η Python προκαλεί διδακτικά προβλήματα μπορεί ο εκπαιδευτικός να «απλοποιεί» τη διδασκαλία παίρνοντας κατάλληλες διδακτικές αποφάσεις, ώστε να παραμείνει κοντά στις επιθυμητές μορφές έκφρασης υπολογιστικής σκέψης.

Στην πράξη η ιδέα αυτή έχει δύο εκδοχές: «απόκρυψη» και «επέκταση». Η εκδοχή της «απόκρυψης» προτείνει ότι η διδασκαλία αποκρύπτει θέματα που θα απαιτούσαν εμβάθυνση στην ιδιαίτερη αναπαράσταση της Python και επιλέγει παρουσίαση συμβατή με τις ήδη υπάρχουσες κατανοήσεις των μαθητών ή την κατανόηση που επιδιώκει ο εκπαιδευτικός. Έτσι, η έννοια της μεταβλητής μπορεί να παρουσιαστεί χωρίς εξηγήσεις για την αναφορά σε αντικείμενα και με τρόπο που να συνάδει με τις μαθηματικές προαναπαραστάσεις των μαθητών. Παρόμοια, η αντιμετάθεση τιμών δύο μεταβλητών μπορεί να διδαχθεί με την τεχνική της ενδιάμεσης μεταβλητής, χωρίς χρήση αναπαραστάσεων που ίσως θυμίζουν «μαγικές» μεθόδους στους μαθητές.

Η εκδοχή της «επέκτασης» της γλώσσας προτείνει τη χρήση κατάλληλων συναρτήσεων (διαθέσιμων μέσω εξωτερικής βιβλιοθήκης) που προσφέρουν συντακτικά απλούστερο κώδικα στα σημεία της Python με ιδιαίτερη σύνταξη. Ένα τέτοιο παράδειγμα δίνει και ο Georgatos (2002) με τη συνάρτηση series() για τη δημιουργία λίστας, αποφεύγοντας την χρήση range, append, κ.λπ. Πάντως δεν υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές για την αποδοτικότητα τέτοιων λύσεων στην εκπαίδευση.

Συνολικά, το απλουστευτικό μοντέλο -σε συνδυασμό με το μοντέλο ψευδογλώσσας- προτείνεται ως κατάλληλο για εισαγωγικά μαθήματα γενικών δεξιοτήτων Προγραμματισμού και για μαθητικούς πληθυσμούς, όπου η εμβάθυνση στις ιδιαιτερότητες της Python αποφεύγεται παρά επιδιώκεται.

Το «εργαλειακό» μοντέλο

Το εργαλειακό μοντέλο προτείνει την εκμάθηση της γλώσσας ως εργαλείου επίλυσης διαφόρων μορφών προβλημάτων με υπολογιστικό τρόπο. Ένα τέτοιο εργαλείο ενδιαφέρει κάθε επιστημονικό κλάδο όχι μόνον των θετικών (φυσικοί, μηχανικοί, κλπ.) αλλά και των ανθρωπιστικών επιστημών (γλωσσολόγοι, κοινωνιολόγοι, κ.λπ.). Το εργαλειακό μοντέλο προτείνει μια τυπική πορεία παρουσίαση της Python, η οποία σε γενικές γραμμές μπορεί να είναι: βασικοί τύποι δεδομένων και μοντέλο εκτέλεσης κώδικα, απλές εντολές εισόδου-εξόδου, βασικές δομές δομημένου Προγραμματισμού, συναρτήσεις, σύνδεση με εξωτερικές βιβλιοθήκες (π.χ. pygame, numpy, scipy, pandas), χωρίς αντικειμενοστρεφή Προγραμματισμό οπωσδήποτε. Το τελευταίο (σύνδεση με βιβλιοθήκες) είναι σημαντικό στοιχείο του εργαλειακού μοντέλου διδασκαλίας καθώς μέσω τέτοιων συνδέσεων η γλώσσα μετατρέπεται σε εξαιρετικά ισχυρό υπολογιστικό εργαλείο. Ακολουθώντας το μοντέλο αυτό ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει την Python ως συγκεκριμένη έκφραση της υπολογιστικής σκέψης, με τις ιδιαίτερες αναπαραστάσεις, δομές και λειτουργίες της, εστιάζοντας τελικά στο να βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να χρησιμοποιήσουν το πακέτο Python + βιβλιοθήκες για επίλυση υπολογιστικών προβλημάτων. Προτείνεται για ακροατήρια όπως κλάδοι ειδίκευσης στην Επαγγελματική Δευτεροβάθμια, μετα-Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, σεμινάρια ειδικών επιστημονικών κλάδων (πχ. Python για μηχανικούς, για τις κοινωνικές επιστήμες, κ.λπ.).

Το «επεξηγηματικό» μοντέλο

Πρόκειται για ένα μοντέλο εμβάθυνσης και επεξήγησης των ιδιαίτερων υπολογιστικών αναπαραστάσεων και λειτουργιών της Python σε σχέση με άλλες γλώσσες (ειδικά εκείνες στατικής διαχείρισης τύπων με τις οποίες είναι εξοικειωμένοι όλοι οι προγραμματιστές). Πρόκειται για μοντέλο κατάλληλο για ειδικευμένα ακροατήρια με ενδιαφέρον για τα χαρακτηριστικά της γλώσσας (πχ. πανεπιστημιακά μαθήματα σε τμήματα Πληροφορικής, σεμινάρια προγραμματιστών, κ.ά.). Το ειδικό χαρακτηριστικό του μοντέλου είναι ότι εστιάζει σε σημεία που δίνουν την ευκαιρία για εμβάθυνση όχι απλά στον τρόπο λειτουργίας της γλώσσας αλλά και σε τεχνικές υπολογιστικής αναπαράστασης σε σύγκριση με άλλες γλώσσες Προγραμματισμού. Τέτοια σημεία –ενδεικτικά- μπορεί να είναι:

- Η διαμοιρασμένη αναφορά αντικειμένου (shared reference)
- Η έννοια της μεταλλάξιμης δομής (mutability)
- Η λειτουργία της range() και γενικότερα των συναρτήσεων-γεννητόρων (generators) και της yield (σε σύγκριση με τη return)
- Η λειτουργία των συναρτήσεων-διακοσμητών (decorators)
- Κλάσεις-αντικείμενα και ιδιαίτερες λειτουργίες τους (όπως π.χ. οι μέθοδοι κλάσης και αντικειμένων-στιγμιότυπων, οι στατικές μέθοδοι, κ.λπ.)

Συνολικά το επεξηγηματικό μοντέλο προωθεί ένα βαθύτερο -περισσότερο αφηρημένο- επίπεδο υπολογιστικής σκέψης και σε συνδυασμό με το προηγούμενο (εργαλειακό μοντέλο) αποτελεί ένα ισχυρό τρόπο εκμάθησης και αξιοποίησης της γλώσσας για ποικίλα ακροατήρια σε προχωρημένο επίπεδο.

Το «αντικειμενοστρεφές» (ή «πρώτα-αντικείμενα») μοντέλο

Πρόκειται για το γνωστό "object first" (ή "OO first") μοντέλο το οποίο προτείνει την εισαγωγή των μαθητών στις ιδέες και δομές του αντικειμενοστρεφούς Προγραμματισμού (Object Oriented Programming, OOP) νωρίς στην πορεία της διδασκαλίας. Σε ένα τέτοιο μοντέλο μετά την πρώτη ενότητα που παρουσιάζει τις πολύ βασικές έννοιες (συνήθως απλοί τύποι δεδομένων, εκφράσεις, μεταβλητές και ανάθεση), η πορεία εκπαίδευσης στρέφεται στις κλάσεις, αντικείμενα και μεθόδους (Gries, 2008). Η διδασκαλία των βασικών δομών Προγραμματισμού και δεδομένων έρχεται αργότερα και γίνεται στο πλαίσιο διαχείρισης κλάσεων και αντικειμένων. Εντούτοις το «αντικειμενοστρεφές» μοντέλο θεωρείται γενικά δύσκολο τόσο για τον εκπαιδευτικό όσο και για τους μαθητές (Radinsky, 2006) και δεν ενθαρρύνεται η υιοθέτησή του τουλάχιστον για το επίπεδο της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Η Python είναι μια πλήρως αντικειμενοστρεφής γλώσσα, η οποία όμως δεν υποχρεώνει ούτε τον προγραμματιστή να υιοθετήσει οπωσδήποτε τεχνικές αντικειμενοστρεφούς Προγραμματισμού, ούτε και τον εκπαιδευτικό να διδάξει αμέσως κλάσεις και αντικείμενα. Έτσι, ορισμένοι ερευνητές (π.χ. Radinsky, 2006) προτείνουν ότι με την Python μπορεί να εφαρμοστεί ιδανικά μια ενδιάμεση μορφή διδασκαλίας, η οποία να συνδυάζει την κλασική «πρώτα-εντολές» (statements-first) προσέγγιση με την «πρώτα-αντικείμενα» (object-first) προσέγγιση. Σύμφωνα με την ενδιάμεση τεχνική παρουσιάζεται στους μαθητές ευθύς εξ αρχής η δομή της συνάρτησης και μέσω των συναρτήσεων οι εντολές ελέγχου και επανάληψης, έτσι ώστε οι μαθητές να γράφουν καλά δομημένο κώδικα και να προετοιμαστούν για τη συνέχεια, όπου θα παρουσιαστούν κλάσεις και αντικείμενα.

Το «μεταπρογραμματιστικό» μοντέλο

Ο όρος «μεταπρογραμματισμός» (metapogramming) αναφέρεται γενικά σε τεχνικές Προγραμματισμού που στοχεύουν στο να μεταβάλλουν τον ίδιο τον κώδικα αντιμετωπίζοντάς τον ως δεδομένα. Το μεταπρογραμματιστικό μοντέλο, προφανώς, δεν αφορά εισαγωγικά επίπεδα εκμάθησης της γλώσσας. Πρόκειται για μοντέλο που εμβαθύνει στις τεχνικές μεταπρογραμματισμού της γλώσσας και προϋποθέτει την σε βάθος κατανόηση του μοντέλου κλάσεων-αντικειμένων της Python. Μπορεί να συνδυαστεί με το επεξηγηματικό και το αντικειμενοστρεφές μοντέλο για να εισάγει τους προγραμματιστές (ο όρος «μαθητής» είναι μάλλον ακατάλληλος) σε κατανοήσεις που αγγίζουν τα θεμέλια οικοδόμησης της Python καθώς και θέματα θεωρίας γλωσσών Προγραμματισμού.

Τελικά συμπεράσματα

Η Python αποτελεί σήμερα ένα εξαιρετικό εργαλείο τόσο για την εκπαίδευση όσο και για τον επαγγελματία προγραμματιστή. Οι διαφορές της σε σχέση με τις γλώσσες στατικού τύπου δίνουν το έναυσμα για εμβάθυνση σε θέματα υπολογιστικής σκέψης και ταυτόχρονα δημιουργικού προβληματισμού για τον τρόπο αξιοποίησής της στη διδασκαλία ανάλογα με τις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά του μαθητικού πληθυσμού. Προς την κατεύθυνση αυτή το άρθρο αυτό πρότεινε μια σειρά διδακτικών μοντέλων της γλώσσας ως πρακτικό εργαλείο για τον διδακτικό μετασχηματισμό της γλώσσας. Οι εκπαιδευτικοί Πληροφορικής μπορούν να επιλέγουν ή συνδυάζουν τα μοντέλα αυτά (ή φυσικά να τα επεκτείνουν, ώστε να παράγουν τα δικά τους) στο πλαίσιο αποφάσεων που αφορούν και διαμορφώνουν τη μορφή υπολογιστικής έκφρασης και τεχνικών Προγραμματισμού που πρέπει να διδαχθούν σε κάθε περίσταση.

Αναφορές

Georgatos, F. (2002). How applicable is Python as first computer language for teaching programming in a pre-university educational environment, from a teacher's point of view? *Master Thesis*, AMSTEL Institute, Faculty of Science, Universiteit of Amsterdam.

Gries, D. (2008). A Principled Approach to Teaching OO First. In *Proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on Computer science education (SIGCSE '08)*, (pp. 31-35), ACM.

Guo, P. (2008, July 2). *Why Python is a great language for teaching beginners in introductory programming classes*. Retrieved from http://pgbovine.net/python-teaching.htm.

History of Python (n.d.) Wikipedia, Retrieved September 1 2015 from https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Python.

Operational Definition of Computational Thinking (2011). International Society for Technology in Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association, (CSTA). Retrieved September 1 2015 from http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf.

Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning 1*, doi:10.1007/BF00191473.

Radenski, A. (2006). "Python First": A Lab-Based Digital Introduction to Computer Science. In *Proceedings of the 11th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education (ITICSE '06)*, (pp. 197-201).

TIOBE index (n.d.) *TIOBE programming community index*. Retrieved from http://www.tiobe.com/tpci.htm.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*, 33–35. Retrieved September 1 2015 from http://dx.doi.org/10.1145/1118178.1118215.

Κωτσάκης, Σ., Μακρυγιάννης, Η., Παραδείση, Α., και Ταταράκη, Α. (2015). *Εισαγωγή στις αρχές της επιστήμης των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Σημειώσεις μαθητή*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος».

Η έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της έννοιας στη γλώσσα προγραμματισμού Python και διαφοροποιήσεις ως προς τη διδακτική προσέγγιση της

Αριστείδης Αράπογλου
aarap@ppp.uoa.gr
Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Ν. Εύβοιας

Περίληψη

Στο άρθρο αυτό αρχικά σκιαγραφούνται οι διδακτικές δυσκολίες για την προσέγγιση της έννοιας της μεταβλητής στο προγραμματισμό με αναφορά στις αντιλήψεις των μαθητών για τη μεταβλητή, σύμφωνα με τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία. Με αφορμή την ολοένα αυξανόμενη αξιοποίηση της γλώσσας προγραμματισμού Python στην εκπαίδευση, στο διεθνή και ελληνικό χώρο, ως εργαλείο διερεύνησης, πειραματισμού και κατασκευής προγραμμάτων για την προσέγγιση της αλγοριθμικής και υπολογιστικής σκέψης, επιχειρείται μέσα από βιβλιογραφική ανασκόπηση να αναδειχθούν οι ιδιαιτερότητες της γλώσσας στη χρήση των μεταβλητών καθώς και θέματα διδασκαλίας για τη προσέγγιση τους. Με βάση την ανάλυση αυτή προτείνονται ενδεικτικές διδακτικές προτάσεις από τη βιβλιογραφία και εμπειρική εφαρμογή για τη σταδιακή δόμηση της έννοιας, ακολουθώντας μία σπειροειδή διδακτική προσέγγιση, από απλές τεχνικές εφαρμογής και επαλήθευσης με το Python Shell, σε σταδιακά διερευνητικές προσεγγίσεις εμβάθυνσης για εννοιολογική αλλαγή. Για το σκοπό αυτό προτείνεται η αξιοποίηση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Python-IDLE ως εργαλείου διερεύνησης του συμβολικού κώδικα και των λειτουργιών της γλώσσας και το περιβάλλον οπτικοποίησης της εκτέλεσης του κώδικα Python Tutor Online για την ενίσχυση των συστημάτων αναπαράστασης.

Λέξεις κλειδιά: μεταβλητή, προγραμματισμός, γλώσσα προγραμματισμού Python, διδακτικές προσεγγίσεις

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια εισάγεται διεθνώς στα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού στην Τριτοβάθμια (Berkeley, 2014; Guo, 2014; MIT, 2011), και σταδιακά στη Δευτεροβάθμια (Radenski, 2006), αλλά και στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, η γλώσσα προγραμματισμού Python (https://www.python.org/). Σύμφωνα με τους ερευνητές τα αποτελέσματα από την αξιοποίηση της είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά (Grandell et al., 2006; Manilla & de Raadt, 2006; Yadin, 2011) λόγω των βασικών χαρακτηριστικών της γλώσσας: υψηλού επιπέδου, διερμηνευόμενη με άμεση ανατροφοδότηση προς το μαθητή, απλή και ευέλικτη στη σύνταξη, εύκολη χρήση αρθρωμάτων, φορητή, Ελεύθερο Λογισμικό/Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ) με πλούσιες εκτεταμένες βιβλιοθήκες.

Στην Ελλάδα η τάση αξιοποίησης της στα μαθήματα προγραμματισμού των Τμημάτων Πληροφορικής στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευσης (Αβούρης, 2013) ολοένα αυξάνει. Στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση η Python προτάθηκε ως προγραμματιστικό εργαλείο για τη μετάβαση από την υπολογιστική σκέψη (Οδηγός εκπαιδευτικού, 2015) στο σχεδιασμό αλγορίθμων και τελικά στη δημιουργία προγραμμάτων για 6ώρο μάθημα Πληροφορικής (σύμφωνα με την πρόταση) της Γ΄ Τάξης Γενικού Λυκείου (ΦΕΚ 258/08-12-2014). Επίσης έχει

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

επιλεγεί για τα μαθήματα «Αρχές Προγραμματισμού Υπολογιστών» και «Προγραμματισμός Υπολογιστών» για τις τρεις ειδικότητες του Τομέα Πληροφορικής για τη Β΄ και Γ΄ τάξη των Ημερήσιων και Γ΄ και Δ΄ τάξη των Εσπερινών Επαγγελματικών Λυκείων (ΦΕΚ2010/τΒ/16.09.2015).

Η γλώσσα Python είναι μία ισχυρά αντικειμενοστραφής γλώσσα πολύ υψηλού επιπέδου, που υποστηρίζει πολύ ικανοποιητικά και τα προγραμματιστικά υποδείγματα του δομημένου και συναρτησιακού προγραμματισμού. Η ιδιότητα της αυτή σε συνδυασμό με τον τρόπο δόμησης της εμφανίζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες στη λειτουργία της. Παρότι σε μια πρώτη επαφή με τη γλώσσα οι ιδιαιτερότητες αυτές δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό της διδακτικής πράξης για την προσέγγιση προγραμματιστικών εννοιών.

Ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γλώσσας Python είναι ο συντακτικός πλουραλισμός για την εκχώρηση τιμών και εκφράσεων στις μεταβλητές, καθώς και ο τρόπος διαχείρισής τους σε σχέση με τη μνήμη του υπολογιστή και τους τύπους δεδομένων. Το άρθρο αυτό επιχειρεί μέσα από σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση να σκιαγραφήσει τις μαθησιακές παρανοήσεις για την έννοια της μεταβλητής στις παραδοσιακές γλώσσες του δομημένου προγραμματισμού, να ερευνήσει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γλώσσας Python ως προς τη μεταβλητή σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία και θέματα διδακτικής που μπορεί να παρουσιαστούν για την προσέγγιση τους. Επίσης, προτείνει σύντομα ενδεικτικές διδακτικές προτάσεις από τη βιβλιογραφία και εμπειρική εφαρμογή για τη σταδιακή δόμηση της έννοιας.

Θεωρητικό πλαίσιο

Παρότι οι μαθητές έχουν αντιμετωπίσει την έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό σε διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης (στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού, στη Γ΄ τάξη Γυμνασίου, στη Β΄ τάξη ΓΕ.Λ. κ.α.) παρατηρείται οι αντιλήψεις τους για αυτή να μην είναι ξεκάθαρες.

Διάφοροι ερευνητές (Γρηγοριάδου & Κανίδης, 2002) έχουν υποστηρίξει ότι οι μαθητές παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατανόηση εννοιών σχετικών με τη λειτουργία και οργάνωση της κύριας μνήμης του υπολογιστή. Σύμφωνα με τους ισχυρισμούς των Du Boulay (1989), Samurcay (1989), Δαγδιλέλη και των συνεργατών του (1998) και Κόμη (2005), οι μαθητές εμφανίζεται να έχουν οικοδομήσει ημιτελείς αναπαραστάσεις σχετικά με τη μεταβλητή προσεγγίζοντας την για παράδειγμα ως «κουτί» για την εναπόθεση περιεχομένου χωρίς σαφή προσδιορισμό των χαρακτηριστικών που αυτή έχει. Σε αυτό φαίνεται να συντελεί και η χρήση ημιτελών αναλογιών για την περιγραφή τους.

Ο όρος αναλογία αναφέρεται στη σύγκριση δομών ή συσχετίσεων μεταξύ δύο περιοχών, που εμπλέκει τη μεταφορά της συσχετιζόμενης πληροφορίας από μία περιοχή, που ήδη υπάρχει στη μνήμη (συνήθως αναφέρεται ως πηγή ή βασική περιοχή) στην περιοχή που επεξηγείται (αναφέρεται ως περιοχή στόχος) (Vosniadou & Ortony, 1989). Παρότι η χρήση των αναλογιών φέρει σημαντικό ρόλο στην εννοιολογική αλλαγή, η επιλογή αναλογιών που εξυπηρετούν μερικώς τη λειτουργία της μεταβλητής στη διδακτική πρακτική, όπως αυτές του μικρού κουτιού που παίρνει μία μόνο τιμή κάθε φορά ή του φακέλου αλληλογραφίας, φαίνεται να συντελεί στη δόμηση ημιτελών αναπαραστάσεων για αυτή, όταν δε συνοδεύεται από την αντίστοιχη επεξήγηση κατά τη διδακτική πράξη.

Επιπρόσθετα, αρκετές φορές παρουσιάζεται οι μαθητές να ταυτίζουν την έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό με αυτήν από το χώρο των Μαθηματικών, αποδίδοντάς της τις ιδιότητες που έχει στα μαθηματικά. Το γεγονός αυτό δημιουργεί επιμέρους γνωστικά προβλήματα σε σχέση με το τύπο της μεταβλητής, τη διαδικασία εκχώρησης τιμής, την

επαναχρησιμοποίηση της με τον ίδιο ή διαφορετικό ρόλο σε ένα πρόγραμμα. Η μεταβλητή σε αρκετές γλώσσες προγραμματισμού σε συμβολικό επίπεδο συντάσσεται με τέτοιο τρόπο που είναι συγγενής με αυτόν των Μαθηματικών, αλλά με διαφορετικό νόημα. Στην Python για παράδειγμα χρησιμοποιείται το σύμβολο «=» για την εκχώρηση τιμής και το «==» ως λογικός τελεστής για την ισότητα.

Οι δυσκολίες κατανόησης παρουσιάζονται πιο έντονες όταν οι μεταβλητές χρησιμοποιούνται σε πιο σύνθετες αλγοριθμικές και προγραμματιστικές δομές, με διάφορους ρόλους όπως στη δομή επανάληψης, στις συναρτήσεις ή σε δομές δεδομένων όπως η λίστα. Για παράδειγμα, η χρήση μιας μεταβλητής με ρόλο αθροιστή (sum=sum+12) ή με ρόλο μετρητή σε μία επαναληπτική δομή.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της μεταβλητής στη γλώσσα Python

Στη γλώσσα Python η χρήση της μεταβλητής εμφανίζει σημαντικές διαφορές από τις παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού. Η Python παρέχει εντυπωσιακές εναλλακτικές δυνατότητες έκφρασης για τη διαχείριση μεταβλητών, που διευκολύνουν τη μετάβαση από το ψευδοκώδικα ενός αλγορίθμου στην υλοποίηση του σε πρόγραμμα. Για τη χρησιμοποίηση μίας μεταβλητής δεν απαιτείται η δήλωση της σε διακριτό τμήμα δηλώσεων, ενώ επιτρέπει την εκχώρηση διαφορετικών τύπων τιμών και δεδομένων (ακέραιες, κινητής υποδιαστολής, συμβολοσειρές, λογικές, λίστα κ.α.) μέσα στο ίδιο πρόγραμμα (Downey, 2012; Tutorial Python Course-eu, 2016). Οι δυνατότητες αυτές σε συνδυασμό με την ευκολία σύνταξης μίας εντολής και τη δυνατότητα άμεσης διερμηνείας της, δημιουργούν ένα γόνιμο περιβάλλον πειραματισμού και διερεύνησης για τους μαθητές μέσα από την υλοποίηση κατάλληλων δραστηριοτήτων. Μέσα από την επικοινωνία με το διερμηνευτή και την κατάλληλη ενορχήστρωση της διδακτικής πράξης οι μαθητές μπορούν σταδιακά να προσεγγίζουν βασικές προγραμματιστικές έννοιες, όπως αυτής της μεταβλητής με το δικό τους ρυθμό.

Η ευκολία σύνταξης κώδικα στη γλώσσα Python, φαίνεται να διευκολύνει ιδιαίτερα τους μαθητές στη δημιουργία και χρήση των μεταβλητών (Oldham, 2005). Οι μαθητές μπορούν γρήγορα να τις χρησιμοποιούν στα προγράμματα τους χωρίς να χρειάζεται σε πρώτο στάδιο να σκεφτούν θέματα διαχείρισης της μνήμης του υπολογιστή ή να επικεντρωθούν σε ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γλώσσας (Bogdanchikov et al., 2013). Η διδασκαλία διευκολύνεται δίνοντας τη δυνατότητα στον/στην εκπαιδευτικό να σχεδιάσει μία σταδιακή διδακτική προσέγγιση της έννοιας της μεταβλητής μέσα σε ένα ευρύτερο διδακτικό χρονικό πλαίσιο κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των μαθημάτων, εμβαθύνοντας σταδιακά στη δόμηση της έννοιας με ένα σπειροειδή τρόπο.

Αντίθετα, η εισαγωγή των μαθητών από τα πρώτα μαθήματα στην ποικιλία των διαφορετικών συμβολικών εκφράσεων που παρέχει η γλώσσα Python για την ανάθεση τιμής σε μία μεταβλητή μπορεί να αποτελέσει τελικά εμπόδιο στην κατανόηση της έννοιας. Για παράδειγμα, η γλώσσα Python παρέχει μεταξύ άλλων δυνατότητες όπως:

- Ανάθεση τιμής σε περισσότερες από μία μεταβλητές: metavliti1 = metavliti2 = metavliti3 = 15.
- Ανάθεση τιμών με τη σειρά: x, y=10, 34. Στο παράδειγμα το x παίρνει τη τιμή 10 ενώ το y την τιμή 34. Η δήλωση x, y, z = 10, 27, "Ελευθερία" εκχωρεί στο x το 10 στο y το 27 και στο z τη συμβολοσειρά Ελευθερία.
- Αντιμετάθεση τιμών: Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η δήλωση για την αντιμετάθεση τιμών μεταξύ δύο μεταβλητών: x , y = y , x. Παρότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο παραδοσιακός τρόπος με τη χρήση βοηθητικής μεταβλητής για

την αντιμετάθεση τιμών, η παραπάνω δήλωση είναι ένα δείγμα της δυναμικής που προσφέρει η γλώσσα Python στη διαχείριση των μεταβλητών.

Επιπρόσθετα, η Mészárosová (2015) υποστηρίζει ότι οι εκπαιδευτικοί του υπό εξέταση δείγματος της έρευνας της, θεωρούν ως πιθανό διδακτικό εμπόδιο για την εμβάθυνση στην έννοια της μεταβλητής την έλλειψη τμήματος δηλώσεων των τύπων των μεταβλητών σε συνδυασμό με τη δυνατότητα αλλαγής του τύπου των τιμών μιας μεταβλητής κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός προγράμματος. Το θέμα μπορεί να αναδεχθεί ακόμα πιο έντονο σε αρκετές περιπτώσεις, που φαινομενικά εμφανίζονται ως παράδοξα όπως για παράδειγμα η εμφάνιση της τιμής 0 μετά τον υπολογισμό της διαίρεσης x= 1/2 σε σχέση με την εμφάνιση της τιμής 0.5 της δήλωσης x =1/2.0 στην έκδοση 2.7.x της Python ή η χρήση ακεραίων ως λογικοί σε λογικές εκφράσεις (x=1 if x: print "Ok", ανάλογα και με την έκδοση της Python που χρησιμοποιείται).

Διάφοροι ερευνητές (Bogdanchikov et al., 2013; Mészárosová, 2015) ισχυρίζονται ότι το εμπόδιο για τους τύπους μεταβλητών μπορεί να ξεπεραστεί αν επεξηγηθεί και συζητηθεί σε επόμενο στάδιο στην τάξη ο τρόπος που η Python διαχειρίζεται τις μεταβλητές. Από την άλλη ο Oldham (2005) υποστηρίζει ότι οι δυνατότητες διδακτικών προσεγγίσεων για την κατανόηση διάφορων θεμάτων που σχετίζονται με τους τύπους των μεταβλητών είναι περιορισμένες στη γλώσσα Python.

Η γλώσσα Python διαφοροποιείται από τις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού ως προς τη χρήση των μεταβλητών. Καθώς είναι ισχυρά αντικειμενοστραφής όλα τα δεδομένα σε ένα πρόγραμμα Python αναπαρίστανται με αντικείμενα ή με σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων. Κάθε αντικείμενο έχει μία ταυτότητα (identity), έναν τύπο και μία τιμή. Για παράδειγμα, το 12 είναι ένα αντικείμενο με τιμή 12, τύπου int (ακέραιος) και με ένα id() όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.

```
>>> type(12)
<type 'int'>
>>> id(12)
20643204
>>> x=12
>>> type(x)
<type 'int'>
>>> id (x)
20643204
>>> y=x
>>> id(y)
20643204
```

Σχήμα 1. Απεικόνιση από το Python Shell εκδ. 2.7.9 για το τύπο και το id του αντικειμένου 12 και των μεταβλητών x και y που αναφέρονται σε αυτό

Οι μεταβλητές στην Python λειτουργούν περισσότερο ως δείκτες με κάποιο όνομα που αναφέρονται σε κάποια αντικείμενα. Ο τύπος της μεταβλητής είναι ο εκάστοτε τύπος του αντικειμένου στην οποία αναφέρεται. Στο παράδειγμα x = 12, δημιουργείται η μεταβλητή με όνομα x και αναφέρεται στο αντικείμενο με τιμή 12 με ακέραιο τύπο δεδομένων. Το σύμβολο "=" δημιουργεί ένα είδος σύνδεσης (binding) μεταξύ του αντικειμένου 12 και της μεταβλητής με όνομα x. Ο τύπος της μεταβλητής είναι και αυτός ακέραιος, αφού αναφέρεται σε αντικείμενο με ακέραιο τύπο δεδομένων. Η Python παρακολουθεί όλες τις τιμές και τις διαγράφει, όταν πάψει να υπάρχει μεταβλητή που αναφέρεται σε αυτή. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως "συλλογή σκουπιδιών" (garbage collection).

Στη διεθνή βιβλιογραφία ως αναλογία για την αναπαράσταση της έννοιας της μεταβλητής ως δείκτη αναφοράς χρησιμοποιείται η αναλογία της ετικέτας (Goodger, 2006) ή για τη

διαδικασία σύνδεσης μεταβλητών με μια τιμή η αναλογία του πλοκαμιού. Οι αναλογίες αυτές φαίνεται να εξυπηρετούν πιο εύστοχα συγκριμένες λειτουργίες της μεταβλητής στην Python σε σχέση με αυτή της αναλογίας του κουτιού. Παρόλα αυτά ως αναλογίες δεν επεξηγούν όλο το μοντέλο λειτουργίας της μεταβλητής και συνιστάται να χρησιμοποιούνται με μέτρο για συγκεκριμένο διδακτικό στόχο.
Επιπρόσθετα, οι (Sajaniemi, Tedre & Nikula, 2007) σημειώνουν ότι οι διαφοροποιήσεις της Python ως προς τη μεταβλητή έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μερικών αλλαγών στην ερμηνεία των ρόλων των μεταβλητών από τους μαθητές και κυρίως ως προς το ρόλο της μεταβλητής μετρητή. Η χρήση των λιστών (ιδιαίτερα στην έκδοση 3.4 της Python) στη δομή επανάληψης for φαίνεται να δημιουργεί ένα νέο ρόλο ως προς το ρόλο του μετρητή.

Διδακτικές προσεγγίσεις

Με στόχο τη συμπλήρωση της γνωστικής δομής ή την τροποποίηση της μέσα από κατάλληλες εποικοδομιστικές προσεγγίσεις οι μαθητές προτείνεται να εμπλέκονται ενεργά σε προβλήματα προγραμματισμού που να τους επιτρέπει να μετασχηματίζουν σταδιακά τις αντιλήψεις τους για την έννοια της μεταβλητής (Αβούρης κ.α., 2013). Μέσα από δραστηριότητες και σύντομα προβλήματα προς επίλυση οι μαθητές μπορούν να έχουν την ευκαιρία να αναπτύσσουν πρωτοβουλίες, να πειραματίζονται και να διερευνούν. Ως διδακτική στρατηγική προτείνεται η έννοια της μεταβλητής να προσεγγιστεί με ποικίλες δραστηριότητες οικοδομώντας με σπειροειδή τρόπο το νοητικό μοντέλο για τη μεταβλητή και τις συσχετιζόμενες με αυτήν έννοιες. Η Python ως γλώσσα πολύ υψηλού επιπέδου δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να αναβάλουν για αργότερα θέματα εμβάθυνσης για τη διαχείριση των μεταβλητών και της μνήμης του υπολογιστή και να ιεραρχήσουν τις διδακτικές προτεραιότητες τους ως προς την προσέγγιση της έννοιας.
Στο πρώτο στάδιο προτείνεται η εξοικείωση με την έννοια μέσα από δραστηριότητες για την ανάθεση χαρακτηριστικών τιμών και εκφράσεων σε μεταβλητές, με τη χρήση του διερμηνευτή (Downey, 2012; Οδηγός Εκπαιδευτικού 2015). Οι δραστηριότητες μπορεί να έχουν διερευνητικό χαρακτήρα καλώντας τους μαθητές αρχικά να απαντήσουν τι αναμένουν να εμφανιστεί στην οθόνη μετά την εκτέλεση των προτεινόμενων εντολών και να επαληθεύσουν την υπόθεση τους πειραματιζόμενοι με το προγραμματιστικό περιβάλλον.
Για τη διερεύνηση του εκάστοτε τύπου της μεταβλητής προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος *type()* σε απλές δραστηριότητες. Η λειτουργία των μεταβλητών θα είναι «ημιδιαφανής» και θα περιορίζεται στο βασικό τρόπο διαχείρισης τους χωρίς παραπέρα θεωρητική εμβάθυνση.
Σε δεύτερο στάδιο οι μαθητές προτείνεται να υλοποιήσουν ένα απλό πρόγραμμα ακολουθιακής αλγοριθμικής δομής, όπως για παράδειγμα τον υπολογισμό του εμβαδού ενός παραλληλογράμμου. Με τον τρόπο αυτό αναγνωρίζουν την ανάγκη εισαγωγής δεδομένων σε μεταβλητές από το πληκτρολόγιο, την εκχώρηση μιας αριθμητικής έκφρασης σε μία μεταβλητή και την εμφάνιση του αποτελέσματος στην οθόνη με χρήση της *print*. Ιδιαίτερος χρόνος προτείνεται να αφιερωθεί για την προσέγγιση των συναρτήσεων *input()* και *raw_input()*, ενώ στο στάδιο αυτό δε κρίνεται σκόπιμη η αναλυτική επεξήγηση της λειτουργίας των δύο συναρτήσεων (καθώς εξαρτάται και από την έκδοση της Python που χρησιμοποιείται).
Για την εμβάθυνση στη λειτουργία της μεταβλητής σε επόμενα στάδια προτείνεται σε μετέπειτα χρόνο η μετάθεση από τις συντακτικές δυνατότητες της γλώσσας προγραμματισμού στην οικοδόμηση της έννοιας σε σχέση με τη μνήμη του υπολογιστή και των διαδικασιών, που πραγματοποιούνται για την εκτέλεση μίας απλής εντολής-συνάρτησης εκχώρησης. Η προσέγγιση προτείνεται να είναι εμφανής στους μαθητές και να

διατηρείται σε ένα πρώτο επίπεδο αφαίρεσης χωρίς να δίνεται έμφαση σε τεχνικές λεπτομέρειες της γλώσσας ανάλογα και με το ηλικιακό επίπεδο το μαθητών και τη προηγούμενη εμπειρία τους.
Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τον Guo (2013) η αξιοποίηση τεχνικών και εργαλείων για την οπτικοποίηση των διαδικασιών (οπτικοποιημένη βήμα προς βήμα εκτέλεση εντολών με το Python Tutor OnLine (http://www.pythontutor.com/) μπορεί συμβάλει στην κατανόηση της λειτουργίας της μεταβλητής. Το προγραμματιστικό περιβάλλον δίνει τη δυνατότητα σχηματικής απεικόνισης των ονομάτων των μεταβλητών σε σχέση με τις τρέχουσες τιμές τους κατά τη στιγμή εκτέλεσης του προγράμματος. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό παράδειγμα δραστηριότητας εμβάθυνσης.

Ενδεικτικό παράδειγμα
Δίνεται το παρακάτω πρόγραμμα σε γλώσσα Python (αριστερή στήλη). Δημιουργήστε στο IDLE Python module το πρόγραμμα (με αντιγραφή- επικόλληση) και αποθηκεύστε το με το όνομα_αρχείου variable.py). Εκτελέστε το (η εντολή print id(x) εμφανίζει τη ταυτότητα-διεύθυνση της μεταβλητής) και παρατηρήστε τι εμφανίζεται στη οθόνη. Καταγράψτε τα αποτελέσματα στη δεξιά στήλη. Με αφορμή τα αποτελέσματα να αναπτυχθεί συζήτηση για το τρόπο που διαχειρίζεται τις μεταβλητές η γλώσσα Python**.**

Πίνακας 1. Απόσπασμα φύλλου εργασίας δραστηριότητας για την εμβάθυνση στην έννοια της μεταβλητής

Πρόγραμμα Python	**Τιμές που εμφανίζονται**
x = 12 print x print id(x) y = x print y print id(y) y = 24 print y print id(y) print x print id(x) z=x=y print x, y, z print id(x), id(y), id(z) print id(24)	

Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια η γλώσσα Python με ολοένα αυξανόμενο ρυθμό αξιοποιείται διεθνώς για την εισαγωγή σε μαθήματα προγραμματισμού τόσο στην Τριτοβάθμια όσο και στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Τα χαρακτηριστικά της γλώσσας σε συνδυασμό με την ευκολία σύνταξης προγράμματος και άμεσης διερμηνείας δημιουργούν ένα γόνιμο περιβάλλον διερεύνησης για τους μαθητές, μέσα από την υλοποίηση κατάλληλων δραστηριοτήτων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής έρευνας για τις αντιλήψεις των μαθητών, η έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό αναδεικνύεται ως μία δύσκολη έννοια να προσεγγιστεί διδακτικά σε ποικίλες γλώσσες προγραμματισμού. Παραμένει όμως ένας σημαντικός διδακτικός στόχος, που περιλαμβάνεται σε συντριπτικό βαθμό σε διάφορα προγράμματα σπουδών σε εισαγωγικά μαθήματα για την υπολογιστική σκέψη και τον προγραμματισμό υπολογιστών.

Στη γλώσσα Python η ευκολία σύνταξης κώδικα φαίνεται να διευκολύνει ιδιαίτερα τους μαθητές στη δημιουργία και χρήση των μεταβλητών. Η χρήση της μεταβλητής εμφανίζει σημαντικές διαφορές από τις παραδοσιακές γλώσσας προγραμματισμού, που δε γίνονται όλες άμεσα αντιληπτές από την πρώτη επαφή με τη γλώσσα. Η Python παρέχει εντυπωσιακές εναλλακτικές δυνατότητες συντακτικής έκφρασης για τη διαχείριση μεταβλητών, ενώ ως ισχυρά αντικειμενοστραφής γλώσσα διαχειρίζεται εννοιολογικά τα πάντα ως αντικείμενα. Οι μεταβλητές στην Python λειτουργούν ως δείκτες, που αναφέρονται σε εκάστοτε τιμές-αντικείμενα. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γλώσσας ως προς τη διαχείριση των μεταβλητών προτείνεται να ληφθούν σοβαρά υπόψη κατά το διδακτικό σχεδιασμό και την εφαρμογή της διδακτικής πράξης. Ένα σπειροειδές μοντέλο σταδιακής προσέγγισης και διερεύνησης της έννοιας από τους μαθητές μεγαλύτερων ηλικιών φαίνεται να ενισχύει την κατανόηση της.

Αναφορές

Berkeley (2014). CS61A: Structure and Interpretation of Computer Programs, functional approach. Retrieved 15 December 2015 from http://www-inst.eecs.berkeley.edu/~cs61a/fa14/.

Bogdanchikov, A., Zhaparov, M., & Suliyev, R. (2013). Python to learn programming. *Journal of Physics: Conference Series*, 423 (1), 1-5.

Downey, A. (2012). *Think Python, How to think like a computer scientist*. Massachusetts: Green Tea Press.

Du Boulay, B. (1986). Some difficulties of learning to program. *Journal of Educational Computing Research,* 2(1), 57-73.

Goodger, D. (2006). Code Like a Pythonista: Idiomatic Python. Ανακτήθηκε στις 27 Φεβρουαρίου 2016 από http://python.net/~goodger/projects/pycon/2007/idiomatic/handout.html.

Grandell, L., Peltomaki, M., Back, R-J., & Salakoski, T. (2006). Why complicate things? Introducing programming in high school using python. In D. Tolhurst & S. Mann (eds.), *Proceedings of the 8th Australasian Computing Education Conference* (pp. 71-80), Hobart, Australia: Australian Computer Society, CRPIT.

Guo, P. J. (2013, March). Online python tutor: embeddable web-based program visualization for cs education. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education* (SIGCSE) (pp. 579-584), Denver, Colorado, USA: ACM.

Guo, P. (2014). Python is now the Most Popular Introductory Teaching Language at Top U.S. Universities. Retrieved 27 January 2016 from http://cacm.acm.org/blogs/blog-cacm/176450-python-is-now-the-most-popular-introductory-teaching-language-at-top-us-universities/fulltext.

Mannila, L., & Raadt, M. (2006). An objective comparison of languages for teaching introductory programming. In *Proceedings of the 6th Baltic Sea conference on Computing education research*: Koli Calling 2006 (pp. 32-37), New York, NY, USA: ACM.

Mészárosová, E. (2015). Is python an appropriate programming language for teaching programming in secondary schools? *ICTE Journal*, 4, 5-14.

MIT (2011). A Gentle Introduction to Programming Using Python. Retrieved 13 January 2016 from http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-189-a-gentle-introduction-to-programming-using-python-january-iap-2011/.

Oldham, D. J. (2005). What happens after Python in CS1? *Journal of Computing Sciences in Colleges*, *20* (6), 7-13.

Radenski, A. (2006). "Python first": a lab-based digital introduction to computer science. In *Proceedings of the 11th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education (ITICSE '06)* (pp. 197-201), New York, NY, USA: ACM.

Samurcay, R. (1989). The Concept of variable in programming: Its meaning and use in problem solving by novice programmers. In E. Saloway & J. C. Spohrer (eds.), *Studying the Novice Programmer* (pp. 161-178), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Sajaniemi, J., Tedre, M., & Nikula, U. (2007). Python and Roles of Variables in Introductory Programming: Experiences from Three Educational Institutions. *Journal of Information Technology Education*, 6, 199-214.

Swaroop, C. H. (2013). A byte of Python. Ανακτήθηκε στις 12 Δεκεμβρίου από http://www.swaroopch.com/notes/Python/.

Yadin, A. (2011). Reducing the dropout rate in an introductory programming course. *ACM Inroads*, 2(4) 71-76.

Tutorial Python Course-eu, Data Types and Variables. Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2016 από http://www.python-course.eu/variables.php.

Vosniadou, S., & Ortony, A. (1989). Similarity and analogical reasoning: A synthesis. In S. Vosniadou & A. Orony (eds.), *Similarity and analogical reasoning (*pp. 1-17), Cambridge: Cambridge University Press.

Αβούρης, Ν., Κουκιάς, Μ., Παλιουράς, Β., & Σγάρμπας, Κ. (2013). *Εισαγωγή στους υπολογιστές με τη γλώσσα Python*. Πάτρα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.

Γρηγοριάδου, Μ., & Κανίδης, Ε. (2002). Αντιλήψεις των Μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Σχετικά με την οργάνωση και τη λειτουργία της Μνήμης των Υπολογιστών. Στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), *Πρακτικά του 3ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»* (σ. 249-258), Ρόδος: Καστανιώτη. Ανακτήθηκε στις 12 Μαρτίου 2016 από http://www.etpe.eu/custom/pdf/etpe183.pdf.

Δαγδιλέλης, Β., Παυλοπούλου Κ., & Τρίγγα, Π. (1998). *Διδακτικοί Μέθοδοι και Εφαρμογές.* Αθήνα: Ευγενία Σωτ. Μπένου.

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

Οδηγός για τον Εκπαιδευτικό για το Πρόγραμμα Σπουδών του Μαθήματος «Πληροφορική» Γ' Τάξης Γενικού Λυκείου (Ιανουάριος 2015), στο πλαίσιο του έργου «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο Πρόγραμμα Σπουδών», Υποέργο 9: «Εκπόνηση Προγραμμάτων Σπουδών Γενικού Λυκείου, Μουσικών και Καλλιτεχνικών Λυκείων», Υ.ΠΟ.ΠΑΙ.Θ, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (Ι.Ε.Π).

"Python from Scratch". Μετάβαση από το Scratch στην Python και τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό αξιοποιώντας το παιχνίδι Code Combat

Θεοδούλη Τερζίδου
lterz@csd.auth.gr
Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η γνώση μίας τουλάχιστον γλώσσας προγραμματισμού υψηλού επιπέδου και η καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης (computational thinking), αποτελούν βασικές δεξιότητες του ψηφιακού εγγραμματισμού των μαθητών σήμερα. Η διδασκαλία τους ως ξεχωριστά αντικείμενα, από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, αποτελεί προτεραιότητα στις εκπαιδευτικές στρατηγικές πολλών ξένων χωρών. Το Scratch αποτελεί ένα από τα δημοφιλέστερα παγκοσμίως περιβάλλοντα προγραμματισμού, που χρησιμοποιείται για την εισαγωγή των μαθητών στην προγραμματιστική σκέψη από τις πρώτες τάξεις του Δημοτικού. Ωστόσο, η εκμάθηση μίας γλώσσας προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, αποτελεί αναγκαιότητα, αλλά ταυτόχρονα και σημείο δυσκολίας για τους μαθητές. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μία πρόταση διδασκαλίας με στόχο την υποστήριξη της μετάβασης από τον προγραμματισμό με blocks στο Scratch, στον προγραμματισμό με τη γλώσσα Python και τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό, αξιοποιώντας το online παιχνιδοκεντρικό περιβάλλον εκμάθησης κώδικα Code Combat.

Λέξεις κλειδιά: διδασκαλία Python, Scratch, προγραμματισμός, παιχνίδια κώδικα, σχέδιο μαθήματος

Εισαγωγή

Ο προγραμματισμός και η Επιστήμη της Πληροφορικής συγκαταλέγονται στα αντικείμενα των Θετικών Επιστημών για τα οποία παγκοσμίως γίνεται προσπάθεια να προωθηθούν στην εκπαίδευση των μαθητών ακόμη από τις μικρές ηλικίες. Η μετάβαση από τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Επιστήμη της Πληροφορικής φαίνεται να είναι αναγκαία. Η διδασκαλία μιας τουλάχιστον γλώσσας προγραμματισμού υψηλού επιπέδου συγκαταλέγεται στις απαραίτητες δεξιότητες για τον τεχνολογικό εγγραμματισμό των μαθητών. Οι μαθητές καλούνται από απλοί καταναλωτές να γίνουν οι ίδιοι δημιουργοί. Η εκμάθηση μιας γλώσσας προγραμματισμού βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν δομημένη αλγοριθμική σκέψη ενώ παράλληλα συμβάλει στην καλλιέργεια της δημιουργικότητας τους.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η αναγκαιότητα υποστήριξης για τη μετάβαση από μια γλώσσα οπτικού προγραμματισμού σε μία γλώσσα υψηλού επιπέδου, μέσα από μια πρόταση διδασκαλίας, η οποία υποστηρίζει τη μετάβαση από το Scratch στη γλώσσα προγραμματισμού Python και στις έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού, αξιοποιώντας την παιχνιδοκεντρική μάθηση. Οι λόγοι για τους οποίους επιλέχθηκε η Python για την υλοποίηση της παρούσας πρότασης είναι: α) το ξεκάθαρο συντακτικό και η απλή δομή της γλώσσας, τα οποία την καθιστούν εξαιρετική επιλογή για την εκπαίδευση και την εισαγωγή των μαθητών στον προγραμματισμό (Grandell et al., 2006), β) η Python συμπεριλαμβάνεται ήδη στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών για τα ΕΠΑΛ, γ) είναι

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

ιδιαίτερα δημοφιλής παγκοσμίως και χρησιμοποιείται από πολλές μεγάλες εταιρείες του χώρου της Πληροφορικής και δ) είναι μία από τις πιο περιζήτητες γλώσσες στην αγορά εργασίας σήμερα. Το διδακτικό σενάριο που προτείνεται είναι οργανωμένο σε δύο θεματικές ενότητες, σχεδιασμένες έτσι ώστε να αξιοποιούν τις υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών στο Scratch και να τους βοηθούν να δημιουργήσουν νέες απαραίτητες αναπαραστάσεις για την μετάβαση τους στη γλώσσα προγραμματισμού Python. Κάθε ενότητα αποσκοπεί στην κατανόηση μιας δομής δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη ενότητα ο μαθητής καθοδηγείται στην υλοποίηση ίδιων προγραμματιστικά έργων στο Scratch και στην Python, ενώ στη δεύτερη ενότητα ο μαθητής εισάγεται στις έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού αξιοποιώντας παράλληλα το online εκπαιδευτικό παιχνίδι Code Combat (https://codecombat.com/). Η πρόταση διδασκαλίας σχεδιάστηκε για να εφαρμοστεί τόσο στο Γυμνάσιο όσο και στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού.

Αξιοποίηση παιχνιδιών στη διδασκαλία του προγραμματισμού

Η Παιχνιδοκεντρική Μάθηση είναι η εκπαιδευτική διαδικασία, η οποία χρησιμοποιεί εμπειρίες παιχνιδιού ως εργαλείο μάθησης (Terzidou & Tsiatsos, 2011). Μια θεωρητική ανασκόπηση σχετικά με τον όρο «Παιχνιδοκεντρική Μάθηση» (Game Based Learning-GBL), μπορεί να μας οδηγήσει σε πολλούς παρόμοιους όρους, οι οποίοι εμπεριέχουν την ίδια έννοια του «μαθαίνω παίζοντας». Έτσι, ο όρος της Παιχνιδοκεντρικής Μάθησης αποδίδεται επίσης ως «Σοβαρά παιχνίδια» (Serious Games), «Παιχνίδια Μάθησης», «Εκπαιδευτικά παιχνίδια» (Educational Games), «Μάθηση με Ψηφιακά Παιχνίδια» (Digital Game Learning-DGL), και πιο πρόσφατα ως «Παιχνιδοποίηση» (Gamification). Στα Σοβαρά Παιχνίδια, κύριος στόχος είναι η εκπαίδευση (σε όλες τις μορφές της) παρά η διασκέδαση (Michael & Chen, 2006), ενώ τα χαρακτηριστικά της πρόκλησης, φαντασίας και περιέργειας, που εμπεριέχουν, αποτελούν σύμφωνα με τον Malone (1981), τα κύρια συστατικά της παρακίνησης (motivation). Σύμφωνα με τον Prensky (2001), η παρακίνηση μέσω παιχνιδιών μπορεί να βρει εφαρμογή στην εκμάθηση αντικειμένων, τα οποία έχουν αυξημένο βαθμό δυσκολίας όσον αφορά τη διδασκαλία τους. Συμπερασματικά, τα παιχνίδια θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν και στη διδασκαλία των αφηρημένων, και γι αυτό το λόγο, δύσκολων εννοιών του προγραμματισμού, ενώ παράλληλα οι παιγνιώδεις δραστηριότητες μπορούν, σύμφωνα με τον Piaget (1970), να ενισχύσουν και τη βαθιά μάθηση (deep learning). Τέλος, ψυχολόγοι ερευνητές αναγνωρίζουν το μεγάλο πλεονέκτημα της μάθησης με ψηφιακά παιχνίδια, στο υψηλό επίπεδο της ενδογενούς παρακίνησης (intrinsic motivation) των μαθητών για να παίξουν και να προχωρήσουν στο παιχνίδι και ως εκ τούτου για να μάθουν (Kickmeier-Rust et al., 2007).

Παιχνίδια κώδικα

Η σχεδίαση και ο προγραμματισμός παιχνιδιών μπορούν να υποστηρίξουν την εκμάθηση εννοιών της Επιστήμης της Πληροφορικής (Denner et al., 2012) και αποτελούν χρήσιμο μέσο για την εκμάθηση αλλά και για τη διδασκαλία του προγραμματισμού (Seng & Yatim, 2014). Έτσι, τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται και χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερα παιχνίδια κώδικα για την εκμάθηση κάποιας γλώσσας προγραμματισμού, τόσο από παιδιά όσο και από ενήλικες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων περιβαλλόντων που χρησιμοποιούν προγραμματισμό με blocks είναι τα: Code.org, Run Marco, Tynker, The Foos, LightBot, CodinGame, κ.α. Ενώ υπάρχουν και περιβάλλοντα τα οποία απαιτούν τη συγγραφή κώδικα σε μια γλώσσα υψηλού επιπέδου, όπως είναι ενδεικτικά τα: Code Combat, Ruby Warrior, Code School. Η αξιοποίηση των παιχνιδιών με στόχο τη μάθηση

αποτελεί παγκοσμίως πλέον, μία από τις πιο σύγχρονες τάσεις στον τομέα της εκπαίδευσης (mathisi2.0.gr). Η μάθηση διαμέσου παιχνιδιών εφαρμόζεται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και τις ηλικίες. Η χρήση πολυμεσικών στοιχείων (λέξεις, βίντεο, ήχοι, εικόνες, κινούμενες εικόνες), στα οποία είναι πλούσια τα εκπαιδευτικά παιχνίδια, αυξάνει την πιθανότητα χρήσης και των δύο καναλιών του μαθητευόμενου, δηλ. του εικονικού και λεκτικού (Mayer, 2007), γεγονός που αυξάνει επίσης και τις πιθανότητες μάθησης.

Η διδασκαλία του προγραμματισμού

Η διδασκαλία του προγραμματισμού σε μικρές ηλικίες στην Ελλάδα είναι ακόμη σε αρχικό στάδιο. Οι μαθητές στη χώρα μας, αν και αποκτούν ήδη από το δημοτικό την πρώτη τους επαφή με το αντικείμενο της Πληροφορικής μέσα από το μάθημα των ΤΠΕ (ΔΕΠΠΣ, 2007), η πρώτη τους γνωριμία με τον προγραμματισμό, την υπολογιστική και αλγοριθμική σκέψη γίνεται μόλις στην Γ' Γυμνασίου με τη γλώσσα Logo ή/και Scratch. Ενώ, η εκμάθηση μιας γλώσσας προγραμματισμού υψηλού επιπέδου και η αλγοριθμική επίλυση προβλημάτων έρχεται πολύ αργότερα, για τα μεν Γενικά Λύκεια (ΓΕΛ) στην Γ' Λυκείου, για τα δε Επαγγελματικά Λύκεια (ΕΠΑΛ) στην Β' Λυκείου. Από την άλλη πλευρά, η ύπαρξη εκατοντάδων γλωσσών προγραμματισμού καθώς και η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη, καθιστά την επιλογή μιας από αυτές για την εκπαίδευση μια πολύ δύσκολη υπόθεση.

Το προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch

Το Scratch είναι μια από τις περισσότερο διαδεδομένες γλώσσες προγραμματισμού για μικρές ηλικίες. Αναπτύχθηκε το 2009 από μία ομάδα ερευνητών στο Media Lab του Πανεπιστήμιου του MIT. Το Scratch είναι μια δυναμική οπτική γλώσσα προγραμματισμού που εστιάζει στην εκμάθηση της αλγοριθμικής σκέψης, αποφεύγοντας τα συντακτικά λάθη με τη χρήση blocks. Η τελευταία Scratch 2.0 έκδοση προσφέρεται τόσο για χρήση offline, όσο και online (http://scratch.mit.edu/) και διατίθεται σε πάνω από 40 γλώσσες μεταξύ αυτών και στην Ελληνική. Σήμερα το Scratch απαριθμεί στην online έκδοση του, πάνω από 10 εκατομμύρια χρήστες (https://scratch.mit.edu/statistics/), στην πλειοψηφία τους ηλικίας από 13 έως 18 ετών. Παράλληλα προσφέρεται ειδικά για εκπαιδευτικούς, διαδικτυακή κοινότητα, για τη διαμοίραση και ανταλλαγή πηγών και εκπαιδευτικών πρακτικών για το Scratch. Η διαδικασία δημιουργίας προγράμματος (σεναρίου) στο Scratch είναι απλή και μοιάζει από μόνη της με παιχνίδι. Καθώς οι μαθητές σχεδιάζουν τα έργα τους στο Scratch επιδίδονται στη χρήση υπολογιστικών εννοιών-δομών, οι οποίες είναι κοινές σε πολλές γλώσσες προγραμματισμού και μπορούν να μεταφερθούν και σε άλλα προγραμματιστικά περιβάλλοντα. Οι έννοιες αυτές συμπεριλαμβάνουν: τη δομή ακολουθίας (sequence), δομή επανάληψης (loop), παράλληλος προγραμματισμός (parallelism), συμβάντα (events), συνθήκες ελέγχου (conditionals), τελεστές (operators), δεδομένα (data).

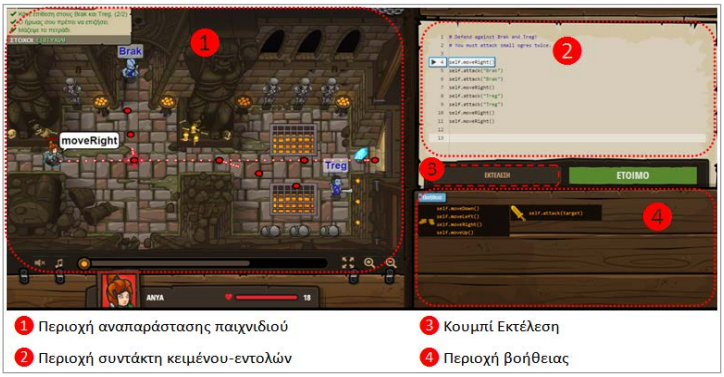
Εκμάθηση Python με το παιχνίδι προγραμματισμού Code Combat

Η εκμάθηση πληκτρολόγησης, βασικής σύνταξης εντολών σε μία γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου και η κατανόηση των εννοιών του αντικεινοστραφούς προγραμματισμού μέσα από το κατάλληλο περιβάλλον θα μπορούσε να γίνει πιο διασκεδαστική και ενδιαφέρουσα για τους μαθητές από μικρή ακόμη ηλικία. Το Code Combat αποτελεί ένα τέτοιο παράδειγμα διαδικτυακού περιβάλλοντος εκμάθησης κώδικα, το οποίο εισάγει τους μαθητές στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό μέσα από το παιχνίδι. Το Code Combat είναι ένα παιχνίδι κώδικα με μορφή περιπέτειας (RPG). Το Code Combat Project ξεκίνησε το

2013 από μία ομάδα 13 ατόμων και διατέθηκε με τη μορφή ανοικτού κώδικα (Open Source) στην κοινότητα του GitHub. Αποτέλεσμα της ελεύθερης διάθεσης του λογισμικού ήταν να δημιουργηθεί μια συνεχώς αυξανόμενη κοινότητα προγραμματιστών που μετράει σήμερα πάνω από 450 μέλη παγκοσμίως, τα οποία και θεωρούνται συν-δημιουργοί του Code Combat που συμβάλουν στη συνεχόμενη ανανέωση και επέκταση του. Το περιβάλλον του έχει μεταφραστεί σε 50 γλώσσες έως τώρα, μεταξύ αυτών και στην Ελληνική, ενώ μετράει πάνω από πέντε εκατομμύρια χρήστες σε 200 και πλέον χώρες.

Το Code Combat ως παιχνίδι

Η διεπαφή χρήστη του περιβάλλοντος δίνει την αίσθηση ενός πραγματικού παιχνιδιού (Σχήμα 1). Το Code Combat στη σημερινή του μορφή δίνει τη δυνατότητα επιλογής για την εκμάθηση δύο από τις δημοφιλέστερες γλώσσες προγραμματισμού: της Python και της JavaScript. Το παιχνίδι διαθέτει πολλά επίπεδα κλιμακούμενης δυσκολίας, τα οποία αντιστοιχούν σε αντίστοιχης δυσκολίας διδασκόμενες έννοιες και δομές της γλώσσας προγραμματισμού. Τα πρώτα επίπεδα του Code Combat διατίθενται δωρεάν ενώ για τα επόμενα επίπεδα απαιτείται συνδρομή. Δεν απαιτείται η δημιουργία λογαριασμού ωστόσο για τη διατήρηση της προόδου ενδείκνυται ο χρήστης να κάνει εγγραφή με το email του.



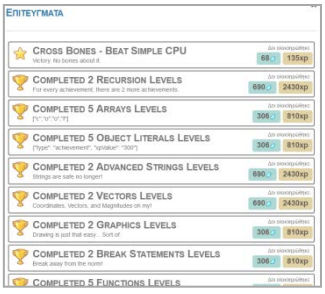
Σχήμα 1. Διεπαφή χρήστη του Code Combat

Το παιχνίδι παίζεται ατομικά ή σε επίπεδο πολλών χρηστών με άλλους online χρήστες (ή συμμαθητές) συμμετέχοντας σε «Φατρίες». Στόχος του παιχνιδιού είναι ο παίκτης, που έχει τη μορφή ήρωα, να επιβιώσει στις δοκιμασίες του εκάστοτε επιπέδου, να συλλέξει πόντους μαζεύοντας πετράδια, αποφεύγοντας εμπόδια και/ή αντιμετωπίζοντας εχθρούς. Με κάθε επιτυχημένη επίτευξη αποστολής ο ήρωας κερδίζει πόντους εμπειρίας (XPs) και αποκτά «Επιτεύγματα» (Σχήμα 2), με τα οποία μπορεί να εξοπλίζει-βελτιώνει τον «χαρακτήρα» του. Για να ελέγξει τον ήρωα του ο χρήστης καλείται να πληκτρολογήσει τις σωστές συντακτικά, αλλά και σε λογική σειρά εντολές στη γλώσσα προγραμματισμού (Python ή JavaScript) που επέλεξε. Σε περίπτωση λάθους ο χρήστης λαμβάνει κατάλληλη ανατροφοδότηση που του δίνει τη δυνατότητα να σκεφθεί και να διορθώσει τα σφάλματα στον κώδικα του.

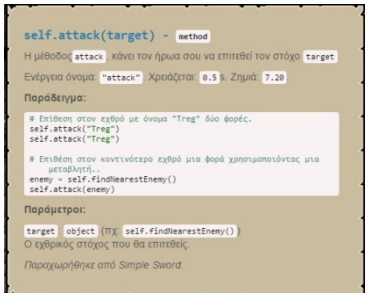
Το Code Combat ως εκπαιδευτικό εργαλείο για την εκμάθηση της Python

Με το Code Combat, ο μαθητής εισάγεται στις έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού ήδη από τα πρώτα επίπεδα του παιχνιδιού. Μέσα από το παιχνίδι

ενισχύεται η ικανότητα των μαθητών να πληκτρολογούν, να συντάσσουν εντολές και να τις μεταγλωττίζουν (debugging). Ο μαθητής σε κάθε επίπεδο καλείται να γράψει ένα ολοκληρωμένο απόσπασμα κώδικα (snippet), χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες εντολές. Οι εντολές πληκτρολογούνται στο συντάκτη κειμένου, ο οποίος προσομοιάζει υπάρχοντες συντάκτες γλωσσών προγραμματισμού. Επιπρόσθετα, προσφέρεται η δυνατότητα προσαρμογής της εμφάνισης του συντάκτη μέσα από το μενού «Επιλογές-Ρυθμίσεις συντάκτη κειμένου», λειτουργία που βοηθά το μαθητή να εξοικειωθεί με τα πραγματικά περιβάλλοντα προγραμματισμού. Σε κάθε επίπεδο του παιχνιδιού, ο μαθητής εφαρμόζει συγκεκριμένες προγραμματιστικές δομές. Στο πρώτο επίπεδο ο μαθητής εξοικειώνεται με το βασικό συντακτικό της γλώσσας και τις έννοιες του αντικειμένου, της μεθόδου, της παραμέτρου, της μεταβλητής, της συμβολοσειράς και της δομής επανάληψης, ενώ στα τελευταία επίπεδα καλείται να κάνει χρήση συναρτήσεων, λιστών και άλλων προχωρημένων τεχνικών προγραμματισμού. Για κάθε απαιτούμενη προγραμματιστική έννοια διατίθεται σχετική βοήθεια μέσα από την «περιοχή βοήθειας» (Σχήμα 3) ενώ, ο διαθέσιμος από το μενού οδηγός (tutorial) παρέχει επιπρόσθετη βοήθεια με τρεις διαφορετικούς τρόπους: α) με video, β) επισκόπηση επιπέδου με κείμενο και γ) intro με σχηματικές υποδείξεις.



Σχήμα 2. Screenshot: Επιτεύγματα παίκτη



Σχήμα 3. Screenshot: Εμφάνιση βοήθειας

Στους εκπαιδευτικούς δίνεται η δυνατότητα να εγγραφούν στην πλατφόρμα ως «δάσκαλοι», επιτρέποντας τους έτσι να δημιουργούν τις δικές τους τάξεις και «φατρίες» αλλά και να παρακολουθούν την πρόοδο των μαθητών τους. Η πλατφόρμα διαθέτει επίσης μια ενεργή κοινότητα εκπαιδευτικών (https://discourse.codecombat.com/c/teachers) για την ανταλλαγή και διαμοίραση εμπειριών σχετικά με τη διδασκαλία προγραμματισμού με το Code Combat. Τέλος, προσφέρεται και ένας χρήσιμος οδηγός για εκπαιδευτικούς για τη διδασκαλία του Code Combat.

Πρόταση διδασκαλίας: Από το Scratch στην Python

Το Scratch μπορεί να αποτελέσει την πύλη για το πέρασμα σε μια άλλη γλώσσα προγραμματισμού, όπως η Python και ειδικότερα στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό. Η μετάβαση αυτή απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό. Το Code Combat, αν και αποτελεί ένα ιδιαίτερα ευχάριστο εκπαιδευτικό παιχνίδι κώδικα, εκτιμάται ότι μπορεί να επιτύχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα αν συνδυαστεί με ένα διδακτικό σενάριο που θα λειτουργήσει υποστηρικτικά για τους μαθητές, βοηθώντας τους να δημιουργήσουν τις απαραίτητες αναπαραστάσεις και να αναπτύξουν μεταγνωστικές ικανότητες που θα κάνουν ομαλή τη μετάβασή τους από τη μια γλώσσα προγραμματισμού στην άλλη. Σύμφωνα με έρευνες, στην εκπαίδευση εποικοδομικού τύπου όταν οι μαθητές στερούνται υποστήριξης

και καθοδήγησης, δεν αναπτύσσουν ουσιαστικές δεξιότητες και δεν οικοδομούν σημαντική γνώση (Demetriadis, Tsiatsos & Karakostas, 2012). Το προτεινόμενο σχέδιο μαθήματος στόχο έχει να προσφέρει στους μαθητές την απαραίτητη καθοδήγηση έτσι ώστε σταδιακά να κατανοήσουν τη γλώσσα Python και να διασφαλίσει την ομαλή μετάβαση τους στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό αξιοποιώντας παράλληλα την ήδη εδραιωμένη γνώση που απέκτησαν στο περιβάλλον του Scratch.

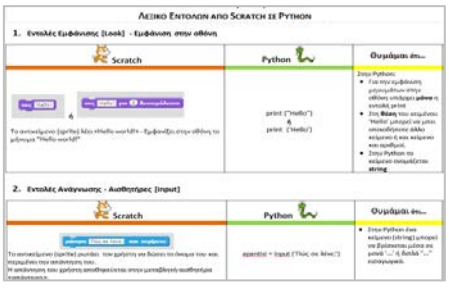
Πίνακας 1. Δομή διδακτικού σεναρίου - Ενότητα 1η

Python from Scratch - [*Διάρκεια: 10 διδ.ώρες*]	
Περιβάλλον	Scratch και Python 3.x
Προαπαιτούμενα	Γνώση προγραμματισμού και δομών δεδομένων στο Scratch.
Σύντομη περιγραφή	Ο μαθητής υλοποιεί δραστηριότητες κλιμακούμενης δυσκολίας. Υλοποιεί πρόγραμμα πρώτα στο Scratch και στη συνέχεια το "μεταφράζει" σε Python.
Συμπεριλαμβάνει	Φύλλα Δραστηριότητας -βοήθειας, Λεξικό Εντολών Scratch-Python (Σχήμα 4)
Διδακτικοί Στόχοι	• Μετάβαση από τον προγραμματισμό σε Blocks, στον προγραμματισμό με την γλώσσα Python, Καλλιέργεια υπολογιστικής σκέψης και συνεργασίας. • Σύνταξη, μεταγλώττιση και εκτέλεση εντολών στην Python, Αναγνώριση αντιστοιχίας βασικών εντολών Scratch-Python, Αναγνώριση συντακτικών λαθών της γλώσσας Python.
Διδασκόμενες Έννοιες	• Εντολές εισόδου - εξόδου, τελεστές και βασικές αριθμητικές πράξεις, Μεταβλητές, Τύποι μεταβλητών - Μετατροπή τύπου • Εισαγωγή στη χρήση βιβλιοθηκών και συναρτήσεων, Έλεγχος υπόθεσης και Δομή επανάληψης

Δομή και οργάνωση διδακτικού σεναρίου

Το σενάριο, συνολικής διάρκειας 20 διδακτικών ωρών, είναι οργανωμένο σε δύο ενότητες και προτείνεται η εργασία σε ομάδες 2-3 μαθητών. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καθοδηγητικός, υποστηρικτικός ενώ ο μαθητής αναλαμβάνει πρωτοβουλίες, αναζητά, επεξεργάζεται και υλοποιεί. Δεδομένου ότι το διδακτικό σενάριο στοχεύει να υποστηρίξει ακόμη και μικρότερης ηλικίας μαθητές, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό των συνοδευτικών φύλλων δραστηριοτήτων και βοήθειας, τα οποία κάνουν χρήση απλής και κατανοητής γλώσσας, χρησιμοποιούν κατάλληλη οπτικοποίηση των διδασκόμενων εννοιών διατηρώντας πάντα την αρχή της συνάφειας και ομοιομορφίας, στοχεύοντας.

Ενότητα 1η - Εισαγωγή στην Python: ο μαθητής καθοδηγείται για να υλοποιήσει δύο όμοια προγραμματιστικά έργα στο Scratch και στην Python (Πίνακας 1).



Σχήμα 4. Λεξικό εντολών Scratch-Python

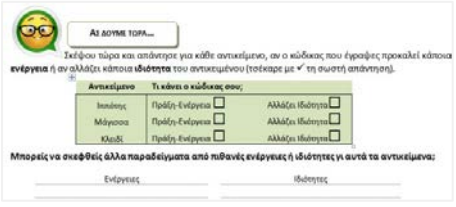
Ενότητα 2η - Εισαγωγή στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό: ο μαθητής εισάγεται στις έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού με την Python, αξιοποιώντας παράλληλα το παιχνίδι Code Combat (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Δομή διδακτικού σεναρίου - Ενότητα 2η

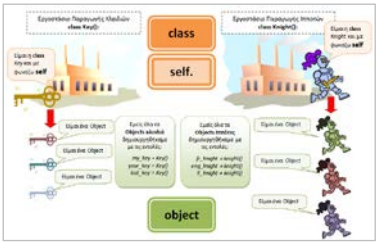
Αντικείμενα σε Scratch-Python-Code Combat [*Διάρκεια: 10 διδ. ώρες*]	
Περιβάλλον	Scratch online, Python 3.x , Code Combat
Προαπαιτούμενα	Βασικές γνώσεις προγραμματισμού σε Scratch και Python
Σύντομη περιγραφή	Ο μαθητής προετοιμάζεται με φύλλα δραστηριότητας σε Scratch και Python πριν παίξει το Code Combat με σκοπό την κατανόηση των εννοιών του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού.
Συμπεριλαμβάνει	Φύλλα Δραστηριότητας και βοήθειας, Λεξικό Εντολών Scratch-Python
Διδακτικοί Στόχοι	• Εισαγωγή στον Αντικειμενοστραφή Προγραμματισμό, Δημιουργία αναπαραστάσεων για την έννοια του αντικειμένου από Scratch σε Python, Καλλιέργεια υπολογιστικής σκέψης και συνεργασίας.
Διδασκόμενες Έννοιες	• Κλάση (class), Αντικείμενο (object), Μέθοδος (method), Ιδιότητα (attribute) • Ονοματολογία κλάσεων

Η εισαγωγή στις έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού επιχειρείται μέσω της δημιουργίας συσχετίσεων με τα ήδη γνωστά για τον μαθητή αντικείμενα (sprites) στο Scratch. Ο μαθητής καλείται να υλοποιήσει πρόγραμμα στο Scratch, με αντικείμενα που έχουν παρόμοια μορφή (π.χ. ιππότης, κλειδί όπως στο Σχήμα 5), με τα αντικείμενα που θα κληθεί να υλοποιήσει αργότερα στην Python, αλλά και τη μορφή του ήρωα (αντικείμενο) στο παιχνίδι Code Combat. Στη συνέχεια, απαντά σε ερωτήσεις του σχετικού φύλλου εργασίας (Σχήμα 6) και με χρήση του φύλλου βοήθειας (Σχήμα 7), καθοδηγείται να δημιουργήσει τις απαραίτητες νοητικές συνδέσεις και να προχωρήσει στη δημιουργία αντικειμένων γράφοντας εντολές στην Python.

Σχήμα 5. Αντικείμενα στο Scratch



Σχήμα 6. Απόσπασμα φύλλου εργασίας



Σχήμα 7. Φύλλο βοήθειας για αντικείμενα

Η ενότητα ολοκληρώνεται στο παιχνίδι Code Combat, όπου ο μαθητής πληκτρολογώντας εντολές σε Python, μετακινεί τον ήρωα (self.), κάνοντας χρήση μεθόδων: self.moveDown(), self.moveUp(), self.moveLeft(), self.moveRight().

Συμπεράσματα - μελλοντικοί στόχοι

Η νέα πραγματικότητα που διαμορφώνεται για τον ψηφιακό εγγραμματισμό κάνει σχεδόν επιτακτική την ανάγκη εκμάθησης μίας τουλάχιστον γλώσσας προγραμματισμού από μικρή ηλικία. Πληθώρα εργαλείων που στόχο έχουν να διαδώσουν την «τέχνη» του προγραμματισμού σε κάθε ηλικία, έχουν κάνει την εμφάνιση τους τα τελευταία χρόνια. Από την άλλη πλευρά, η ύπαρξη πολλών αφηρημένων εννοιών στον προγραμματισμό και την αλγοριθμική σκέψη, μπορεί να αποτελέσουν εμπόδιο στην απόκτηση αυτής της γνώσης από τους μαθητές. Η εργασία αυτή παρουσίασε μία πρόταση διδασκαλίας για την ομαλή μετάβαση των μαθητών από τον προγραμματισμό με blocks στον προγραμματισμό με την υψηλού επιπέδου γλώσσα Python, οικοδομώντας στην πρότερη γνώση των μαθητών στο Scratch και αξιοποιώντας το παιχνίδι κώδικα Code Combat. Μελλοντικός στόχος είναι η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του διδακτικού σεναρίου στην τάξη.

Αναφορές

Denner, J., Werner, L., & Ortiz, E. (2012). Computer games created by middle school girls: Can they be used to measure understanding of computer science concepts? *Computers & Education*, 58, 240–249.

Demetriadis, S., Tsiatsos, T., & Karakostas, A. (2012). Scripted Collaboration to Guide the Pedagogy and Architecture of Digital Learning Games. In *Proceedings of the 6th European Conference on Games Based Learning (ECGBL 2012)* (pp. 148-154), Cork, Ireland.

Grandell, L., Peltomäki, M., Back, R. J., & Salakoski, T. (2006). Why complicate things? Introducing programming in high school using Python. *Conferences in Research and Practice in Information Technology Series*, 52, 71-80.

Kickmeier-Rust M. D., Peirce, N., Conlan, O., Schwarz, D., Verpoorten, D., & Albert, D. (2007). Immersive Digital Games: The Interfaces for Next-Generation E-Learning. In C. Stephanidis (eds.), *Universal Access in Human Computer Interaction Applications and Services, LNCS, 4556* (pp. 647–656), Berlin: Springer.

Malone T.W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science,* 4, 333–369.

Mayer, R. (2007). *eLearning and the Science of Instruction*. USA: Wiley.

Michael, D. R., & Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train, and inform.* USA: Thomson Course Technology.

Seng, W. Y., & Yatim, M. H. M. (2014). Computer Game as Learning and Teaching Tool for Object Oriented Programming in Higher Education Institution. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 123, 215-224.

Prensky M. (2001). The Digital Game-Based Learning Revolution. Learning. *Mc Graw-Hill*, 1-19.

Terzidou, T., & Tsiatsos, T. (2011). Designing a 3D Collaborative Game to Support Game Based Learning. In *Proceedings of the 5th European Conference on Games Based Learning, (ECGBL)* pp. 573-581.

ΔΕΠΠΣ, *Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών* (2015). Προσπελάστηκε την 10.02.16 http://www.pi-schools.gr/programs/depps/.

ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ 4

Διδακτικές προσεγγίσεις και προτάσεις στην Πληροφορική

Διδασκαλία της βασικής υπολογιστικής δομής και λειτουργίας στο Νηπιαγωγείο μέσω Ψηφιακής Αφήγησης

Θαρρενός Μπράτιτσης
bratitsis@uowm.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται μια ερευνητική προσέγγιση που εφαρμόστηκε σε ιδιωτικό Νηπιαγωγείο της Θεσσαλονίκης. Αφορά στην αξιοποίηση της Ψηφιακής Αφήγησης ως διδακτικής μεθοδολογίας, στο πεδίο της Διδακτικής της Πληροφορικής. Συγκεκριμένα, μέσα από μια σύντομη ψηφιακή ιστορία περιγράφεται η βασική δομή του υπολογιστικού συστήματος και η διαδρομή της πληροφορίας σε αυτό. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη διασύνδεση συσκευών εισόδου και εξόδου, αλλά και στην κοινή διαδρομή της προς επεξεργασία πληροφορίας μέσα σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Στόχος ήταν να κατανοήσουν τα παιδιά τις αντίστοιχες έννοιες, αλλά και να συνειδητοποιήσουν τις ομοιότητες όλων των ηλεκτρονικών συσκευών που εμπίπτουν στην έννοια του υπολογιστικού συστήματος, άσχετα από τη χρήση που έχει κάθε μία από αυτές. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά και προκαλούν το ενδιαφέρον για περαιτέρω έρευνα.

Λέξεις κλειδιά: Ψηφιακή Αφήγηση, Διδακτική Πληροφορικής, πληροφορία, Νηπιαγωγείο

Εισαγωγή

Στις μέρες μας τα παιδιά κατακλύζονται από ψηφιακές συσκευές και εφαρμογές στο στενό τους περιβάλλον (οικογενειακό, σχολικό και ευρύτερο), κάτι που συντελεί στην εξοικείωσή τους με αυτά από πολύ μικρή ηλικία. Μεγαλωμένα σε ένα πλούσιο τεχνολογικά περιβάλλον, χαρακτηρίζονται από τον Prensky (2003) ως «ψηφιακοί ιθαγενείς».

Βέβαια, παρά τη ραγδαία εξάπλωση των ψηφιακών τεχνουργημάτων, επικρατεί η τάση η χρήση τους να γίνεται αδιαφανής για τον τελικό χρήστη. Ενώ μέχρι πριν από 15-20 χρόνια η Πληροφορική ήταν πεδίο που απευθυνόταν σε λίγους και με εξειδικευμένες γνώσεις, ειδικά μετά την έλευση των υπηρεσιών Web 2.0 και της λογικής που έφεραν στη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, οι συγκεκριμένες τεχνολογίες απευθύνονται πλέον στο ευρύ κοινό, το οποίο δε χρειάζεται να έχει καμία εξειδικευμένη γνώση για να τις αξιοποιήσει στην καθημερινότητά του (Μπράτιτσης, Σαββόγλου, & Μερεστή, 2014). Άλλωστε και οι πρόσφατες εξελίξεις στο χώρο των λειτουργικών συστημάτων δείχνουν προς την κατεύθυνση κατά την οποία ο τελικός χρήστης δε θα χρειάζεται καθόλου να ασχολείται με τις ρυθμίσεις του υπολογιστή του, αλλά κεντρικά οι σχετικές εταιρείες θα προβαίνουν σε αναβαθμίσεις, ενημερώσεις και ρυθμίσεις. Κατά συνέπεια, ο τελικός χρήστης γίνεται όλο και περισσότερο απλός χρήστης και όχι γνώστης, με συνέπεια να μην μπορεί να αντιμετωπίσει ιδιαίτερες καταστάσεις.

Βασικός άξονας της Διδακτικής της Πληροφορικής είναι η μελέτη της οικοδόμησης θεμελιωδών γνώσεων και της ανάπτυξης των δεξιοτήτων (τεχνικών και νοητικών) από τους μαθητές που χρησιμοποιούν υπολογιστές και ασχολούνται με την Πληροφορική (Κόμης, 2000). Η κατανόηση της δομής και της λειτουργίας του υπολογιστικού συστήματος είναι θεμελιώδες στοιχείο του πεδίου αυτού.

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

Στην παρούσα εργασία, περιγράφεται μια διδακτική παρέμβαση στο Νηπιαγωγείο, για τις ανάγκες της οποίας δημιουργήθηκε μια σύντομη ψηφιακή ιστορία που αφορά στη βασική δομή του ηλεκτρονικού υπολογιστή και στη ροή της πληροφορίας μέσα από αυτόν. Η παρέμβαση αυτή αποτελεί βελτιωμένη εκδοχή αντίστοιχης προσπάθειας (Μπράτιτσης κ.ά., 2014) για να αξιολογηθεί η προσέγγιση της Ψηφιακής Αφήγησης για τη διδασκαλία εννοιών της Πληροφορικής στις ηλικίες 4-7 ετών. Στην εργασία, αρχικά, παρουσιάζεται πολύ συνοπτικά το θεωρητικό πλαίσιο αναφορικά με την Ψηφιακή Αφήγηση. Στη συνέχεια, περιγράφεται η ιστορία που δημιουργήθηκε, καθώς και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά την έρευνα. Η εργασία ολοκληρώνεται με την καταληκτική συζήτηση και τις προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Ψηφιακή Αφήγηση

Η αφήγηση ιστοριών αποτελεί μια από τις παλαιότερες μεθόδους επικοινωνίας και μάθησης. Πρόκειται για το συνδυασμό της παραδοσιακής προφορικής αφήγησης με πολυμέσα και εργαλεία τηλεπικοινωνίας (Lathem, 2005). Είναι μια μορφή τέχνης, συνδυάζοντας διαφορετικά είδη πολυμεσικού υλικού, όπως εικόνες, κείμενο, βίντεο, ηχογραφημένη αφήγηση και μουσική για τη δημιουργία μιας σύντομης ιστορίας (Robin & McNeil, 2012). Οι ψηφιακές αφηγήσεις μπορούν να αποθηκευτούν ή να δημοσιευτούν στο διαδίκτυο, επιτρέποντας τη συζήτηση και το σχολιασμό και ενισχύοντας την εκπαιδευτική τους αξία και το χρόνο ζωής τους (Lathem, 2005).

Καθώς τα εργαλεία που απαιτούνται για την ψηφιακή αφήγηση (υπολογιστές, σαρωτής, ψηφιακές κάμερες και υψηλής ποιότητας ψηφιακός ήχος) είναι πλέον εύκολα και προσιτά για τον καθένα, το εκπαιδευτικό ενδιαφέρον για την εφαρμογή της έχει πρόσφατα αναθερμανθεί. Ταυτόχρονα, ακόμα και οι αρχάριοι χρήστες, λόγω διαθέσιμων ισχυρών, ελεύθερων λογισμικών έχουν τη δυνατότητα να γίνουν ψηφιακοί παραγωγοί, συντάκτες και διανομείς μέσων σε μεγάλη κλίμακα μέσα από το διαδίκτυο και εφαρμογές Web 2.0.

Στην εκπαίδευση, η ψηφιακή αφήγηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο το οποίο μπορεί να διευκολύνει τη διδασκαλία και να ενισχύσει τη μάθηση. Μπορεί να αξιοποιηθεί σε όλες τις βαθμίδες, σχεδόν σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα και με διάφορους τρόπους (Robin, 2006). Έτσι, μπορούν οι μαθητές να δημιουργούν ψηφιακές ιστορίες, εκφράζοντας τις σκέψεις, τις ιδέες και τις απόψεις τους για να τις μοιραστούν με ένα ευρύτερο κοινό, βελτιώνοντας ταυτόχρονα τις δεξιότητες συγγραφής τους (Gakhar & Thompson, 2007). Επιπλέον, γίνονται πιο ενεργοί και παραγωγικοί τόσο στις ατομικές όσο και στις συνεργατικές δραστηριότητες (Bratitsis et al., 2011). Ως εργαλείο διδασκαλίας, δίνουν τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να παρουσιάσουν ένα αντικείμενο ή μια νέα ιδέα με τρόπο ελκυστικό (Robin 2008). Γενικότερα, τα οφέλη της Ψηφιακής Αφήγησης είναι πολλαπλά, εμπλέκοντας πολλές δεξιότητες «του 21ου αιώνα», όπως η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων, η λήψη αποφάσεων, η συνεργατικότητα, η δημιουργικότητα, η καινοτομία και ο ψηφιακός εγγραμματισμός (Μπράτιτσης, 2015).

Στη διδακτική παρέμβαση που περιγράφεται στην παρούσα εργασία, η ψηφιακή ιστορία χρησιμοποιήθηκε για την παρουσίαση της έννοιας της ροής πληροφορίας μέσα από ένα υπολογιστικό σύστημα στα παιδιά.

Μεθοδολογία έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη τον Ιούλιου του 2015 με τη συμμετοχή 20 μαθητών/ριών (9 αγόρια – 11 κορίτσια) του ιδιωτικού Νηπιαγωγείου, το Σχολείο της Φύσης, το οποίο βρίσκεται στον Τρίλοφο, χωριό του δήμου Μίκρας στο νομό Θεσσαλονίκης. Ηλικιακά τα παιδιά

κατανέμονταν σε 7 προνήπια, 9 νήπια και 4 πήγαιναν στο δημοτικό. Συγκεκριμένα, ένα κορίτσι στη δευτέρα, δύο κορίτσια στην τρίτη και ένα αγόρι στην πέμπτη δημοτικού. Τη συγκεκριμένη περίοδο βρίσκονταν εκεί για φύλαξη και στο παρελθόν ήταν μαθητές του συγκεκριμένου ιδιωτικού Νηπιαγωγείου.

Σχήμα 1. Εικαστικές αναπαραστάσεις υπολογιστικών συστημάτων από τα παιδιά

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Η Δραστηριότητα 1 της Φάσης Α περιελάμβανε γνωριμία με τα παιδιά, από τα οποία ζητήθηκε να φτιάξουν ζωγραφιές με θέμα τον Η/Υ, χωρίς περαιτέρω επεξηγήσεις. Όλη η δραστηριότητα διήρκησε 30 λεπτά και στόχος ήταν να αποτυπώσουν ατομικά σε ένα χαρτί Α4 (Σχήμα 1), με ό,τι υλικά επιλέξουν, έναν Η/Υ από την εμπειρία που πιθανότατα θα είχαν από το σπίτι ή το σχολείο. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε συζήτηση σε ολομέλεια με βάση τα έργα των μαθητών, εστιάζοντας στις επιμέρους συσκευές που απεικονίζονταν και τις χρήσεις τους. Η Δραστηριότητα 2 περιελάμβανε μια ομαδική ημιδομημένη συνέντευξη με τα παιδιά για περίπου 20 λεπτά, με βάση τους εξής άξονες: α) το βαθμό εξοικείωσης των παιδιών με την τεχνολογία από το σπίτι, β) την καταγραφή των απόψεων και εμπειριών των παιδιών αναφορικά με τις χρήσεις ενός υπολογιστή, γ) την καταγραφή των απόψεων τους σχετικά με τις συσκευές που έχουν παρόμοια/ίδια χρήση με τον υπολογιστή, δ) την καταγραφή των αναπαραστάσεων που έχουν για το υπολογιστικό σύστημα και τα μέρη του, ε) την καταγραφή των απόψεων που σχετίζονται με τη χρησιμότητα-λειτουργία όλων αυτών των εξαρτημάτων που συντελούν το υπολογιστικό σύστημα, στ) αν είχαν δει ποτέ το εσωτερικό ενός υπολογιστή, και ζ) την καταγραφή των απόψεων-υποθέσεων τους σχετικά με το εσωτερικό του υπολογιστή και με το πώς τελικά λειτουργεί. Μετά την ολοκλήρωση της συνέντευξης, παρουσιάστηκε στα παιδιά ένα ανοιχτό κουτί υπολογιστή και επεξηγήθηκαν οι επιμέρους συσκευές του (Σχήμα 2 αριστερά).

Σχήμα 2. Τα παιδιά βλέπουν πραγματικό υπολογιστή και την ψηφιακή ιστορία

Η Φάση Β ήταν καθαρά διδακτική και περιελάμβανε επίσης δύο δραστηριότητες. Η Δραστηριότητα 1 διήρκησε περίπου 45 λεπτά και περιελάμβανε την προβολή και ανάλυση της ψηφιακής ιστορίας με τίτλο «Η Πληροφορία στο Μαγικό Κόσμο του Υπολογιστή» (Σχήμα 2 δεξιά) που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της έρευνας, ώστε να οδηγηθούν τα

παιδιά προς την επίλυση του προβλήματος που προέκυψε από την προηγούμενη δραστηριότητα (ερώτημα προς επίλυση: πώς λειτουργεί ένας υπολογιστής;). Η Δραστηριότητα 2 έλαβε χώρα στην τάξη των παιδιών, στα τραπεζάκια, ήταν συνεργατική και διήρκησε 30 λεπτά περίπου (ερώτημα προς επίλυση: πώς θα φτιάξουμε τον μαγικό κόσμο του υπολογιστή της τάξης μας;). Με τη χρήση διαφόρων υλικών (χάρτινα κουτιά σε διάφορα μεγέθη, πλαστικά καπάκια και ποτήρια, λάστιχο), τα παιδιά χωρίστηκαν σε 2 ομάδες των 10 και κατασκεύασαν δύο σταθερούς υπολογιστές (Σχήμα 3). Ο χρόνος ήταν σχετικά περιορισμένος λόγω του ωρολογίου προγράμματος του σχολείου.

Σχήμα 3. Κατασκευαστικές αναπαραστάσεις Η/Υ από τα παιδιά

Ερευνητικά ερωτήματα

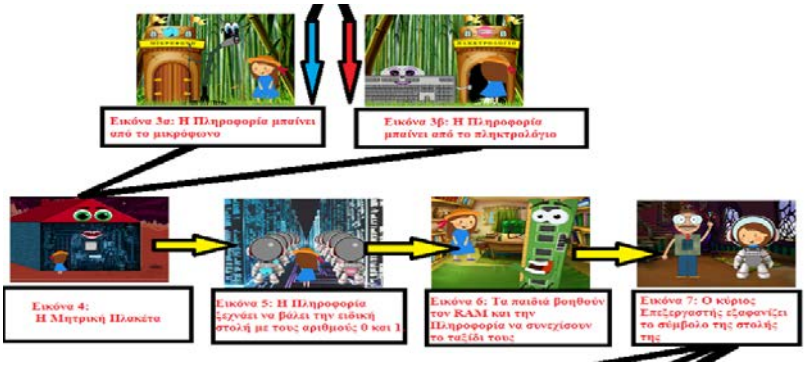
Τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν διαφορετικά ανά φάση. Στη Φάση Α διερευνήθηκε ο βαθμός εξοικείωσης των παιδιών με τους Η/Υ από το περιβάλλον τους (οικογενειακό και σχολικό), οι εμπειρίες τους και οι αρχικές τους αντιλήψεις για την έννοια του υπολογιστικού συστήματος, των μερών που το αποτελούν και της συνολικής και επιμέρους λειτουργίας και λειτουργικότητάς του. Στη Φάση Β διερευνήθηκε η μεταβολή στις αντιλήψεις των παιδιών λόγω της παρέμβασης με την ψηφιακή ιστορία.

Ψηφιακή Ιστορία

Η ψηφιακή ιστορία χρησιμοποιήθηκε ως διδακτικό εργαλείο και δεν αποτελεί παραλλαγή κάποιου γνωστού λογοτεχνικού κειμένου. Η δημιουργία της σχετίζεται άμεσα με τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα κι έτσι το περιεχόμενό της στηρίχθηκε σε αυτά. Στο παραμύθι δόθηκε ο τίτλος «Η Πληροφορία στο Μαγικό Κόσμο του Υπολογιστή». Πρόκειται ουσιαστικά για μια ψηφιακή οπτικοακουστική αφήγηση, η οποία απευθύνεται σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, δηλαδή προτού αρχίσει η συστηματική διδασκαλία της ανάγνωσης και της γραφής, χωρίς ωστόσο να αποκλείει τις μεγαλύτερες ηλικίες.

Το παραμύθι περιγράφει τη διαδρομή της πληροφορίας στο εσωτερικό του υπολογιστή (Παράρτημα: Σενάριο παραμυθιού). Ο κεντρικός χαρακτήρας είναι ένα περιπετειώδες μικρό κορίτσι που ονομάζεται Πληροφορία και αποφασίζει να ανακαλύψει τον κόσμο του υπολογιστή. Ο παραλληλισμός του εσωτερικού ενός υπολογιστικού συστήματος με έναν ολόκληρο κόσμο, επιλέχτηκε για να αναδείξει την πολυπλοκότητά του και να τονίσει ότι ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να εξετάζεται ως σύνολο επιμέρους συσκευών και όχι ως ένα συμπαγές σύνολο. Στη διάρκεια του ταξιδιού, η Πληροφορία «ξυπνά» έναν υπολογιστή πατώντας ένα μεγάλο κόκκινο κουμπί στην πρόσοψή του (το κουμπί power on) και εισέρχεται στο εσωτερικό του από δύο μεγάλες πύλες, οι οποίες προστατεύονται από φρουρούς (μονάδες εισόδου – μικρόφωνο ή πληκτρολόγιο). Για να εισέλθει στον υπολογιστή από το μικρόφωνο, η Πληροφορία πρέπει να τραγουδήσει ένα τραγούδι, ενώ για την είσοδο της από την πύλη του πληκτρολογίου χρειάζεται ένα γράμμα. Ο παραλληλισμός είναι

σαφής, καθώς στην πρώτη περίπτωση η πληροφορία εισέρχεται με τη μορφή ήχου, ενώ στη δεύτερη περίπτωση εισέρχεται στον υπολογιστή με τη μορφή γραμμάτων.
Ανεξάρτητα από την επιλογή, η Πληροφορία οδηγείται μέσα από ένα σκοτεινό τούνελ (που αναπαριστά τα καλώδια) σε ένα μεγάλο σπίτι, το οποίο έχει το σχήμα μιας μητρικής πλακέτας. Εκεί δίνονται εξηγήσεις για τις επιμέρους συσκευές και η Πληροφορία καλείται να φορέσει μια ειδική στολή που έχει πάνω της τους αριθμούς 0 και 1 (τα bit) για να μπορεί να περιηγηθεί στον κόσμο. Επίσης, η στολή «είναι μαγική και έχει πάνω της την εικόνα της πύλης από όπου μπήκε». Ακολούθως η μικρή Πληροφορία συναντά τον Κύριο RAM, τον κύριο Επεξεργαστή που δουλεύει πολλές ώρες και χρειάζεται έναν ανεμιστήρα, γιατί μερικές φορές ζεσταίνεται πολύ και σταματά να δουλεύει και οδηγείται σταδιακά προς την κατάλληλη έξοδο, που αντιστοιχεί στην είσοδο που είχε επιλεγεί. Έτσι μπορεί να εξέλθει από την οθόνη (ως φωτεινή εικόνα), τον εκτυπωτή (εκτυπωμένη σε ένα χαρτί) ή το ηχείο (ως όμορφη μελωδία). Κατά την έξοδο, η μαγική στολή αλλάζει και παίρνει το σύμβολο της αντίστοιχης μονάδας εξόδου. Στο τέλος, η Πληροφορία αποχαιρετά τον υπολογιστή που της εξηγεί για την ομοιότητα της δομής όλων των υπολογιστικών συστημάτων που μπορεί να συναντήσει. Η ιστορία κλείνει με μια σύνοψη της περιπέτειας της Πληροφορίας, όπου με τις σωστές ορολογίες περιγράφεται η διαδρομή «ξύπνημα υπολογιστή από το κουμπί» - «επιλογή πύλης εισόδου» - «άφιξη στο σπίτι της μητρικής πλακέτας» - «επίσκεψη στον κύριο RAM» - «επεξεργαστής» - «έξοδος» (με τρεις διαφορετικούς τρόπους).
Η ψηφιακή ιστορία προσπαθεί να αποτυπώσει τη ροή της πληροφορίας στο εσωτερικό ενός υπολογιστικού συστήματος και οι αλληλεξαρτήσεις των επιμέρους συστημάτων. Χρησιμοποιείται η πρέπουσα ορολογία, ενώ τα παιδιά εμπλέκονται ενεργά επιλέγοντας την εξέλιξη της ιστορίας (κι έτσι προκύπτουν διαφορετικές εκδοχές του παραμυθιού).



Σχήμα 4. Τα παιδιά βλέπουν πραγματικό υπολογιστή και την ψηφιακή ιστορία

Αποτελέσματα

Στη Φάση Α, τα περισσότερα παιδιά κατάφεραν να ζωγραφίσουν έναν υπολογιστή με τις βασικές μονάδες εισόδου και εξόδου, δηλαδή οθόνη, ποντίκι, πληκτρολόγιο. Τα 6 (30%) ζωγράφισαν φορητούς υπολογιστές, τα 4 (20%) tablet και τα υπόλοιπα 10 (50%) σταθερούς υπολογιστές. Ενδιαφέρον έχει ότι τα 4 παιδιά που ζωγράφισαν tablet ήταν νήπια. Αναλυτικά: α) από τα 16 παιδιά (80%) που ζωγράφισαν σταθερούς και φορητούς υπολογιστές, τα 13 (81,25%) ζωγράφισαν οθόνη, ποντίκι, πληκτρολόγιο, ενώ τα 2 (12,5%) ζωγράφισαν μόνο οθόνη και πληκτρολόγιο και το 1 (6,25%) μόνο οθόνη, β) από το σύνολό τους 14 παιδιά (70%) ζωγράφισαν στην οθόνη τους διάφορες εικόνες και 1 ζωγράφισε το εικονίδιο ενός παιχνιδιού, γ) από τα 16 παιδιά που ζωγράφισαν σταθερούς και φορητούς

υπολογιστές τα 6 (37,5%) ζωγράφισαν επάνω στο πληκτρολόγιο γράμματα και αριθμούς, δ) κανένα παιδί δεν αποτύπωσε ως μέρος ενός υπολογιστή τον πύργο, το μικρόφωνο, τον εκτυπωτή, το ηχείο, την κάμερα κ.ά., ε) όλα τα παιδιά αγνοούσαν στο σχέδιο τους την ύπαρξη καλωδίων, τα οποία συνδέουν όλες τις συσκευές με σκοπό ο υπολογιστής να αποτελεί ένα ενιαίο σύνολο από διάφορες συσκευές. Να σημειωθεί πως όλα τα παιδιά του δημοτικού (20% του συνολικού πληθυσμού) μπορούσαν να περιγράψουν και να ζωγραφίσουν οθόνη, ποντίκι, πληκτρολόγιο, και μάλιστα τα 2 από αυτά ζωγράφισαν φορητό υπολογιστή με touchpad.

Όσον αφορά την παρουσίαση των έργων τους, παρατηρήθηκε πως κανένα νήπιο δε χρησιμοποιούσε σωστά τις ονομασίες όλων των περιφερειακών συσκευών. Παρά το γεγονός ότι έδιναν ολοκληρωμένες εξηγήσεις σχετικά με τις χρήσεις των διαφόρων συσκευών, φαινόταν να επικρατεί μια σύγχυση και αβεβαιότητα στα παιδιά γύρω από την έννοια και τη λειτουργία του υπολογιστικού συστήματος. Η εξοικείωση των παιδιών με τους υπολογιστές ήταν μεγάλη, αφού όπως προέκυψε από την ημιδομημένη συνέντευξη όλα είχαν έναν στο σπίτι τους, ενώ 1 νήπιο είχε δύο και 4 νήπια είχαν και tablet. Το 75% των παιδιών υποστήριζε ότι χρησιμοποιεί μόνο του τον υπολογιστή, ενώ το υπόλοιπο 25% (όλα προνήπια) με τη βοήθεια κάποιου γονέα. Η χρήση κυμαινόταν από 1 (προνήπια) μέχρι 2-3 ώρες (δημοτικό) την ημέρα, κατά μέσο όρο και αναλωνόταν κυρίως σε παιχνίδια. Μόνο 1 παιδί ισχυρίστηκε ότι ακούει μουσική και 2 (κορίτσια δημοτικού) ότι επικοινωνούν με φιλικά πρόσωπα. Όμως 11 από τα 20 παιδιά θεωρούσαν ότι ο Η/Υ μπορεί να αξιοποιηθεί και για άλλες εργασίες, όπως πλοήγηση στο διαδίκτυο, επικοινωνία κ.λπ. Μόνο 5 προνήπια (25%) πίστευαν ότι ο Η/Υ αφορά μόνο παιχνίδι, ενώ 4 (20%) παιδιά (2 νήπια, 2 προνήπια) ότι αφορά μόνο δουλειά.

Όταν ρωτήθηκαν ποιες άλλες συσκευές λειτουργούν σαν τον Η/Υ, δόθηκαν πολλές απαντήσεις, όπως tablet, ipad, κινητό τηλέφωνο, τηλεόραση και παιχνιδοκονσόλες. Σε γενικές γραμμές η αντίληψή τους ήταν σωστή, αλλά όχι πλήρης, ενώ το 30% των παιδιών δεν έδωσε καμία απάντηση. Ο λόγος που έγινε κάτι τέτοιο έχει ενδιαφέρον. Η νηπιαγωγός της τάξης που παρακολουθούσε τη συνέντευξη, αυθόρμητα προσπάθησε να διορθώσει την απάντηση ενός παιδιού. Έτσι τα 6 εναπομείναντα παιδιά δεν ήθελαν να δώσουν απάντηση. Αυτό δείχνει ότι τα παιδιά έχουν σε γενικές γραμμές σωστή και σαφή αντίληψη της χρήσης ηλεκτρονικών συσκευών μέσω προσωπικών βιωμάτων, αλλά αντιδρούν στη μετωπική προσέγγιση στην τάξη, ιδιαίτερα όταν έχει αρνητικό πρόσημο. Συνεπώς, αυτό είναι ένα σημείο που χρήζει προσοχής στη διδασκαλία ιδιαίτερα τέτοιων γνωστικών αντικειμένων σε τόσο μικρές ηλικίες.

Σε επόμενες ερωτήσεις, τα παιδιά μπορούσαν να ονοματίσουν και να αναγνωρίσουν ως βασικά μέρη του Η/Υ τα προφανή, όπως πληκτρολόγιο, οθόνη και ποντίκι ή ακόμα και ηχεία. Μπορούσαν να περιγράψουν τη λειτουργία τους με βάση τη χρήση τους (π.χ. «*με τα ηχεία ακούμε τραγούδια από το youtube*»). Ενδιαφέρον έχει η παρατήρηση, ότι ορισμένα παιδιά δεν ήταν σε θέση να ονοματίσουν τέτοιες συσκευές, αλλά τις είχαν ζωγραφίσει στην αρχική δραστηριότητα. Ενδεχόμενα λοιπόν έχουν στο μυαλό τους μια εικόνα του πώς είναι ένας Η/Υ, αλλά δεν είναι σε θέση να εξηγήσουν το ρόλο που επιτελεί κάθε επιμέρους συσκευή. Προχωρώντας στο εσωτερικό του υπολογιστή, μόνο ένα παιδί της πέμπτης δημοτικού είχε δει για λίγο ανοιγμένο κουτί Η/Υ, όταν «*προσπάθησε να τον φτιάξει ο μπαμπάς του*» και είδε μέσα «*δεν θυμάμαι ακριβώς…είχε κάτι καλώδια*». Κατά συνέπεια, οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «τι μπορεί να έχει ένας Η/Υ στο εσωτερικό του» ήταν αναμενόμενες: 5 νήπια είπαν διακόπτες, 4 παιδιά του δημοτικού είπαν καλώδια και 1 νήπιο είπε γρανάζια που γυρνάνε. Ειδικά η τελευταία απάντηση έχει ενδιαφέρον, αφού ενδεχόμενα δείχνει ότι το παιδί συνδέει τον Η/Υ με την ιδιότητα του μηχανήματος. Στην ερώτηση «πώς λειτουργεί ο

Η/Υ», μόνο ένα κορίτσι δευτέρας δημοτικού είπε ότι «*θέλει ενέργεια και πρίζα για να δουλέψει*». Τα υπόλοιπα παιδιά δεν έδωσαν απάντηση.

Συνολικά στη φάση αυτή της έρευνας, φάνηκε ότι τα παιδιά έχουν σαφή αντίληψη για τις χρήσεις του υπολογιστή και τα εμφανή μέρη του, ενώ μόνο τυχαία μπορεί να έχουν δει το εσωτερικό του. Σίγουρα δεν έχουν σωστές ή πλήρεις αντιλήψεις για το σύνολο της έννοιας του υπολογιστικού συστήματος και τις επιμέρους συσκευές και τις λειτουργίες τους, παρά μόνο τα συμπεράσματα που εξάγουν από τη χρήση που κάνουν τα ίδια με υπολογιστικές συσκευές. Έτσι όταν είδαν μπροστά τους ανοιχτό Η/Υ, έβλεπαν μόνο «καλώδια» και «κουτιά» (αναφερόμενα στα ολοκληρωμένα κυκλώματα, την ψήκτρα και το τροφοδοτικό κυρίως). Αυτό αύξησε την περιέργειά τους για να προχωρήσουν στη δεύτερη φάση, όπου θα έβλεπαν μια ιστορία για το εσωτερικό του υπολογιστή.

Μετά την προβολή της ιστορίας σε όλες τις εναλλακτικές μορφές της, ακολούθησε συζήτηση με τους μαθητές, όπου οι ερευνητές φρόντισαν να πάρουν πρώτα τον λόγο τα μικρότερα παιδιά για να μην υπάρξουν μιμητικές απαντήσεις των νηπίων. Σε γενικές γραμμές, τα παιδιά αντιλήφθηκαν ότι η είσοδος και η έξοδος της πληροφορίας από το υπολογιστικό σύστημα γίνεται από συγκεκριμένες συσκευές και ότι η πληροφορία ακολουθεί συγκεκριμένη πορεία στον υπολογιστή. Επιπλέον κατανόησαν ότι υπάρχουν επιμέρους «χώροι» στον υπολογιστή, απ' όπου η πληροφορία οδηγείται σε διαφορετικά μέρη και πάντα η μνήμη RAM, η Μητρική Πλακέτα και ο Επεξεργαστής του υπολογιστή εμπλέκονται στο «ταξίδι της Πληροφορίας», ενώ αυτοί οι χαρακτήρες και άλλοι, απαντώνται σε όλες τις μορφές υπολογιστικών συστημάτων ως επιμέρους συσκευές. Τέλος, ιδιαίτερη εντύπωση έκανε στα παιδιά (και το σχολίασαν αρκετά) ότι η γλώσσα του υπολογιστή είναι το 0 και το 1. Μάλιστα, μέχρι το τέλος της διδακτικής παρέμβασης τα παιδιά προσπαθούσαν να επικοινωνήσουν και αυτά βάσει του δυαδικού συστήματος.

Επιστρέφοντας στο ανοιχτό κουτί υπολογιστή μετά την ψηφιακή ιστορία για να εντοπιστούν οι ήρωες της ιστορίας, τα παιδιά εντόπισαν εύκολα την μητρική πλακέτα και τον επεξεργαστή, δυσκολεύτηκαν όμως να βρουν την μνήμη RAM και αυτό εξαιτίας του μεγέθους και της θέση της επάνω στην μητρική πλακέτα.

Η ψηφιακή ιστορία δημιούργησε ισχυρό κίνητρο. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα παιδιά ήθελαν να ανακαλύψουν όλους τους πιθανούς συνδυασμούς εισόδων και εξόδων και ομόφωνα αποφάσισαν να το κάνουν. Έδειξαν ενθουσιασμό και αμείωτο ενδιαφέρον, διασκέδασαν με ορισμένα στοιχεία της ιστορίας, όπως οι φωνές κάποιων ηρώων και έζησαν με αγωνία το ταξίδι της μικρής Πληροφορίας. Τέλος, όταν στην τελευταία δραστηριότητα κλήθηκαν να κατασκευάσουν τα μοντέλα υπολογιστών από διάφορα υλικά, παρατηρήθηκε ότι τα προνήπια είχαν μια μικρή δυσκολία στην ανάκληση της ορολογίας και της έκφρασης των σκέψεών τους, όμως μπόρεσαν να κατασκευάσουν και να ζωγραφίσουν σωστά, συμμετέχοντας ενεργά. Στις τελικές κατασκευές, προσπάθησαν και οι δύο ομάδες να τοποθετήσουν τους κεντρικούς ήρωες της ιστορίας. Κατασκεύασαν ολοκληρωμένα υπολογιστικά συστήματα, συνεργάστηκαν αρμονικά και χρησιμοποίησαν τη σωστή ορολογία για να περιγράψουν τις κατασκευές τους, οι οποίες ήταν πολύ δημιουργικές.

Συζήτηση

Στην παρούσα έρευνα, αξιοποιήθηκε η ψηφιακή αφήγηση ως μέσο για τη μετάδοση γνωστικού υλικού σε μαθητές μικρής ηλικίας. Λόγω της περιόδου διεξαγωγής της έρευνας, έτυχε να παρευρίσκονται και ελάχιστα παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας στο σχολείο όπου πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση. Βέβαια αυτό έδωσε, παρά το μικρό δείγμα των παιδιών, τη δυνατότητα σύγκρισης των αντιλήψεων παιδιών διαφορετικών ηλικιών και να διαπιστωθεί ότι ήταν πολύ κοντινές.

Έτσι, σχεδόν όλα τα παιδιά ήταν εξοικειωμένα με υπολογιστικά συστήματα διαφόρων μορφών, αλλά και με τις συνηθισμένες χρήσεις τους. Παρατηρήθηκε όμως ότι δε χρησιμοποιούσαν ορθά όρους για να ονοματίσουν συσκευές (π.χ. «ραδιόφωνο» αντί για ηχείο), αλλά ήταν σε θέση να δώσουν σχεδόν ολοκληρωμένες εξηγήσεις για τις χρήσεις-λειτουργίες αυτών των συσκευών (π.χ. «τα κουμπάκια είναι για να γράφουμε»). Φυσικά το πλουσιότερο λεξιλόγιο των παιδιών του δημοτικού τα βοήθησε να περιγράψουν καλύτερα τις απόψεις τους. Όπως ήταν αναμενόμενο, σχεδόν κανένα παιδί δεν είχε άποψη για το τι υπάρχει στο εσωτερικό ενός Η/Υ, ούτε είχε την ευκαιρία να περιεργαστεί έναν.

Συμπερασματικά, τα παιδιά κατανόησαν τα βασικά στοιχεία ενός υπολογιστικού συστήματος και τις λειτουργίες τους, ενώ αντιλήφθηκαν τον θεμελιώδη τρόπο λειτουργίας ενός Η/Υ, με την πληροφορία να ακολουθεί συγκεκριμένες διαδρομές, να μετασχηματίζεται ανάλογα με την είσοδο και την έξοδο που την αφορά, αλλά πάντα μέσω του δυαδικού συστήματος. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τις παρατηρήσεις της πιλοτικής έρευνας που προηγήθηκε (Μπράτιτσης κ.ά., 2014). Συνολικά, τα παιδιά εμπλούτισαν τις γνώσεις τους και ενδυνάμωσαν τις αντιλήψεις τους. Μπόρεσαν να προβάλουν τις προσλαμβανόμενες από την ψηφιακή ιστορία πληροφορίες τόσο στο ανοιχτό κουτί του Η/Υ που περιεργάστηκαν, όσο και στις τελικές τους κατασκευές. Σημαντική είναι η ευχαρίστηση που άντλησαν από τη διαδικασία και το ενδιαφέρον που έδειξαν, το οποίο κρατήθηκε αμείωτο. Συζήτησαν, αντάλλαξαν απόψεις, κατέληξαν σε συμπεράσματα. Συνολικά, η παρέμβαση κρίθηκε επιτυχημένη και αναδεικνύει την ανάγκη για μεγαλύτερης κλίμακας έρευνες της ίδιας μορφής, ώστε να διερευνηθεί περαιτέρω η αξιοποίηση της Ψηφιακής Αφήγησης στο πεδίο της Διδακτικής της Πληροφορικής και σε πιο σύνθετες έννοιες.

Αναφορές

Bratitsis, T., Kotopoulos, T. & Mandila, K. (2011). Kindergarten children as story Makers: The effect of the digital medium. In F. Xhafa, L. Barolli, M. Köppen (eds.), *Proceedings of the IEEE 3rd International Conference On Intelligent Networking and Collaborative Systems - INCoS 2011* (pp. 84-91), USA: IEEE.

Gakhar, S. & Thompson, A. (2007). Digital Storytelling: Engaging, communicating, and collaborating. In R. Carlsen, K. McFerrin, J. Price, R. Weber & D.A. Willis (eds.), *Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2007* (pp. 607-612), Chesapeake, VA: AACE.

Lathem, S.A. (2005). Learning communities and digital storytelling: new media for ancient tradition. In C. Crawford, R. Carlsen, I. Gibson, K. McFerrin, J. Price, R. Weber & D.A. Willis (eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2005* (pp. 2286-2291), Chesapeake, VA: AACE.

Prensky, M. (2003). Digital Game-Based Learning. *ACM Computers in Entertainment - Theoretical and Practical Computer Applications in Entertainment*, 1(1), 1-4.

Robin, B. (2006). The educational uses of digital storytelling. In C. Crawford, R. Carlsen, K. McFerrin, J. Price, R. Weber & D.A. Willis (eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2006* (pp. 709-716), Chesapeake, VA: AACE.

Robin, B. R. (2008) Digital storytelling: A powerful technology tool for the 21st century classroom. *Theory Into Practice*, 47(3), 220-228.

Robin, B. R. & McNeil, S. G. (2012) What educators should know about teaching digital storytelling. *Digital Education Review*, 22, 37-51.

Μπράτιτσης, Θ., Σαββόγλου, Α., Μερεστή, Ν. (2014). Η ροή της πληροφορίας στο εσωτερικό του υπολογιστή. Ένα παράδειγμα Ψηφιακής Αφήγησης στη Διδακτική της Πληροφορικής για το Νηπιαγωγείο. Στο *Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο, 3-5 Οκτωβρίου 2014.

Μπράτιτσης, Θ. (2015). Ψηφιακή Αφήγηση, Δημιουργική Γραφή και Γραμματισμός του 21ου Αιώνα. *Δελτίο Εκπαιδευτικού Προβληματισμού και Επικοινωνίας*, 55, 15-19.

Η ανεστραμμένη τάξη και η εφαρμογή της στη διδασκαλία της Επιστήμης των Υπολογιστών

Καλλιόπη Κανάκη
pkanaki@hotmail.com
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Στα πλαίσια της αέναης προσπάθειας των εκπαιδευτικών να βρουν τρόπους για να τραβήξουν την προσοχή των εκπαιδευόμενων, έχουν κατά καιρούς διατυπωθεί διάφορες εκπαιδευτικές θεωρίες και διδακτικές προσεγγίσεις. Μία από τις πιο πρόσφατες είναι η ανεστραμμένη τάξη, σύμφωνα με την οποία το μοντέλο της παραδοσιακής διδασκαλίας και μάθησης αναστρέφεται. Οι μαθητές χρησιμοποιούν τις νέες τεχνολογίες για να αποκτήσουν πρόσβαση σε διαλέξεις και εκπαιδευτικό υλικό που οι καθηγητές τους έχουν αναρτήσει στο Διαδίκτυο, ενώ ο χρόνος στη φυσική τάξη αφιερώνεται στη διεκπεραίωση εργασιών από τους μαθητές, με την καθοδήγηση των καθηγητών τους. Η εκπαιδευτική αυτή πρακτική επωφελείται των πλεονεκτημάτων της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και της συνεργατικής μάθησης, ενώ παράλληλα στοχεύει στην ικανοποίηση των εκπαιδευτικών αναγκών των μαθητών της εποχής μας. Στο άρθρο αυτό, επιχειρείται βιβλιογραφική επισκόπηση του τρόπου λειτουργίας της ανεστραμμένης τάξης, των πλεονεκτημάτων και των προβληματισμών που απορρέουν από την εφαρμογή της, καθώς και της επίδρασής της στη διδασκαλία της Επιστήμης των Υπολογιστών.

Λέξεις κλειδιά: ανεστραμμένη τάξη, πλεονεκτήματα, προβληματισμοί, Επιστήμη Υπολογιστών

Εισαγωγή

Οι μαθητές των δύο τελευταίων δεκαετιών έχουν χαρακτηριστεί ως «ψηφιακοί ιθαγενείς» (Prensky, 2001). Διαφοροποιούνται από τους μαθητές των προηγούμενων γενιών, επειδή γεννήθηκαν και μεγάλωσαν σε μία εποχή όπου η τεχνολογία επιδεικνύει ιλιγγιώδη ανάπτυξη, με τα επιτεύγματά της να είναι πολύ εύκολα προσβάσιμα. Οι ψηφιακοί ιθαγενείς είναι συνεχώς συνδεδεμένοι στο Διαδίκτυο, εκτιμούν τα οφέλη της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, επιλέγουν περιβάλλοντα που υποστηρίζουν την παράλληλη εκτέλεση διαφορετικών εργασιών, ελκύονται από ομαδικές δραστηριότητες και έχουν μειωμένη ανοχή στις διαλέξεις (Bennett et al., 2008; Prensky, 2001). Με άλλα λόγια, οι μαθητές της εποχής μας διαφοροποιούνται από τους μαθητές των προηγούμενων γενιών, λόγω της εύκολης πρόσβασής τους στην τεχνολογία και των εμπειριών που έχουν αποκτήσει κατά την ενασχόλησή τους με αυτή.

Δεδομένου ότι οι εκπαιδευτικές ανάγκες και οι εμπειρίες των μαθητών μας έχουν αλλάξει, αναδύεται επιτακτική η ανάγκη της υιοθέτησης εναλλακτικών μεθόδων διδασκαλίας και στρατηγικών μάθησης. Αν ο στόχος της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι η κατανόηση, θα πρέπει οι εκπαιδευτικές πρακτικές που βασίζονται στην απομνημόνευση και οδηγούν στην επιφανειακή μάθηση, να δώσουν τη θέση τους στη δημιουργικότητα και στην ουσιαστική και σε βάθος μάθηση (Ritchhart et al., 2011). Στα πλαίσια αυτά, οι εκπαιδευτικοί αρχίζουν σιγά – σιγά να απομακρύνονται από το δασκαλοκεντρικό μοντέλο και να υιοθετούν μαθητοκεντρικές προσεγγίσεις. Μία από αυτές είναι και η ανεστραμμένη τάξη (flipped or inverted classroom).

Η ανεστραμμένη τάξη αποτελεί ένα μοναδικό συνδυασμό θεωριών μάθησης που κάποτε θεωρούνταν ασύμβατες. Εκπαιδευτικές πρακτικές που βασίζονται στη θεωρία του

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

εποικοδομητισμού (constructivism), όπως η ενεργός μάθηση και οι μαθησιακές δραστηριότητες που δίνουν έμφαση στην επίλυση προβλημάτων, συνδυάζονται με τις διαλέξεις, που αποτελούν μεθόδους διδασκαλίας που βασίζονται στις αρχές του συμπεριφορισμού (behaviorism) (Bishop & Verleger, 2013). Η ανεστραμμένη τάξη χρησιμοποιεί εύχρηστη και εύκολα προσβάσιμη τεχνολογία, ώστε να απελευθερώσει τη φυσική τάξη από τις διαλέξεις, οι οποίες δίνουν τη θέση τους στην υλοποίηση μαθησιακών δραστηριοτήτων ευρέου φάσματος. Οι εκπαιδευτικοί που υιοθετούν αυτήν την εκπαιδευτική προσέγγιση, αναθέτουν στους εκπαιδευόμενους την παρακολούθηση μαγνητοσκοπημένων διαλέξεων και τη μελέτη εκπαιδευτικού υλικού σαν εργασία στο σπίτι. Οι εκπαιδευόμενοι, στα πλαίσια της προετοιμασίας τους για το μάθημα στην τάξη, οφείλουν να παρακολουθήσουν τη διάλεξη. Όσο καλύτερα προετοιμάζονται πριν το μάθημα, τόσο περισσότερο επιτυγχάνεται η μάθηση (Herreid & Schiller, 2013). Ο χρόνος στην τάξη μπορεί πλέον να διατεθεί στην επίλυση προβλημάτων, στη μελέτη προχωρημένων θεμάτων, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στην ενασχόληση με συνεργατικές δραστηριότητες (Berrett, 2012; Roehl et al., 2013; Tucker, 2012). Η ακριβής φύση των μαθησιακών δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στην τάξη διαφοροποιείται ανάλογα με το αντικείμενο μελέτης (Bishop & Verleger, 2013). Η αντικατάσταση των διαλέξεων από εργασίες στην τάξη, προάγει τη συνεργατική μάθηση και ανοίγει το δρόμο για περισσότερη και αποτελεσματικότερη καθοδήγηση των μαθητών από τους καθηγητές τους (Roehl et al., 2013; Tucker, 2012).
Στο άρθρο αυτό επιχειρείται βιβλιογραφική επισκόπηση των βασικών αρχών και του τρόπου λειτουργίας της ανεστραμμένης τάξης, των πλεονεκτημάτων που συνεπάγεται η εφαρμογή της αλλά και των προβληματισμών που εισάγει, καθώς και της αξιολόγησης της αποτελεσματικότητάς της στη διδασκαλία της Επιστήμης των Υπολογιστών.

Διαδικτυακές διαλέξεις και μάθηση στην τάξη

Ο όρος ανεστραμμένη τάξη επινοήθηκε από μία ομάδα καθηγητών Οικονομίας στο Πανεπιστήμιο του Μαϊάμι στο Οχάιο, για να περιγράψουν την εκπαιδευτική τεχνική που οι ίδιοι χρησιμοποιούσαν στα μαθήματά τους (Lage et al., 2000). Ωστόσο, το μοντέλο της ανεστραμμένης τάξης έχει τις ρίζες του σε εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που για δεκαετίες χρησιμοποιούνται στις σχολές επιχειρήσεων και στις ανθρωπιστικές και νομικές επιστήμες, όπου οι εκπαιδευόμενοι οφείλουν να μελετήσουν συγκεκριμένο εκπαιδευτικό υλικό εκτός τάξης, ώστε να προετοιμαστούν για τη συζήτηση που θα γίνει στην τάξη (Berrett, 2012; Talbert, 2012). Η ανεστραμμένη τάξη μπορεί να εφαρμοστεί σε πληθώρα πεδίων, όπως ο σχεδιασμός και η κατασκευή ρούχων, η διακόσμηση εσωτερικών χώρων, η αρχιτεκτονική και η διατροφή (Roehl et al., 2013). Έχει επίσης εφαρμοστεί και στα πεδία της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών (STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics), παρόλο που η εκπαιδευτική τους φύση είναι ισχυρά συνδεδεμένη με την παραδοσιακή διδασκαλία (Berrett, 2012).
Στην πρωτοβάθμια και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (K-12), η ανεστραμμένη τάξη άρχισε να γίνεται δημοφιλής και να εφαρμόζεται όλο και περισσότερο, μετά την παρουσίαση του τρόπου εργασίας δύο καθηγητών Χημείας στο Κολοράντο, του Jonathan Bergmann και του Aaron Sams, οι οποίοι, το 2008, θέλησαν να δώσουν την ευκαιρία σε απόντες μαθητές να αναπληρώσουν τα χαμένα μαθήματα. Για το σκοπό αυτό, προχώρησαν στην καταγραφή των μαθημάτων τους σε μορφή βίντεο, τα οποία στη συνέχεια ανάρτησαν στο Διαδίκτυο. Τα βίντεο αυτά επέτρεπαν σε μαθητές που έλειπαν σε κάποιο μάθημα να το παρακολουθήσουν ετεροχρονισμένα. Ωστόσο, οι δύο καθηγητές παρατήρησαν ότι το αναρτημένο εκπαιδευτικό υλικό τράβηξε την προσοχή όχι μόνο των απόντων, αλλά και αρκετών μαθητών που είχαν παρακολουθήσει κανονικά τα μαθήματα, αλλά επιθυμούσαν να τα επαναλάβουν, με σκοπό

την ενίσχυση των μαθησιακών τους αποτελεσμάτων. Η απήχηση των αναρτημένων μαθημάτων, οδήγησε τους δημιουργούς τους στον επαναπροσδιορισμό της θεώρησης της σχολικής τάξης. Σύμφωνα με την εκπαιδευτική τους προσέγγιση, η τάξη μετατρέπεται σε τόπο μελέτης προβλημάτων, εξέτασης προχωρημένων εννοιών και θεμάτων, εφαρμογής της συνεργατικής μάθησης. Η διδασκαλία δε γίνεται πια στην τάξη. Οι διαλέξεις διαμοιράζονται μέσω του Διαδικτύου σε μορφή βίντεο. Έτσι, η διαδικτυακή διδασκαλία στο σπίτι αφήνει χρόνο για βελτιωμένη μάθηση στην τάξη (Berrett, 2012; Roehl et al., 2013; Tucker, 2012).

Κατά την εφαρμογή του μοντέλου της αναστραμμένης τάξης, το εκπαιδευτικό υλικό που θα διαμοιράζεται διαδικτυακά θα πρέπει να είναι προσεκτικά σχεδιασμένο και προσαρμοσμένο στις ανάγκες των μαθητών. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να φτιάχνουν τα δικά τους βίντεο, χρησιμοποιώντας λογισμικά όπως το Camtasia, το PaperShow και το ShowMe, ή εφαρμογές για κινητά όπως το Educreations (διαθέσιμο μόνο για iPads) και το Explain Everything (διαθέσιμο για iPads και Android). Μπορούν στη συνέχεια να διανείμουν το εκπαιδευτικό υλικό διαδικτυακά, μέσω YouTube, iTunes U και Podcasts ή να χρησιμοποιούν συστήματα διαχείρισης μάθησης όπως το Blackboard ή το Moodle. Μπορούν επίσης, αντί να φτιάχνουν δικό τους εκπαιδευτικό υλικό, να χρησιμοποιούν έτοιμο, που θα ανασύρουν από δεξαμενές αντικειμένων μάθησης και αξιόπιστους εκπαιδευτικούς ιστότοπους, όπως το Kahn Academy (www.kahnacademy.org) και το BozemanScience (www.bozemanscience.com/science-videos/) (Herreid & Schiller, 2013).

Οι υποστηρικτές του μοντέλου της ανεστραμμένης τάξης συμφωνούν ότι δεν είναι μόνο τα εκπαιδευτικά βίντεο που κάνουν τη διαφορά, αλλά ο τρόπος με τον οποίο αυτά ενσωματώνονται στο συνολικό εκπαιδευτικό πλαίσιο. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ανέδειξε μεγάλη ποικιλία μεθόδων για να αναστραφεί η τάξη. Σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται τεστ εκτός της τάξης (Enfield, 2013), ενώ σε άλλες τα τεστ γίνονται μέσα στην τάξη (Papadopoulos & Roman, 2010). Σε κάποιες εκπαιδευτικές προτάσεις δίνεται έμφαση στη σημασία αυτών των τεστ με τη συμμετοχή τους σε μικρό ποσοστό στη διαμόρφωση του τελικού βαθμού (Bormann, 2014), ενώ σε άλλες περιπτώσεις τα τεστ παρέχονται στους μαθητές σαν εκπαιδευτικό υλικό και δε συμμετέχουν στη διαμόρφωση του τελικού βαθμού (Gaughan, 2014).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι είναι πολύ σημαντικό οι εκπαιδευτικοί να προσαρμόζουν τις εκπαιδευτικές τους πρακτικές και να αλλάζουν τις κατευθυντήριες δομές του μαθήματος ανάλογα με τις ανάγκες των μαθητών τους και το κλίμα που διαμορφώνεται στην τάξη. Πιθανόν, σε κάποιες περιπτώσεις, να χρειαστεί να δομηθεί ένα χαλαρότερο μοτίβο ανεστραμμένης τάξης, στο οποίο οι μαθητές θα μελετούν το εκπαιδευτικό υλικό πριν το μάθημα, αλλά στη συνέχεια θα παρακολουθούν και μία σύντομη διάλεξη στην τάξη, η οποία θα ακολουθείται από εκπαιδευτικές δραστηριότητες και ανάθεση εργασιών, εντός και εκτός τάξης (Strayer, 2012).

Τα πλεονεκτήματα της ανεστραμμένης τάξης

Προσπαθώντας να καταγράψουμε τα πλεονεκτήματα της ανεστραμμένης τάξης, καταλήγουμε στην παρακάτω λίστα (Fulton, 2012; Giannakos et al., 2014; Herreid & Schiller, 2013):

- Οι σύγχρονες θεωρίες μάθησης υποστηρίζουν την εν λόγω εκπαιδευτική πρακτική.
- Η χρήση των νέων τεχνολογιών παρέχει ευελιξία και εξυπηρετεί τις μαθησιακές ανάγκες του 21ου αιώνα.

- Η διεκπεραίωση εργασιών στη σχολική τάξη δίνει στον εκπαιδευτικό τη δυνατότητα να εντοπίσει πιθανές δυσκολίες που οι εκπαιδευόμενοι αντιμετωπίζουν στη μαθησιακή διαδικασία και να διερευνήσει το στυλ μάθησης που τους ταιριάζει.
- Οι εκπαιδευτικοί μπορούν εύκολα να ενημερώσουν και να προσαρμόσουν το εκπαιδευτικό τους υλικό, το οποίο οι εκπαιδευόμενοι λαμβάνουν χωρίς χρονικούς περιορισμούς.
- Οι εκπαιδευόμενοι δραστηριοποιούνται ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, ακολουθώντας όμως τους προσωπικούς τους ρυθμούς.
- Η ανάθεση εργασιών πάνω στο αντικείμενο μελέτης αυξάνει τα επίπεδα των μαθησιακών επιτευγμάτων και ενδιαφερόντων και τονώνει την αφοσίωση στη διαδικασία της μάθησης.
- Υπάρχει περισσότερος χρόνος διαθέσιμος ώστε οι εκπαιδευόμενοι να ασχοληθούν με την αυθεντική έρευνα.
- Οι εκπαιδευόμενοι έχουν περισσότερο χρόνο στη διάθεσή τους να εργαστούν με τον επιστημονικό εξοπλισμό του σχολείου.
- Επιτυγχάνεται η ενεργή ενασχόληση με το αντικείμενο μελέτης εντός και εκτός τάξης.
- Το εκπαιδευτικό αυτό μοντέλο είναι αρεστό σε μεγάλη μερίδα εκπαιδευόμενων.

Προβληματισμοί

Η υλοποίηση της εκπαιδευτικής προσέγγισης της ανεστραμμένης τάξης, εκτός από τα πλεονεκτήματα που συνεπάγεται, συναντά δυσκολίες και εισάγει προβληματισμούς (Giannakos et al., 2014; Herreid & Schiller, 2013; Roehl et al., 2013; Strayer, 2012):

- Κάποιοι εκπαιδευόμενοι, στις πρώτες τους επαφές με τη νέα εκπαιδευτική μέθοδο, ίσως προβάλλουν αντίσταση εξαιτίας του αυξημένου φόρτου εργασίας που συνεπάγεται η παρακολούθηση των διαλέξεων στο σπίτι. Μπορεί, επομένως, να πάνε απροετοίμαστοι στην τάξη. Για να λυθεί αυτό το ζήτημα, οι εκπαιδευτικοί αναθέτουν μικρές εργασίες στους εκπαιδευόμενους, οι οποίες θα πρέπει να διεκπεραιωθούν μετά την παρακολούθηση των διαδικτυακών διαλέξεων.
- Ίσως η ανεστραμμένη τάξη να μην είναι το πιο κατάλληλο μοντέλο για ένα εισαγωγικό μάθημα, όπου αρκετοί εκπαιδευόμενοι μπορεί να μην έχουν αναπτύξει ακόμα βαθύ ενδιαφέρον για το αντικείμενο μελέτης, με αποτέλεσμα να αποθαρρυνθούν όταν θα τους ανατεθούν οι εργασίες που η ανεστραμμένη τάξη απαιτεί.
- Εκπαιδευόμενοι που έχουν συνηθίσει να εργάζονται μόνοι τους αισθάνονται άβολα να συμμετέχουν σε ομαδικές εργασίες στην τάξη.
- Η ποιότητα των βίντεο που οι εκπαιδευτικοί κατασκευάζουν στα σπίτια τους είναι συχνά οριακή.
- Η δημιουργία του εκπαιδευτικού υλικού απαιτεί να διατεθεί αξιοσημείωτα πολύς χρόνος από τους εκπαιδευτικούς.
- Εκπαιδευτικοί που δεν είναι εξοικειωμένοι με τις νέες τεχνολογίες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατασκευή και το διαμοιρασμό ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού υλικού, αλλά ακόμα και στην αναζήτηση και την ανάκτηση έτοιμου εκπαιδευτικού υλικού από το Διαδίκτυο.
- Η επιτυχία του εκπαιδευτικού μοντέλου εξαρτάται ισχυρά από την προετοιμασία των εκπαιδευόμενων εκτός τάξης και από την όρεξη που έχουν για μάθηση.
- Η ανεστραμμένη τάξη χρειάζεται προτυποποίηση, η οποία μέχρι στιγμής δεν έχει υλοποιηθεί.

- Οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει, εκτός της σχολικής τάξης, να έχουν πρόσβαση σε υπολογιστικά συστήματα και στο Διαδίκτυο.

Η ανεστραμμένη τάξη στη διδασκαλία της Επιστήμης των Υπολογιστών

Ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η εφαρμογή της ανεστραμμένης τάξης στα πεδία της Επιστήμης των Υπολογιστών και της Τεχνολογίας των Πληροφοριών, με έμφαση στα μαθήματα προγραμματισμού και στα μαθήματα αλγορίθμων (Giannakos et al., 2014). Η εκπαίδευση σε αυτά τα επιστημονικά πεδία επιτυγχάνεται καλύτερα μέσω της πρακτικής εξάσκησης και της υλοποίησης δραστηριοτήτων και εργασιών σε ένα συνεργατικό περιβάλλον που ενθαρρύνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων (Gannod et al., 2008; Lockwood & Esselstein, 2013; Warter-Perez & Dong, 2012).

Στο παραδοσιακό μοντέλο των διαλέξεων, οι εργασίες που ανατίθενται στους εκπαιδευόμενους υλοποιούνται στο σπίτι, ενώ οι ώρες στη φυσική τάξη αφιερώνονται σε διαλέξεις με σκοπό την κάλυψη της διδακτέας ύλης. Εξαιτίας της μεγάλης ύλης των μαθημάτων, οι δραστηριότητες στην τάξη σε μορφή εργαστηριακών ασκήσεων και ομαδικών εργασιών είναι περιορισμένες. Η εφαρμογή της ανεστραμμένης τάξης συνδράμει αποτελεσματικά σε τρία βασικά ζητήματα: στην κάλυψη της ύλης, στην απόκτηση εμπειρίας και στην καθοδήγηση των μαθητών. Ως προς την κάλυψη της ύλης, δίνεται στον εκπαιδευτικό η δυνατότητα να παρουσιάσει όσα θέματα θέλει στα βίντεο που θα διαμοιράσει μέσω του Διαδικτύου. Σχετικά με την απόκτηση εμπειρίας, αυτή επιτυγχάνεται με την ανάθεση εργασιών στην τάξη. Ως προς την καθοδήγηση των μαθητών, ο εκπαιδευτικός αναθέτει εργασίες, παρακολουθεί τη διαδικασία επίλυσης των προβλημάτων, κατευθύνει, απαντά σε ερωτήσεις, εντοπίζει τις αδυναμίες των μαθητών και λύνει τις απορίες τους (Gannod et al., 2008; Lockwood & Esselstein, 2013; Warter-Perez & Dong, 2012).

Η εμφάνιση των μαζικών ελεύθερων διαδικτυακών μαθημάτων (massive open online courses - MOOCs) και η παγκόσμια καθιέρωσή τους από το MIT OpenCourseWare (Abelson, 2008), συντέλεσε στην αύξηση της δημοτικότητας της ανεστραμμένης τάξης στη δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια εκπαίδευση. Ειδικά στις σχολές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, διαφαίνεται η ανάγκη εφαρμογής ενός εναλλακτικού εκπαιδευτικού μοντέλου, δεδομένου ότι ο αριθμός των φοιτητών αυξάνεται και οι διαλέξεις αποκτούν πολυπληθές κοινό. Οι διαλέξεις μεγάλης κλίμακας είναι απρόσωπες και πάσχουν από έλλειψη συνεργασίας και αλληλεπίδρασης, όχι μόνο ανάμεσα στους ίδιους τους εκπαιδευόμενους αλλά και ανάμεσα στους εκπαιδευόμενους και τους εκπαιδευτικούς. Όμως, η συνεργασία και η αλληλεπίδραση αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για την ατομική μαθησιακή επιτυχία και ικανοποίηση (Oeste et al., 2014).

Τα μαθήματα προγραμματισμού φαίνεται να έχουν όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που δικαιολογούν τη μετακίνηση από το παραδοσιακό μοντέλο των διαλέξεων, στην ανεστραμμένη τάξη (Amresh et al., 2013). Στον προγραμματισμό υπολογιστών, όπου η χρήση προγραμματιστικών εργαλείων και περιβαλλόντων εργασίας αποτελούν το κέντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας, η εφαρμογή της ανεστραμμένης τάξης είναι φυσική. Οι ώρες που οι εκπαιδευτικοί και οι εκπαιδευόμενοι συναντιούνται στα πλαίσια του μαθήματος, μπορούν να αφιερωθούν στην επίλυση μικρών εργασιών που εστιάζουν στη χρήση των επιλεγμένων προγραμματιστικών εργαλείων και περιβαλλόντων και στην απόκτηση εμπειρίας πάνω σε αυτά. Όπως προκύπτει εμπειρικά, με την ανάθεση μικρών εργασιών στον προγραμματισμό, οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν τις πρώτες εμπειρίες που θα αποτελέσουν τη βάση για την περαιτέρω ενασχόλησή τους με την τεχνολογία. Σε εργαστηριακά

περιβάλλοντα, δίνεται η δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να προσφέρουν καθοδήγηση στους εκπαιδευόμενους σχετικά με το πώς αντιμετωπίζονται διάφορα ζητήματα, που μπορεί να προκύψουν κατά τη διαδικασία του προγραμματισμού των υπολογιστών. Μεγαλύτερες εργασίες, που απαιτούν πολλές ώρες δουλειάς, ανατίθενται στο σπίτι και δίνουν στους εκπαιδευόμενους την ευκαιρία της βαθύτερης μάθησης (Gannod et al., 2008; Lockwood & Esselstein, 2013; Warter-Perez & Dong, 2012).

Κύκλος μάθησης

Μαθήματα προγραμματισμού υπολογιστών που ακολουθούν την προσέγγιση της ανεστραμμένης τάξης βασίζονται και αποσκοπούν στην αλληλεπίδραση, στο αίσθημα ικανοποίησης των εκπαιδευόμενων και στις υψηλές μαθησιακές επιδόσεις. Αυτά τα μαθήματα θα μπορούσαν να δομηθούν με βάση έναν επαναλαμβανόμενο κύκλο μάθησης που αποτελείται από τέσσερις φάσεις (Giannakos et al., 2014).

Στην πρώτη φάση, οι εκπαιδευόμενοι μελετούν το εκπαιδευτικό υλικό που οι καθηγητές τους αναρτούν στο Διαδίκτυο και επιλύουν σχετικές ασκήσεις και κριτήρια αξιολόγησης. Στο τέλος της πρώτης φάσης, όλοι οι εκπαιδευόμενοι βρίσκονται στο ίδιο μαθησιακό επίπεδο. Η δεύτερη φάση στηρίζεται στην αλληλεπίδραση των εκπαιδευόμενων και των εκπαιδευτικών, καθώς και των εκπαιδευόμενων μεταξύ τους. Οι εκπαιδευόμενοι οργανώνονται σε ομάδες και αναλαμβάνουν μία ομαδική εργασία. Κάθε ομάδα αναλαμβάνει διαφορετική εργασία. Ο εκπαιδευτικός συντονίζει τις συνεργατικές μαθησιακές δραστηριότητες. Στην τρίτη φάση, κάθε ομάδα παρουσιάζει τα αποτελέσματα της εργασίας της στην τάξη. Ακολουθεί σχετική συζήτηση. Αν μία ομάδα δεν φέρει αποτελέσματα, υπάρχει αρνητικός αντίκτυπος σε ολόκληρη την τάξη, εφόσον δεν θα συζητηθεί το θέμα που η ομάδα είχε αναλάβει να διερευνήσει. Έτσι, όλες οι ομάδες φροντίζουν να ετοιμάζουν τις εργασίες που τους ανατίθενται. Διαφορετικά, η πίεση μεταξύ των εκπαιδευόμενων αυξάνεται σημαντικά. Στην τέταρτη φάση, εφαρμόζεται η νεοαποκτηθείσα γνώση στην επίλυση ασκήσεων μέσα στην τάξη (Giannakos et al., 2014).

Αποτελέσματα εφαρμογής της ανεστραμμένης τάξης

Πρόσφατη έρευνα που έγινε κατά τη διδασκαλία εισαγωγικού προγραμματιστικού μαθήματος σε προπτυχιακούς μηχανικούς και προγραμματιστές, έδειξε ότι οι φοιτητές που συμμετείχαν σε ανεστραμμένη τάξη είχαν μεγαλύτερους βαθμούς στις εργασίες και στις εξετάσεις, από τους φοιτητές που συμμετείχαν σε παραδοσιακή τάξη (Amresh et al., 2013). Ωστόσο, η ίδια έρευνα ανέδειξε δυσκολίες αποδοχής της προσέγγισης από μερίδα φοιτητών, ιδιαίτερα εκείνων που είχαν ήδη ξεκινήσει να μαθαίνουν προγραμματισμό με τον παραδοσιακό τρόπο. Έχει επίσης καταγραφεί ότι τα εκπαιδευτικά βίντεο που οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να παρακολουθήσουν στα πλαίσια της προετοιμασίας τους για το μάθημα, συχνά αποδεικνύονται βαρετά, ιδιαίτερα αν είναι μεγάλα. Τέλος, η μεγάλη συχνότητα με την οποία ανατίθενται εργασίες, οι προθεσμίες που τις συνοδεύουν καθώς και οι αξιολογήσεις τους, μπορεί να φοβίσουν τους εκπαιδευόμενους στα πρώτα στάδια εφαρμογής της προσέγγισης της ανεστραμμένης τάξης (Amresh et al., 2013).

Σε γενικές γραμμές, η εφαρμογή της ανεστραμμένης τάξης στα πεδία της Επιστήμης των Υπολογιστών και της Τεχνολογίας των Πληροφοριών συνεπάγεται τα ίδια πλεονεκτήματα και εισάγει τους ίδιους προβληματισμούς με την εφαρμογή της σε άλλα πεδία (Giannakos et al., 2014). Μία αξιοσημείωτη διαφορά που διαπιστώνεται σε σχέση με άλλα πεδία είναι ότι, εφόσον εφαρμοστεί η ανεστραμμένη τάξη σε μαθήματα Πληροφορικής, αυτά θα πρέπει να πραγματοποιούνται σε εργαστηριακό περιβάλλον, με υπολογιστές και σύνδεση στο

Διαδίκτυο. Η χρήση εργαστηρίων υπολογιστών διασφαλίζει ότι οι εκπαιδευόμενοι θα έχουν πρόσβαση στο υλικό και στο λογισμικό που απαιτείται για την ολοκλήρωση των εργασιών τους (Gannod et al., 2008). Η ανάθεση εργαστηριακών δραστηριοτήτων σε ομάδες εργασίας επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να εφαρμόσουν την πρόσφατα αποκτημένη θεωρητική γνώση, χρησιμοποιώντας σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία (Warter-Perez & Dong, 2012).
Η εφαρμογή της εκπαιδευτικής τεχνικής της ανεστραμμένης τάξης στη διδασκαλία της Πληροφορικής δεν απορρέει μόνο από τα θετικά παιδαγωγικά χαρακτηριστικά της, αλλά και από τα συνεπακόλουθα της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης. Δεδομένου ότι τα εκπαιδευτικά κονδύλια συνεχώς μειώνονται, οι τάξεις γίνονται πολυπληθέστερες και οι πόροι μειώνονται (π.χ. διαθέσιμες ταμπλέτες, εκπαιδευτικοί στα εργαστήρια). Αυτή η κατάσταση θέτει περαιτέρω περιορισμούς στο χρόνο που ο εκπαιδευτικός μπορεί να αφιερώσει σε κάθε εκπαιδευόμενο χωριστά, βοηθώντας τον να εξερευνήσει και να κατανοήσει το εκπαιδευτικό υλικό. Στην ανεστραμμένη τάξη, οι δραστηριότητες παθητικής απόκτησης γνώσης (π.χ. διαλέξεις, μελέτη εκπαιδευτικού υλικού) ανατίθενται στο σπίτι. Στην τάξη δίνεται έμφαση στην υλοποίηση συνεργατικών δραστηριοτήτων και στην επίλυση προβλημάτων σε προγραμματιστικά περιβάλλοντα, ενώ ο εκπαιδευτικός έχει αυξημένη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τους εκπαιδευόμενους (Lockwood & Esselstein, 2013).

Τομείς που χρήζουν διερεύνησης

Η βιβλιογραφική μελέτη ανέδειξε διάφορα πεδία, των οποίων η έρευνα θα μπορούσε να οδηγήσει στην καλύτερη κατανόηση των παραμέτρων και των συνθηκών που θα συνεπάγονταν τη βελτιστοποίηση της προσέγγισης της ανεστραμμένης τάξης. Πιο συγκεκριμένα, αναδείχτηκε η αναγκαιότητα της παροχής αναλυτικών πληροφοριών για το παρεχόμενο εκπαιδευτικό υλικό, αλλά και για τις προτεινόμενες παιδαγωγικές στρατηγικές, ιδιαίτερα σε αντικείμενα όπως η Επιστήμη των Υπολογιστών, όπου η τεχνολογία κατέχει το διττό ρόλο του εκπαιδευτικού αντικειμένου και του μέσου παροχής του εκπαιδευτικού υλικού. Μία άλλη πρόταση για περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε να αφορά στην αποσαφήνιση του τρόπου διεξαγωγής του μαθήματος μέσα στην τάξη, στα πλαίσια της ανεστραμμένης τάξης. Επίσης, η βιβλιογραφική αναζήτηση ανέδειξε ότι είναι περιορισμένη η έρευνα που έχει γίνει σχετικά με το πώς οι εκπαιδευτικοί μπορούν να δώσουν εναύσματα ώστε να επιτύχουν την ενεργή συμμετοχή των εκπαιδευόμενων στην τάξη, ενώ αντικείμενο μελέτης θα μπορούσε επίσης να γίνει το πώς η τεχνολογία θα μπορούσε να βοηθήσει προς αυτήν την κατεύθυνση (Giannakos et al., 2014).

Συμπεράσματα

Παρά τους προβληματισμούς που εισάγει, η ανεστραμμένη τάξη υπόσχεται ενισχυμένη διαδραστικότητα και αποτελεσματικότητα στη μάθηση, για όλους τους εκπαιδευόμενους, σε πληθώρα πεδίων. Δεδομένου του τρόπου που οι νέοι της εποχής μας μαθαίνουν και των τεχνολογικών επιτευγμάτων που τους βοηθούν στη διαδικασία της μάθησης, ίσως είναι η ώρα να μετακινηθούμε από τα παραδοσιακά μοντέλα διδασκαλίας προς εκπαιδευτικές τεχνικές πιο σύγχρονες, όπως η ανεστραμμένη τάξη.
Η βιβλιογραφική αναζήτηση που πραγματοποιήθηκε για τη συγγραφή αυτού του άρθρου, έδειξε ότι η προσέγγιση της ανεστραμμένης τάξης έχει ήδη υιοθετηθεί στη διδασκαλία της Επιστήμης των Υπολογιστών, ιδιαίτερα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Ωστόσο, φαίνεται ότι υπάρχει ανάγκη περαιτέρω έρευνας, ώστε να αρθούν οι προβληματισμοί που εισάγει και να εφαρμοστεί επιτυχώς σε μεγαλύτερη κλίμακα.

Αναφορές

Abelson, H. (2008). The creation of OpenCourseWare at MIT. *Journal of Science Education and Technology*, *17*(2), 164-174.

Amresh, A., Carberry, A. R., & Femiani, J. (2013). Evaluating the effectiveness of flipped classrooms for teaching CS1. In *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE* (pp. 733-735), Oklahoma City, OK: IEEE.

Bennett, S., Maton, K., & Kervin, L. (2008). The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. *British journal of educational technology, 39*(5), 775-786.

Berrett, D. (2012). How 'flipping' the classroom can improve the traditional lecture. *The chronicle of higher education*, *12*, 1-14.

Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. In *ASEE National Conference Proceedings,* Atlanta, GA. Retrieved 12 February 2016 from http://www.studiesuccesho.nl/wp-content/uploads/2014/04/flipped-classroom-artikel.pdf.

Bormann, J. (2014). *Affordances of flipped learning and its effects on student engagement and achievement.* Doctoral dissertation, University of Northern Iowa.

Enfield, J. (2013). Looking at the impact of the flipped classroom model of instruction on undergraduate multimedia students at CSUN. *TechTrends*, *57*(6), 14-27.

Fulton, K. (2012). Upside Down and Inside Out: Flip Your Classroom to Improve Student Learning. *Learning & Leading with Technology*, *39*(8), 12-17.

Gannod, G. C., Burge, J. E., & Helmick, M. T. (2008). Using the inverted classroom to teach software engineering. In *Proceedings of the 30th international conference on Software engineering* (pp. 777-786), New York, NY, USA: ACM.

Gaughan, J. E. (2014). The flipped classroom in world history. *History Teacher*, *47*(2), 221-244.

Giannakos, M. N., Krogstie, J., & Chrisochoides, N. (2014, November). Reviewing the flipped classroom research: reflections for computer science education. In E. Barendsen and V. Dagiené (eds.), *Proceedings of the Computer Science Education Research Conference* (pp. 23-29), New York: ACM.

Herreid, C. F., & Schiller, N. A. (2013). Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, *42*(5), 62-66.

Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, *31*(1), 30-43.

Lockwood, K., & Esselstein, R. (2013, March). The inverted classroom and the CS curriculum. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 113-118), New York: ACM.

Oeste, S., Lehmann, K., Janson, A., & Leimeister, J. M. (2014). Flipping the IS Classroom–Theory-Driven Design for Large-Scale Lectures. In *Proceedings of the 35th International Conference on Information Systems (ICIS) "Building a Better World through Information Systems"*, Auckland, New Zealand.

Papadopoulos, C., & Roman, A. S. (2010). Implementing an inverted classroom model in engineering statics: Initial results. In *Proceedings of the 40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Washington DC: American Society for Engineering Statistics.

Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the horizon, 9*(5), 1-6.

Ritchhart, R., Church, M., & Morrison, K. (2011). *Making thinking visible: How to promote engagement, understanding, and independence for all learners*. USA: John Wiley & Sons.

Roehl, A., Reddy, S. L., & Shannon, G. J. (2013). The flipped classroom: An opportunity to engage millennial students through active learning. *Journal of Family and Consumer Sciences*, *105*(2), 44-49.

Strayer, J. F. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning Environments Research*, *15*(2), 171-193.

Talbert, R. (2012). Inverted classroom. *Colleagues*, *9*(1), 7.

Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education Next*, *12*(1), 82-83.

Warter-Perez, N., & Dong, J. (2012, April). Flipping the classroom: How to embed inquiry and design projects into a digital engineering lecture. In *Proceedings of the 2012 ASEE PSW Section Conference*, Washington DC: American Society for Engineering Education.

Ένα διδακτικό σενάριο για την εγκατάσταση λογισμικών ελέγχου ασφαλείας διαδικτυακών συστημάτων στο σχολικό εργαστήριο

Γεώργιος Παπαδημητρίου[1], Λεμονιά Γολικίδου[1], Ανδρονίκη Τρουλάκη[1], Δημήτριος Κανελλόπουλος[2], Δέσποινα Καρλή[1]
georgioschpapadimitriou@gmail.com, lgolikidou@gmail.com,
androniki.troulaki@gmail.com, dimitrioskanellopoulos82@gmail.com,
karli_despoina@hotmail.com
[1]Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
[2]Ειδικευόμενος Ιατρός

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να δοθεί η δυνατότητα στους μαθητές/τριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, να εγκαταστήσουν με επιτυχία λογισμικά ελέγχου ασφαλείας διαδικτυακών εφαρμογών στο σχολικό εργαστήριο Πληροφορικής, έτσι ώστε να πραγματοποιούν ελέγχους ασφαλείας σε διάφορα διαδικτυακά συστήματα. Προκειμένου να επιτευχθεί ο ανωτέρω σκοπός στην εργασία αυτή, μέσω ενός πλήρους διδακτικού σεναρίου, επισημαίνεται η χρήση της τεχνολογίας της εικονικοποίησης και περιγράφεται η εγκατάσταση του προηγμένου λογισμικού εικονικής μηχανής «VMware Workstation» στο λειτουργικό σύστημα «Ms Windows». Επιπλέον, παρουσιάζεται λεπτομερώς και με σαφήνεια η εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος «Kali Linux» στο προηγμένο λογισμικό εικονικής μηχανής «VMware Workstation» σε περιβάλλον «Ms Windows». Περαιτέρω, γίνεται εκτενής λόγος για την εγκατάσταση της εφαρμογής «OpenVAS» στο λειτουργικό σύστημα «Kali Linux» καθώς και για την εκκίνηση της εφαρμογής «Metasploit Framework» στο λειτουργικό σύστημα «Kali Linux».

Λέξεις κλειδιά: VMware Workstation, Kali Linux, OpenVAS, Metasploit Framework.

Εισαγωγή

Η εκτεταμένη χρήση της Τεχνολογίας, της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών αποτελεί ένα αδιαμφισβήτητο γεγονός στην εποχή μας. Σχεδόν σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας (διακυβέρνηση, υγεία, παιδεία, επιχειρηματικότητα, κ.λπ.) χρησιμοποιούνται πληροφοριακά συστήματα, αφού τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση τους είναι σημαντικά. Ταυτόχρονα, όμως, αυξάνονται και οι κίνδυνοι που απειλούν τα συστατικά στοιχεία ενός πληροφοριακού συστήματος και κατ' επέκταση το ίδιο το σύστημα. Οι κίνδυνοι αφορούν στην παραβίαση της εμπιστευτικότητας, στην ηθελημένη ή τυχαία καταστροφή ή αλλοίωση, καθώς και στη μη εξουσιοδοτημένη χρήση πληροφοριών και υπολογιστικών πόρων (Πάγκαλος & Μαυρίδης, 2002.). Η ύπαρξη των κινδύνων προβάλει επιτακτική την ανάγκη για την Ασφάλεια των Πληροφοριακών Συστημάτων.
Οι μαθητές/ήτριες της δευτέρας (Β') τάξης του τομέα Πληροφορικής του Επαγγελματικού Λυκείου της μη υποχρεωτικής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος, ανεξαρτήτου ειδικότητας, από το σχολικό έτος 2015-2016 διδάσκονται το μάθημα «Λειτουργικά Συστήματα και Ασφάλεια Πληροφοριακών Συστημάτων». Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Α.Π.Σ.) Πληροφορικής στο ΕΠΑ.Λ. (Υπουργική Απόφαση Φ2/141426/Δ4, 2015), σκοπός του μαθήματος είναι να αποκτήσουν οι μαθητές/ήτριες επαρκείς γνώσεις για τον ρόλο και τη δομή ενός τυπικού λειτουργικού

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

συστήματος και να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν και να διαχειρίζονται τα σύγχρονα λειτουργικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στα υπολογιστικά συστήματα και σε φορητές έξυπνες συσκευές.
Κατά το σχολικό έτος 2015-2016 οι μαθητές/ήτριες της δευτέρας τάξης του τομέα Πληροφορικής του 1ου ΕΠΑ.Λ. Γαλατά, στο μάθημα «Λειτουργικά Συστήματα και Ασφάλεια Πληροφοριακών Συστημάτων», συν τοις άλλοις, διδάχθηκαν την έννοια του λειτουργικού συστήματος, τα διαφορετικά είδη λειτουργικών συστημάτων, την έννοια του πληροφοριακού συστήματος, την έννοια της ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων, τις βασικές αρχές ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων, την έννοια της εικονικοποίησης, τον τρόπο εγκατάστασης εικονικών μηχανών, τον τρόπο εγκατάστασης λειτουργικών συστημάτων είτε σε φυσικές είτε σε εικονικές μηχανές και τον τρόπο εγκατάστασης εφαρμογών σε διάφορα λειτουργικά συστήματα.

Η ομάδα στόχος και τα χαρακτηριστικά της

Οι μαθητές/ήτριες που αναφέρονται στο παρόν άρθρο είναι μαθητές/ήτριες της δευτέρας τάξης της ομάδας προσανατολισμού Τεχνολογικών Εφαρμογών, του τομέα Πληροφορικής του Επαγγελματικού Λυκείου της μη υποχρεωτικής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος που φοιτούν στην ειδικότητα Τεχνικός Εφαρμογών Πληροφορικής, ή στην ειδικότητα Τεχνικός Η/Υ και Δικτύων Η/Υ, ή στην ειδικότητα Τεχνικός Εφαρμογών Λογισμικού.

Οι διδακτικοί στόχοι

Οι σαφώς καθορισμένοι διδακτικοί στόχοι αποτελούν την κύρια προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και της μάθησης μιας διδακτικής ενότητας, εξαιτίας του ότι αναφέρονται στα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα που αναμένεται να επιτευχθούν μετά το πέρας της διδασκαλίας αυτής (Fuller et al., 2007). Κατά τη διατύπωσή τους θα πρέπει να προσδιοριστεί τι χρειάζεται οι μαθητές/ήτριες να γνωρίζουν, τι αναμένεται να μπορούν να κάνουν, και ποιες αξίες ή πεποιθήσεις έχουν αναπτύξει ή αλλάξει μέσω της διδασκαλίας.
Οι διδακτικοί στόχοι, σύμφωνα με τις κυρίαρχες τάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας και πρακτικής (Κόκκος, 2005), ταξινομούνται στα επίπεδα των γνώσεων, των στάσεων και των ικανοτήτων. Επομένως, οι μαθητές/ήτριες της δευτέρας (Β΄) τάξης του τομέα Πληροφορικής του Επαγγελματικού Λυκείου, στο μάθημα «Λειτουργικά Συστήματα και Ασφάλεια Πληροφοριακών Συστημάτων», συν τοις άλλοις, θα πρέπει να είναι σε θέση:

Επίπεδο των γνώσεων

1.1. Να ορίζουν την έννοια του λειτουργικού συστήματος.
1.2. Να αναγνωρίζουν τα διαφορετικά είδη των σύγχρονων λειτουργικών συστημάτων.
1.3. Να ορίζουν την έννοια του πληροφοριακού συστήματος.
1.4. Να ορίζουν την έννοια της ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων.
1.5. Να περιγράφουν τις βασικές αρχές ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων.
1.6. Να ορίζουν την έννοια της εικονικοποίησης.

Επίπεδο των ικανοτήτων

2.1. Να εγκαθιστούν το προηγμένο λογισμικό εικονικής μηχανής «VMware Workstation» στο λειτουργικό σύστημα «Ms Windows».

2.2. Να εγκαθιστούν και να παραμετροποιούν το λειτουργικό σύστημα «Kali Linux» στο προηγμένο λογισμικό εικονικής μηχανής «VMware Workstation» σε περιβάλλον «Ms Windows».
2.3. Να εγκαθιστούν το προηγμένο λογισμικό ανίχνευσης ευπαθειών «OpenVAS» στο λειτουργικό σύστημα «Kali Linux».
2.4. Να εκκινούν την εφαρμογή «Metasploit Framework» στο λειτουργικό σύστημα «Kali Linux».

Επίπεδο των στάσεων

3.1. Να εκτιμούν τη χρησιμότητα του λειτουργικού συστήματος στις υπολογιστικές μηχανές.
3.2. Να προτιμούν τις εικονικές μηχανές από τη χρήση πολλών διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων.

Μέθοδοι – τεχνικές διδασκαλίας

Η επιλογή των κατάλληλα σχεδιασμένων, δομημένων και συνεργατικών μαθησιακών δραστηριοτήτων, πραγματοποιείται με σκοπό να διευκολυνθεί, να στηριχθεί και να καθοδηγηθεί ο μαθητής στην προσπάθειά του να κατακτήσει το διδακτικό αντικείμενο (Τριλιανός, 2004; Φλουρής, 2003). Επίσης, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι εκπαιδευτικές τεχνικές που βοηθούν τον εκπαιδευτικό να επιτύχει τους επιμέρους εκπαιδευτικούς στόχους μιας διδακτικής ενότητας, ενεργοποιώντας τη συμμετοχή των εκπαιδευόμενων και καλύπτοντας τις ατομικές και ομαδικές τους ανάγκες (Τσιμπουκλή κ.ά., 2010). Σύμφωνα με την Γρηγοριάδου κ.ά. (2009), αυτές οι εκπαιδευτικές τεχνικές είναι η εισήγηση, η πρακτική άσκηση, η μελέτη περίπτωσης, το παιχνίδι ρόλων, η προσομοίωση, οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις, η συζήτηση, η χιονοστιβάδα, ο καταιγισμός ιδεών, η επίδειξη, οι ομάδες εργασίας, η εννοιολογική χαρτογράφηση.

Προαπαιτούμενες γνώσεις των μαθητών/τριών

Οι μαθητές/ήτριες θα πρέπει α) να είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, β) να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για αναζήτηση πληροφοριών και γ) να γνωρίζουν τις συνιστώσες ενός υπολογιστικού συστήματος.

Οργάνωση της τάξης

Η διδασκαλία πραγματοποιείται στο εργαστήριο Πληροφορικής του εκάστοτε σχολείου. Οι μαθητές/ήτριες χωρίζονται σε ανομοιογενείς δυάδες - ως προς το φύλο, τις διαπολιτισμικές διαφορές και το επίπεδο γνώσης - και κάθονται μπροστά σε έναν υπολογιστή. Επιπλέον, τα μέλη κάθε ομάδας, κατά την εργασία τους στον υπολογιστή, συνεργάζονται και εναλλάσσουν ρόλους.

Δραστηριότητες

Η υλοποίηση του διδακτικού σεναρίου πραγματοποιείται μέσα από μια σειρά κατάλληλα σχεδιασμένων, δομημένων και συνεργατικών μαθησιακών δραστηριοτήτων, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω.
Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας αξιοποιήθηκε ένας αναλυτικός οδηγός εγκατάστασης λογισμικών ελέγχου ασφαλείας διαδικτυακών

συστημάτων, με σκοπό να επιτευχθεί η ορθή οικοδόμηση της νέας γνώσης. Ο αναλυτικός αυτός οδηγός είναι διαθέσιμος στην ηλεκτρονική διεύθυνση «https://goo.gl/N8qtGZ».

Δραστηριότητα 1η (Διάρκεια 60 λεπτά)

Ο εκπαιδευτικός, με την εκπαιδευτική τεχνική «καταιγισμός ιδεών», προσπαθεί να εκμαιεύσει από τους μαθητές/ήτριες, μέσα από την ελεύθερη και αυθόρμητη έκφραση ιδεών, τις έννοιες του λειτουργικού συστήματος, του πληροφοριακού συστήματος, της ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων, της εικονικοποίησης. Επίσης, ενισχύει τη συμμετοχή όλων των μαθητών/τριών και παρεμβαίνει, ούτως ώστε η έκφραση ιδεών να είναι απόρροια δημιουργικής έκφρασης και όχι επίδειξη φαντασίας. Στην συνέχεια, αποτυπώνει τα λεχθέντα είτε στον πίνακα είτε, ελλείψει αυτού, σε έναν επεξεργαστή κειμένου και με τη βοήθεια του βιντεοπροβολέα ή, ελλείψει αυτού, με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος «NETOP School v.6», τα παρουσιάζει στους μαθητές/ήτριες.

Ο εκπαιδευτικός, με την εκπαιδευτική τεχνική «ερωτήσεις-απαντήσεις», προσπαθεί να αντλήσει από τους μαθητές/ήτριες τα διαφορετικά είδη των σύγχρονων λειτουργικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται στα υπολογιστικά συστήματα και σε φορητές έξυπνες συσκευές και ανά κατηγορία αποτυπώνει τα λεχθέντα είτε στον πίνακα είτε, ελλείψει αυτού, σε έναν επεξεργαστή κειμένου και με τη βοήθεια του βιντεοπροβολέα ή, ελλείψει αυτού, με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος «NETOP School v.6», τα παρουσιάζει στους μαθητές/ήτριες.

Με την εκπαιδευτική τεχνική της «σύντομης εισήγησης», ο εκπαιδευτικός αναφέρει στην αρχή τις βασικές αρχές ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων και αμέσως μετά τις περιγράφει στους μαθητές/ήτριες.

Με την εκπαιδευτική τεχνική της «συζήτησης» ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να τονίσει τη χρησιμότητα του λειτουργικού συστήματος στις υπολογιστικές μηχανές και να παροτρύνει τους μαθητές/ήτριες να προτιμούν τις εικονικές μηχανές από τη χρήση πολλών διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων.

Με την παραπάνω δραστηριότητα καλύπτονται οι διδακτικοί στόχοι 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 3.1, 3.2.

Δραστηριότητα 2η (Διάρκεια 30 λεπτά)

Με την εκπαιδευτική τεχνική της «επίδειξης» και τη χρήση ενός υπολογιστή και ενός βιντεοπροβολέα ή με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος «NETOP School v.6», ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει στην ολομέλεια της τάξης τον τρόπο εγκατάστασης του προηγμένου λογισμικού εικονικής μηχανής «VMware Workstation» στο λειτουργικό σύστημα «Ms Windows» (Ενότητα Α, https://goo.gl/N8qtGZ). Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός ζητάει από κάθε ομάδα να εγκαταστήσει το λογισμικό «VMware Workstation» στους υπολογιστές της κάθε ομάδας.

Με την παραπάνω δραστηριότητα καλύπτεται ο διδακτικός στόχος 2.1.

Δραστηριότητα 3η (Διάρκεια 90 λεπτά)

Με την εκπαιδευτική τεχνική της «επίδειξης» και τη χρήση ενός υπολογιστή και ενός βιντεοπροβολέα ή με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος «NETOP School v.6», ο εκπαιδευτικός εγκαθιστά σε πραγματικό χρόνο το λειτουργικό σύστημα «Kali Linux» στο προηγμένο λογισμικό εικονικής μηχανής «VMware Workstation» σε περιβάλλον «Ms Windows» (Ενότητα Β, https://goo.gl/N8qtGZ). Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός ζητάει από κάθε ομάδα να εγκαταστήσει το λειτουργικό σύστημα «Kali Linux» στο λογισμικό «VMware Workstation» στους υπολογιστές της κάθε ομάδας.

Κατόπιν, ο εκπαιδευτικός, με την εκπαιδευτική τεχνική της «σύντομης εισήγησης», αναφέρει τις εντολές ενημέρωσης του λειτουργικού συστήματος «Kali 2016.1» και τις εντολές εγκατάστασης του λογισμικού «open-vm-tools» στο λειτουργικό σύστημα «Kali 2016.1». Αμέσως μετά, ζητάει από τους μαθητές/τριες να τις «εκτελέσουν» στους υπολογιστές τους.
Με την παραπάνω δραστηριότητα καλύπτεται ο διδακτικός στόχος 2.2.

Δραστηριότητα 4η (Διάρκεια 45 λεπτά)
Με την εκπαιδευτική τεχνική της «επίδειξης» και τη χρήση ενός υπολογιστή και ενός βιντεοπροβολέα ή με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος «NETOP School v.6», ο εκπαιδευτικός εγκαθιστά σε πραγματικό χρόνο το προηγμένο λογισμικό ανίχνευσης ευπαθειών «OpenVAS» στο λειτουργικό σύστημα «Kali Linux» (Ενότητα Γ, https://goo.gl/N8qtGZ). Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός ζητάει από κάθε ομάδα να εγκαταστήσει το λογισμικό «OpenVAS» στο λειτουργικό σύστημα «Kali Linux» στους υπολογιστές της κάθε ομάδας.
Με την παραπάνω δραστηριότητα καλύπτεται ο διδακτικός στόχος 2.3.

Δραστηριότητα 5η (Διάρκεια 45 λεπτά)
Με την εκπαιδευτική τεχνική της «επίδειξης» και τη χρήση ενός υπολογιστή και ενός βιντεοπροβολέα ή με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος «NETOP School v.6», ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει στην ολομέλεια της τάξης τον τρόπο εκκίνησης της εφαρμογής «Metasploit Framework» στο λειτουργικό σύστημα «Kali Linux» (Ενότητα Δ, https://goo.gl/N8qtGZ). Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός ζητάει από κάθε ομάδα να εκκινήσει την εφαρμογή «Metasploit Framework» στο λειτουργικό σύστημα «Kali Linux» στους υπολογιστές της κάθε ομάδας.
Με την παραπάνω δραστηριότητα καλύπτεται ο διδακτικός στόχος 2.4.

Εκτίμηση του χρόνου διδασκαλίας

Η διδασκαλία των ανωτέρω διαρκεί έξι (6) διδακτικές ώρες και είναι σε συμφωνία με τις προτεινόμενες διδακτικές ώρες της αντίστοιχης θεματικής ενότητας του Α.Π.Σ.

Υλικοτεχνική υποδομή

Η διδασκαλία πραγματοποιείται στο εργαστήριο Πληροφορικής του εκάστοτε σχολείου. Στη διάθεση των μαθητών/τριών συνήθως είναι δέκα (10) ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Σε κάθε ηλεκτρονικό υπολογιστή πρέπει να είναι εγκατεστημένα το λειτουργικό σύστημα «Ms Windows», το λογισμικό «NETOP School v.6» ή οποιοδήποτε άλλο πρόγραμμα διαχείρισης δικτύου, ένας τουλάχιστον «Web Browser» και να υπάρχει σύνδεση στο διαδίκτυο.

Αξιολόγηση μαθητών/τριών

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης των δραστηριοτήτων, ο εκπαιδευτικός παρατηρεί τον τρόπο εργασίας των μαθητών/τριών και αξιοποιεί μια φόρμα αξιολόγησης με διαβαθμισμένα κριτήρια, για να αξιολογήσει τους μαθητές/ήτριες. Η φόρμα αξιολόγησης βασίζεται στους στόχους του σεναρίου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό για τελική αξιολόγηση ή/και από τους μαθητές/ήτριες για αυτο-αξιολόγηση μετά την ολοκλήρωση του σεναρίου.
Τα κριτήρια αξιολόγησης που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός στο παρόν διδακτικό σενάριο είναι οι στόχοι του σεναρίου και η κλίμακα αξιολόγησης του κάθε κριτηρίου γίνεται σε τρία

επίπεδα (Καθόλου Ικανοποιητική, Μέτρια, Ικανοποιητική). Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται αναλυτικά η φόρμα αξιολόγησης ενός εκ των κριτηρίων αξιολόγησης.

Πίνακας 1. Φόρμα Αξιολόγησης

Κριτήριο	Κλίμακα Αξιολόγησης 3 επιπέδων		
	Καθόλου Ικανοποιητική	Μέτρια	Ικανοποιητική
Να περιγράφουν τις βασικές αρχές ασφαλείας πληροφοριακών συστημάτων.	Ο μαθητής δεν ξέρει ποιες είναι οι βασικές αρχές ασφαλείας πληροφοριακών συστημάτων.	Ο μαθητής απαριθμεί βασικές αρχές ασφαλείας πληροφοριακών συστημάτων, αλλά δεν είναι σε θέση να τις περιγράψει.	Ο μαθητής απαριθμεί και περιγράφει τις βασικές αρχές ασφαλείας πληροφοριακών συστημάτων.

Αξιολόγηση σεναρίου

Το παρόν διδακτικό σενάριο, μετά την πρακτική του εφαρμογή σε δεκαεπτά μαθητές/ήτριες, αξιολογήθηκε μέσω ενός ερωτηματολογίου, το οποίο βρίσκεται στην ηλεκτρονική διεύθυνση «https://goo.gl/sIUqrm». Αποτελούνταν συνολικά από δεκαοκτώ (18) ερωτήσεις κλειστού τύπου, πολλαπλής επιλογής και πεντάβαθμης κλίμακας αξιολόγησης τύπου Likert (καθόλου – λίγο – αρκετά – πολύ – πάρα πολύ). Οι ερωτήσεις του διερευνούσαν κυρίως τα μαθησιακά αποτελέσματα για τους μαθητές/ήτριες (γνώσεις, ικανότητες, στάσεις) και η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων του έγινε με το πρόγραμμα Microsoft Excel.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα των δεδομένων της αξιολόγησης είναι τα ακόλουθα: Η πλειοψηφία των μαθητών/ητριών κατανόησε πλήρως την έννοια του λειτουργικού συστήματος (88,2%), την έννοια της ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων (88,2%) και την έννοια της εικονικοποίησης (88,2%). Οι περισσότεροι μαθητές/ήτριες σε ικανοποιητικό βαθμό (58,8%) ήταν σε θέση να αναγνωρίζουν τα διαφορετικά είδη των σύγχρονων λειτουργικών συστημάτων, ενώ όχι σε τόσο ικανοποιητικό βαθμό (41,2%) κατανόησαν την έννοια του πληροφοριακού συστήματος. Επίσης, όλοι οι μαθητές/ήτριες (100%) έκριναν αναγκαία τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας, της ακεραιότητας και της διαθεσιμότητας πληροφοριών σε ένα πληροφοριακό σύστημα.

Οι μαθητές/ήτριες κλήθηκαν να απαντήσουν στο ερώτημα: «Ποιο λειτουργικό σύστημα είναι εγκατεστημένο στον σταθερό ή τον φορητό υπολογιστή σας;». Όσοι μαθητές/ήτριες χρησιμοποιούσαν το λειτουργικό σύστημα «Ms Windows» (82,4%) δεν συνάντησαν κανένα πρόβλημα κατά την εγκατάσταση του λογισμικού «VMware Workstation». Οι μαθητές/ήτριες που χρησιμοποιούσαν το λειτουργικό σύστημα «Linux» (11,8%) και το λειτουργικό σύστημα «MacOS» (6%) συνάντησαν κάποιες δυσκολίες κατά την εγκατάσταση του λογισμικού «VMware Workstation» και του λογισμικού «VMware Fusion» αντίστοιχα, αλλά τις αντιμετώπισαν με τη βοήθεια του διαδικτύου.

Επιπλέον, οι περισσότεροι μαθητές/ήτριες (58,8%) ήταν σε θέση να εγκαταστήσουν, εξ ολοκλήρου και χωρίς την παραμικρή βοήθεια, το λειτουργικό σύστημα «Kali Linux» στο λογισμικό «VMware Workstation»/«VMware Fusion», ενώ οι μαθητές/ήτριες που ήταν σε θέση να εγκαταστήσουν εξ ολοκλήρου και χωρίς την παραμικρή βοήθεια το λειτουργικό

σύστημα «Ms Windows» στο λογισμικό «VMware Workstation»/«VMware Fusion» ήταν λιγότεροι (35,3%).
Οι περισσότεροι μαθητές/ήτριες δεν κατανόησαν πλήρως τη χρήση του λογισμικού «OpenVAS» (41,2%) και του λογισμικού «Metasploit Framework» (41,2%), αλλά ήταν σε θέση να εγκαταστήσουν εξ ολοκλήρου και χωρίς την παραμικρή βοήθεια τα ανωτέρω λογισμικά στο λειτουργικό σύστημα «Kali Linux» (58,8%).

Συμπεράσματα

Η συνεισφορά της εργασίας έγκειται στο τρόπο με τον οποίο ένα σχολικό εργαστήριο Πληροφορικής μετατρέπεται σε ένα ισχυρό και αποτελεσματικό περιβάλλον ανίχνευσης πιθανών αδυναμιών ασφαλείας διαδικτυακών συστημάτων, με κύριο σκοπό τη δημιουργία μιας ασφαλούς στρατηγικής αντιμετώπισης των συγκεκριμένων ευπαθειών, έτσι ώστε να διασφαλίζονται οι βασικές αρχές ασφαλούς πληροφορίας.
Πολύ σημαντικό αποτελεί το γεγονός ότι το σύνολο του δείγματος έκρινε αναγκαία τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας, της ακεραιότητας και της διαθεσιμότητας πληροφοριών σε ένα πληροφοριακό σύστημα, καθώς η πολιτική ασφάλειας αποτελεί μια από τις βασικότερες πρακτικές για τη διαχείριση της ασφάλειας και η ανάπτυξη και εφαρμογή της θεωρείται απαραίτητη για τους οργανισμούς που διαθέτουν πληροφοριακά συστήματα (Καρύδα, 2010).
Επειδή το συγκεκριμένο διδακτικό σενάριο αξιολογήθηκε μόνο από δεκαεπτά μαθητές/ήτριες, ως μελλοντική επέκταση της παρούσας εργασίας προτείνεται η αξιολόγησή του από μεγαλύτερο δείγμα μαθητών/τριών, προκειμένου να δοθεί μια πιο σαφής εικόνα.
Συμπερασματικά, το διδακτικό σενάριο ώθησε τους μαθητές/ήτριες, να συμμετέχουν ενεργά σε όλες τις δραστηριότητες με ενθουσιασμό και προθυμία, εξαιτίας του βιωματικού χαρακτήρα τους. Επιπλέον, η εργασία σε ομάδες έδωσε στους μαθητές/ήτριες τη δυνατότητα να καλλιεργήσουν το ομαδικό και συνεργατικό τους πνεύμα.

Ευχαριστίες

Επιθυμούμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στον φιλόλογο κ. Λεβέντη Μιχάλη, για την γλωσσική επιμέλεια του κειμένου.

Αναφορές

Fuller, U., Johnson, C., Ahoniemi, T., Cukierman, D., Herman-Losada, I., Jackova, J., Lahtinen, E., Lewis, T., Thompson, D., Riedesel, C. & Thompson, E. (2007). *Developing a computer science-specific learning taxonomy*. ACM SIGCSE Bulletin, 39(4), 152-170.

Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., Γουλή, Ε., Γλέζου, Κ., Μπουμπούκα, Μ., Παπανικολάου, Κ., Τσαγκανού, Γ. Κανίδης, Ε., Δουκάκης, Δ., Φράγκου, Σ., Βεργίνης, Η. (2009). *Διδακτικές προσεγγίσεις και εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Καρύδα, Μ. (2010). Πολιτικές Ασφάλειας Πληροφοριακών Συστημάτων. Ανακτήθηκε 26 Φεβρουαρίου 2016, από https://goo.gl/wPvpNv.

Κόκκος, Α. (2005). *Εκπαίδευση ενηλίκων ανιχνεύοντας το πεδίο*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Πάγκαλος, Γ. & Μαυρίδης, Ι. (2002). *Ασφάλεια Πληροφοριακών Συστημάτων και Δικτύων*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ανικούλα.

Τριλιανός, Θ. (2004). *Μεθοδολογία της σύγχρονης διδασκαλίας*. Αθήνα: Έκδοση του ιδίου.

Τσιμπουκλή, Α. & Φίλλιπς, Ν. (2010). *Εκπαίδευση εκπαιδευτών ενηλίκων*. Αθήνα.: ΙΔΕΚΕ.

Υπουργική Απόφαση Φ2/141426/Δ4 (ΦΕΚ Β 2010/16.09.2015). «*Αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών (ΑΠΣ) των μαθημάτων ειδικοτήτων του τομέα Πληροφορικής της ομάδας προσανατολισμού Τεχνολογικών Εφαρμογών της Β΄ τάξης ημερησίων και εσπερινών ΕΠΑ.Λ.».*

Φλουρής, Γ. (2003). *Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας*. Αθήνα: Γρηγόρης.

ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ 5

Φύλο και σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής

Έμφυλες αναπαραστάσεις σε σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής του Επαγγελματικού Λυκείου

Ιωάννης Μπερδούσης, Μαρία Κορδάκη
i.berdousis@aegean.gr, m.kordaki@aegean.gr
Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας & Επικοινωνίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η συγκεκριμένη εργασία μελετά τις έμφυλες αναπαραστάσεις σε σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής του Επαγγελματικού Λυκείου. Για το σκοπό αυτό μελετήθηκαν δύο νέα σχολικά εγχειρίδια για το μάθημα Γενικής Παιδείας «Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των ΗΥ» της Β΄ και Γ΄ Τάξης του Επαγγελματικού Λυκείου. Από την ανάλυση του περιεχομένου των βιβλίων, εντοπίστηκαν οι αναφορές στα δύο φύλα και κατηγοριοποιήθηκαν βάσει συγκεκριμένων αξόνων ανάλυσης, με τα αποτελέσματα να παρουσιάζονται ποσοτικά και ποιοτικά. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φαίνεται πως (α) τους συντελεστές των βιβλίων αποτελούν, σχεδόν εξίσου, άτομα και των δύο φύλων, (β) οι σημαντικές προσωπικότητες στην Επιστήμη των Υπολογιστών που παρουσιάζονται είναι αποκλειστικά άνδρες, (γ) στα πληροφοριακά κείμενα κυριαρχούν οι γλωσσικές αναφορές ανδρικού γένους, (δ) τα γυναικεία πρόσωπα κυριαρχούν στα παραδείγματα του βιβλίου της Β΄, ενώ τα αντρικά σε αυτό της Γ΄, (ε) τα ανδρικά πρόσωπα κυριαρχούν στις δραστηριότητες, και (στ) οι ελάχιστες οπτικές αναπαραστάσεις που σχετίζονται με το φύλο, και που υπάρχουν μόνο στο βιβλίο της Β΄, αφορούν και τα δύο φύλα.

Λέξεις κλειδιά: φύλο, σχολικά εγχειρίδια, Πληροφορική, Επαγγελματικό Λύκειο

Εισαγωγή

Γυναίκες και Επιστήμη των Υπολογιστών

Η υπο-αντιπροσώπευση των γυναικών σε όλους τους τομείς που σχετίζονται με την Επιστήμη των Υπολογιστών (ΕΥ) – από τις προπτυχιακές έως τις μεταπτυχιακές σπουδές και τα διδακτορικά, τον ακαδημαϊκό και τον εργασιακό χώρο – είναι ένα πρόβλημα διαπιστωμένο σε διεθνές (Camp, 2012; Cohoon & Aspray 2006), αλλά και εθνικό επίπεδο (Berdousis & Kordaki, 2016; Kordaki & Berdousis, 2015). Η έρευνα, τα τελευταία χρόνια, έχει δείξει πως η συμμετοχή των γυναικών στην ΕΥ είναι σημαντική για τουλάχιστον τέσσερις κυρίαρχους λόγους (Camp, 2012): την απαίτηση για εξειδικευμένο προσωπικό στην ΕΥ (Soper, 2014), την ανάγκη για ποικίλο εργατικό δυναμικό (Ashcraft, Eger, & Friend, 2012) την ανάγκη για ισότητα στην κοινωνία (Barker & Aspray, 2006), την ανάγκη για έκφραση των σημαντικών χαρακτηριστικών της γυναικείας προσωπικότητας στην ΕΥ και στα σχετικά βιομηχανικά προϊόντα (Ashcraft et al., 2012).

Η έντονη ερευνητική δραστηριότητα στο πεδίο, τα τελευταία χρόνια, έχει αναγνωρίσει σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη συμμετοχή των γυναικών στην ΕΥ, συχνά αποτρέποντάς τες να την επιλέξουν ως αντικείμενο σπουδών ή καριέρας (Barker & Aspray, 2006; Camp, 2012). Παράγοντες στο ευρύτερο περιβάλλον μέσα στο οποίο οι γυναίκες γνωρίζουν την ΕΥ, όπως το σχολικό περιβάλλον (τα προγράμματα σπουδών, τα βιβλία, οι εκπαιδευτικές πρακτικές), το οικογενειακό περιβάλλον (η υποστήριξη και η πρώτη επαφή των κοριτσιών με την ΕΥ), τα κοινωνικά κατασκευασμένα στερεότυπα και η έλλειψη προτύπων, επηρεάζουν τις αντιλήψεις, τις στάσεις, τις εμπειρίες και τις αποφάσεις των

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

γυναικών σχετικά με την ΕΥ, στερώντας τους στην ουσία, την ελεύθερη επιλογή (Ashcraft et al., 2012).

Η προσέγγιση των φεμινιστικών θεωριών

Η φεμινιστική ανάλυση προσεγγίζει το θέμα της ισότητας των φύλων και την υποαντιπροσώπευση των γυναικών στις θετικές επιστήμες. Τόσο οι «φιλελεύθερες», όσο και οι «αριστερές» προσεγγίσεις προτείνουν λύσεις για ισότητα στην εκπαιδευτική διαδικασία (Thompson, 2003). Οι «φιλελεύθερες» προσεγγίσεις, η θεωρία της «κοινωνικοποίησης» και η θεωρία της «διαφοράς των φύλων», θεωρούν ότι η ανισότητα είναι αποτέλεσμα προκατάληψης που μπορεί να εξαλειφθεί μέσα από τα εκπαιδευτικά προγράμματα και διορθωτικές κινήσεις (Thompson, 2003). Η ανάλυση της θεωρίας της «κοινωνικοποίησης» επιζητά να εξαλείψει τη σεξιστική άποψη ότι τα κορίτσια δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε δραστηριότητες που απαιτούν σύνθετη σκέψη, και υποστηρίζει πως εάν οι εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν με τον ίδιο τρόπο αγόρια και κορίτσια, τότε θα έχουν ίδια απόδοση. Ολόκληρη η εκπαιδευτική διαδικασία και όσοι συμμετέχουν σε αυτή (εκπαιδευτικοί, αναλυτικά προγράμματα, σχολικά εγχειρίδια, δραστηριότητες, κ.ά.) πρέπει να έχουν μια προσέγγιση ουδέτερη ως προς το φύλο (gender-neutral) (Houston, 1985; Thompson, 2003) ώστε αγόρια και κορίτσια να αντιμετωπίζονται ισότιμα. Αντίθετα, για την θεωρία της «διαφοράς των φύλων», τα γυναικεία χαρακτηριστικά πρέπει να αναγνωρίζονται, χωρίς να θεωρούνται προβληματικά, δεδομένου ότι ο γυναικείος τρόπος σκέψης διαφέρει. Έτσι, αυτό που επιδιώκεται στην εκπαίδευση είναι μια ευαίσθητη ως προς το φύλο προσέγγιση (gender-sensitive) που θα λαμβάνει υπόψη τις γυναικείες ιδιαιτερότητες και προσαρμόζεται σε αυτές (Martin, 1995; Thompson, 2003). Για τις «αριστερές» προσεγγίσεις, τη θεωρία της «δόμησης» και τη θεωρία της «αποδόμησης», η ανισότητα είναι αποτέλεσμα του τρόπου οργάνωσης της κοινωνίας και της εξουσίας που ασκεί η μία ομάδα πάνω στην άλλη. Η ανάδειξη των ανισοτήτων, η κριτική και η αποδόμηση των κυρίαρχων στερεοτυπικών ιδεολογιών, μπορεί να επιτευχθεί μέσω του εκπαιδευτικού συστήματος και την ευαισθητοποίηση των μαθητών/ριών για το ρόλο τους στην κοινωνική κατασκευή, το φύλο (gender) (Bryson & De Castell, 1993; Thompson, 2003).

Φύλο και σχολικά εγχειρίδια

Τα σχολικά εγχειρίδια (σ.ε.), μαζί με το αναλυτικό πρόγραμμα, λειτουργούν ως κύριοι φορείς των επικρατέστερων κοινωνικών και πολιτισμικών αξιών στην εκπαίδευση και ως φορείς αντιλήψεων σχετικά με τους ρόλους των δύο φύλων (Χαρδαλιά & Ιωαννίδου, 2008). Το περιεχόμενό τους, ιδιαίτερα τα φυλετικά στερεότυπα που προβάλλονται μέσα από αυτό, δρουν καταλυτικά στη διαμόρφωση του ρόλου των φύλων, των στάσεων, των αντιλήψεων, των προσδοκιών και των επιλογών μαθητών και μαθητριών (Britton & Lumpkin, 1997).

Η συστηματική διερεύνηση των έμφυλων αναπαραστάσεων στα σ.ε. ξεκίνησε διεθνώς στις αρχές της δεκαετίας του 1970, ενώ για την Ελλάδα το ενδιαφέρον των μελετητών/ριών ξεκινά στα τέλη της δεκαετίας του 1970 και αναφέρεται σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα (Βιτσιλάκη, Μαράτου, & Καπέλλα, 2001; Χαρδαλιά & Ιωαννίδου, 2008).

Οι μελέτες σε σ.ε. Πληροφορικής στην Ελλάδα είναι περιορισμένες. Σε ανάλυση του σ.ε. με τίτλο «Εφαρμογές Πληροφορικής – Υπολογιστών», σημειώνεται πως αυτό ενισχύει και διαιωνίζει τις κοινωνικά διαμορφωμένες αντιλήψεις, απόψεις και προσδοκίες για τους ρόλους των φύλων, περιγράφοντας έναν κόσμο (μέσα από το γραπτό κείμενο και τις εικόνες) που διαμορφώνει διαφορετικές προσδοκίες για τα δύο φύλα, δίνοντας την εντύπωση πως η Πληροφορική είναι μια καθαρά ανδρική περιοχή (Τρέσσου, 2007). Σε

μελέτη του σ.ε. της Πληροφορικής Γυμνασίου, επισημαίνεται πως αυτό στο σύνολό του διακατέχεται από σεξιστικό λόγο, δίνοντας την εντύπωση πως απευθύνεται μόνο σε αγόρια και διδάσκεται από άντρες καθηγητές Πληροφορικής (Κουκουρίκου, 2008). Η εξέταση 9 σ.ε. Πληροφορικής Γυμνασίου και Λυκείου, έδειξε πως τα στερεότυπα του ρόλου των φύλων είναι παρόντα, παρουσιάζοντας τις γυναίκες να υπολείπονται σε σχέση με τους άνδρες στην χρήση των νέων τεχνολογιών (Γεωργιάδου & Κέκκερης, 2009). Τέλος, σε μελέτη του σ.ε. «Εργασιακό Περιβάλλον» του τομέα Πληροφορικής του Επαγγελματικού Λυκείου (ΕΠΑ.Λ.), αναφέρεται πως σε αυτό γίνεται μικρή αναφορά στην προσφορά της γυναίκας, ενώ δε δίνεται έμφαση σε θέματα που αφορούν την ισότητα των φύλων και τη θέση των γυναικών στην κοινωνία, στην εργασία και στα κέντρα λήψης αποφάσεων (Γώγουλος, 2008).

Δεδομένου το ρόλου των σ.ε., ως μέρος του διδακτικού υλικού, στη διαμόρφωση των συνειδήσεων και των επιλογών αγοριών και κοριτσιών και την έλλειψης συστηματικής μελέτης σε σ.ε. Πληροφορικής των ΕΠΑ.Λ. στην Ελλάδα, σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η μελέτη των έμφυλων αναπαραστάσεων σε σ.ε. μαθημάτων Πληροφορικής Γενικής Παιδείας στα ΕΠΑ.Λ. Όσον αφορά στην οργάνωση της εργασίας, στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται το πλαίσιο της έρευνας, ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης και η διατύπωση συμπερασμάτων.

Πλαίσιο της έρευνας

Στη συγκεκριμένη εργασία μελετήθηκαν τα δύο νέα σ.ε. Πληροφορικής του μαθήματος Γενικής Παιδείας Εισαγωγή στις Αρχές της ΕΥ της Β' και Γ' Τάξης ΕΠΑ.Λ. Για την Γ' Τάξη το μάθημα διδάσκεται για πρώτη φορά το σχ. έτος 2015-16, ως η φυσική συνέχεια του μαθήματος, που διδάσκεται, με τον ίδιο τίτλο, ως μάθημα Γενικής Παιδείας στη Β' Τάξη του ΕΠΑ.Λ. από το σχ. έτος 2014-15. Τα μαθήματα αυτά, με τα νέα προγράμματα σπουδών (ΑΠΣ, 2015; Οδηγίες Διδασκαλίας, 2016), και για τις δύο τάξεις, συνοδεύονται από νέα σ.ε. (Γώγουλος κ.ά., 2015; Κωστάκης κ.ά., 2015).

Μεθοδολογία

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η ανάλυση περιεχομένου (Cohen & Manion, 2007). Η ανάλυση, από την οπτική του φύλου, πραγματοποιήθηκε με βάση τους παρακάτω έξι άξονες: (α) φύλο και συντελεστές των σ.ε., (β) φύλο και αναφορές σε προσωπικότητες της ΕΥ, (γ) φύλο και γλωσσικές αναφορές στα πληροφοριακά κείμενα των σ.ε., (δ) φύλο και πρόσωπα των παραδειγμάτων, (ε) φύλο και πρόσωπα των ασκήσεων/δραστηριοτήτων, και (στ) φύλο και πρόσωπα των οπτικών αναπαραστάσεων. Τα σ.ε. μελετήθηκαν λέξη προς λέξη και για καθένα καταγράφηκαν οι περιπτώσεις στις οποίες υπήρχε αναφορά στα δύο φύλα. Ακολούθησε κατηγοριοποίηση των ευρημάτων στην βάση των έξι αξόνων που προαναφέρθηκαν. Μετά την ποιοτική ανάλυση και τις κατηγορίες που προέκυψαν τα δεδομένα αναλύθηκαν ποσοτικά.

Αποτελέσματα ανάλυσης σχολικών εγχειριδίων

Φύλο και συντελεστές των σχολικών εγχειριδίων του ΕΠΑ.Λ.

Μια ανάλυση των συντελεστών των σ.ε., ως προς το φύλο, παρουσιάζεται στον Πίνακα 1, όπου φαίνεται το πλήθος (Ν) και το ποσοστό (%) ανδρών (Α) και γυναικών (Γ) ανά κατηγορία συντελεστών και συνολικά. Όπως φαίνεται, οι άνδρες κυριαρχούν στη συγγραφική ομάδα του σ.ε. της Γ' και έχουν την αποκλειστικότητα στην επιμέλεια και στο

συντονισμό των ομάδων συγγραφής. Οι γυναίκες έχουν αποκλειστικά τη φιλολογική επιμέλεια των σ.ε. ενώ τα 2 φύλα συμμετέχουν με ίσα ποσοστά στις επιτροπές κρίσης.

Πίνακας 1. Φύλο και συντελεστές βιβλίων

Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Υπολογιστών	Συγγραφική ομάδα				Επιμέλεια – Συντονισμός Ομάδας				Επιτροπή Κρίσης				Φιλολογική επιμέλεια				Σύνολο Συντελεστών			
	Α		Γ		Α		Γ		Α		Γ		Α		Γ		Α		Γ	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Β΄ ΕΠΑ.Λ.	2	*50*	2	*50*	1*	*100*	0	*0*	2	*67*	1	33	0	*0*	1	*100*	**4**	***50***	**4**	***50***
Γ΄ ΕΠΑ.Λ.	4	*67*	2	*33*	1*	*100*	0	*0*	1	*33*	2	*67*	-	-	-	-	**5**	***56***	**4**	***44***
Σύνολο	**6**	***60***	**4**	***40***	**2**	***100***	**0**	***0***	**3**	***50***	**3**	***50***	**0**	***0***	**1**	***100***	***9***	***53***	***8***	***47***

*Ο ένας άνδρας σε κάθε σ.ε. είναι και μέλος της συγγραφικής ομάδας

Σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής στο ΕΠΑ.Λ.: φύλο και προσωπικότητες της ΕΥ

Στα σ.ε. που μελετήθηκαν γίνονται γραπτές αναφορές σε 12 σημαντικές προσωπικότητες της ΕΥ, όλες ανδρικές: 9 στο σ.ε της Β΄ και 3 σε αυτό της Γ΄ τάξης.

Σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής στο ΕΠΑ.Λ.: φύλο και γλωσσικές αναφορές στα πληροφοριακά κείμενα

Μια ποσοτική ανάλυση των δεδομένων παρουσιάζεται στον Πίνακα 2. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2 οι γλωσσικές αναφορές ανδρικού γένους κυριαρχούν στα σ.ε. και των δύο τάξεων. Επιπλέον, οι συγγραφείς των σ.ε. χρησιμοποιούν διάφορους «ουδέτερους» όρους θέλοντας να απευθυνθούν και στα δύο φύλα, όπως: μέλος, άνθρωποι, άτομα, μερίδα πληθυσμού, κ.ά.

Πίνακας 2. Φύλο και γλωσσικές αναφορές στα πληροφοριακά κείμενα των σ.ε.

	Σύνολο αναφορών	Αρσενικό γένος		Θηλυκό γένος		Αρσενικό & θηλυκό γένος		Χωρίς γένος	
		N1	%	**N2**	%	**N3**	%	**N4**	%
Β΄ ΕΠΑ.Λ.	102	80	*78*	0	*0*	0	*0*	22	*22*
Γ΄ ΕΠΑ.Λ.	239	174	*73*	0	*0*	*7*	*3*	58	*24*
Σύνολο	**341**	**254**	***75***	**0**	***0***	**7**	**2**	**80**	***23***

Από ποιοτική σκοπιά τα δεδομένα μας κατηγοριοποιήθηκαν ως εξής: (α) Φύλο, σκοπός και στόχοι των σ.ε. Πληροφορικής, (β) Φύλο και η έννοια του μαθητή Πληροφορικής, (γ) Φύλο και επαγγέλματα Πληροφορικής, και (δ) Φύλο και η έννοια του 'χρήστη' στην Πληροφορική.

Φύλο, σκοπός και στόχοι των σ.ε. Πληροφορικής: Στον πρόλογο του σ.ε. της Β΄ δίνεται η εντύπωση ότι αυτό απευθύνεται μόνο στα αγόρια αφού σημειώνεται πως «*Το βιβλίο αυτό απευθύνεται στους μαθητές της Β' τάξης, έχει ως σκοπό να γνωρίσουν οι μαθητές βασικούς τομείς της ΕΥ… δίνοντας τη δυνατότητα αυτοαξιολόγησης του μαθητή*» (σ.5). Στην Εισαγωγή του σ.ε. της Γ΄ τάξης αν και αναφέρεται «*σκοπός είναι να αποκτήσουν οι μαθητές γνώσεις…*»(σ.3), σε επόμενη παράγραφο στην ίδια ενότητα σημειώνεται πως τα «*...τα βασικά θέματα που θα πραγματευτούν οι μαθητές και οι μαθήτριες στο μάθημα είναι […] επιδιώκεται οι μαθητές και οι μαθήτριες να ...*» (σ.3).

Όσον αφορά στον τρόπο με τον οποίο διατυπώνονται οι στόχοι στα κεφάλαια των σ.ε., στο σ.ε. της Β΄ τάξης, και στα 5 κεφάλαια, οι στόχοι στην αρχή τους καταγράφονται ως εξής: «*Στόχοι του κεφαλαίου είναι οι μαθητές να:...*» (σ.10, 18, 28, 48, 82). Στο σ.ε. της Γ΄ τάξης σε 3 από τα 5 κεφάλαια, η στοχοθεσία αφορά και τα δύο φύλα: «*Στόχοι του κεφαλαίου είναι οι μαθητές και οι μαθήτριες να:...*» (Κεφ.3, σ.95 – Κεφ.4, σ.109 – Κεφ.5, σ.119). Αντίθετα, στα 2 πρώτα κεφάλαια αναφέρεται: «*Στόχοι του κεφαλαίου είναι οι μαθητές να:...*» (Κεφ.1, σ.9 – Κεφ.2, σ.55).

Φύλο και η έννοια του 'μαθητή' Πληροφορικής: Στο σ.ε. της Β΄ τάξης η λέξη «μαθητής» χρησιμοποιείται 65 φορές, ενώ σε αυτό της Γ΄ τάξης 43 φορές. Ενδεικτικά, για το σ.ε. της Γ΄ τάξης αναφέρουμε, « *...[η Python] είναι μια γλώσσα που οι μαθητές την μαθαίνουν αρκετά εύκολα...*» (σ.9), «*…ζητήστε από κάποιο συμμαθητή σας να υποβάλλει ένα σχόλιο…*» (σ.84). Αξίζει να σημειωθεί, ότι στο σ.ε. της Γ΄ τάξης υπάρχουν 2 ακόμη αναφορές, και στα δύο φύλα: «*Περισσότερες γνώσεις θα αποκτήσετε ασχολούμενοι και ασχολούμενες με τις δραστηριότητες ...*» (σ.96), «*...πώς κινούμαστε εντός και εκτός του Σχολείου ως μαθητές και ως μαθήτριες...*» (σ.102).

Φύλο και επαγγέλματα Πληροφορικής: Επίσης, χρησιμοποιούνται λέξεις στο αρσενικό γένος που σχετίζονται με επαγγέλματα/ρόλους στην ΕΥ, δίνοντας την εντύπωση πως αυτά απευθύνονται μόνο σε άντρες. Στο σ.ε. της Β αναφέρεται ο όρος ο προγραμματιστής, «*ο προγραμματιστής εκτελεί τον αλγόριθμο…*»(σ.76), ενώ στους ρόλους στην επίλυση προβλημάτων αναφέρονται, «*ο λύτης*», «*ο εκτελεστής*», «*ο χρήστης*»(σ. 30). Πολύ περισσότερες αναφορές στο αρσενικό γένος υπάρχουν στο σ.ε. της Γ, όπου ο όρος προγραμματιστής εμφανίζεται 15 φορές, ενδεικτικά, «*στην περίπτωση των έργων Πληροφορικής μπορεί να μην φτάνει μόνο ένας προγραμματιστής…*»(σ.124). Οι λοιποί ρόλοι στα έργα πληροφορικής, ο υπεύθυνος του έργου, ο συντονιστής, ο αναλυτής, αναφέρονται στο αρσενικό γένος. Ο όρος «διαχειριστής ιστοσελίδας/ιστότοπου» εμφανίζεται 22 φορές, ενδεικτικά, «*…ο διαχειριστής της ιστοσελίδας μπορεί να έχει πρόσβαση…*» (σ.56), «*πρέπει να εγκριθεί από τον διαχειριστή*» (σ.82), ενώ και οι λοιποί ρόλοι (ο συντάκτης, ο σχολιαστής, ο αναγνώστης) αναφέρονται στο αρσενικό γένος.

Φύλο και η έννοια του 'χρήστη' στην Πληροφορική: Ο όρος «χρήστης» εμφανίζεται 10 φορές στο σ.ε. της Β΄ τάξης και 78 σε αυτό της Γ΄ τάξης.

Σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής στο ΕΠΑ.Λ.: φύλο και πρόσωπα των παραδειγμάτων

Στα παραδείγματα που υπάρχουν στα βιβλία που αναλύθηκαν, συχνά, χρησιμοποιούνται πρόσωπα, αγόρια ή κορίτσια, που αντιμετωπίζουν μια κατάσταση που πρέπει να αντιμετωπίσουν αξιοποιώντας έννοιες της ΕΥ. Μια ποσοτική ανάλυση των δεδομένων, που αφορούν στα πρόσωπα των παραδειγμάτων παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Φύλο και πρόσωπα παραδειγμάτων

	Σύνολο αναφορών	**Άντρας**		**Γυναίκα**		**Άντρας και γυναίκα**		**Χωρίς φύλο**	
		N1	%	N2	%	N3	%	N4	%
Β΄ ΕΠΑ.Λ.	14	4	*29*	8	*57*	1	*7*	1	*7*
Γ΄ ΕΠΑ.Λ.	9	6	*67*	2	*22*	0	*0*	1	*10*
Σύνολο	**23**	***10***	***43***	**10**	***43***	**1**	***4***	**2**	***9***

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, τα ανδρικά πρόσωπα κυριαρχούν στα παραδείγματα του σ.ε. της Γ΄ τάξης ενώ για τη Β΄ τάξη ισχύει το αντίστροφο. Συνολικά, οι αναφορές σε άνδρες και γυναίκες είναι ίδιες. Από ποιοτική σκοπιά τα δεδομένα μας κατηγοριοποιήθηκαν ως

εξής: (α) Φύλο, Πληροφορική και καθημερινότητα, και (β) Φύλο, «μαθητής» και «εκπαιδευτικός» Πληροφορικής.

Φύλο, Πληροφορική και καθημερινότητα: Στο σ.ε. της Β' τάξης υπάρχουν 14 παραδείγματα που αναφέρονται πρόσωπα. Σε παράδειγμα για τη σαφήνεια των δεδομένων, οι μαθητές και οι μαθήτριες, καλούνται να βοηθήσουν τη μητέρα τους στην παρασκευή ενός κέικ, ενώ για τη σαφήνεια ζητούμενων αναφέρεται ως παράδειγμα «*Έστω ότι μας ζητείται από μια φίλη μας να αγοράσουμε μια σοκολάτα...*» (σ.21). Στην ενότητα των αλγορίθμων παρουσιάζεται ως παράδειγμα οι αλγόριθμοι στη καθημερινή ζωή της Ματίνας, όπου σε μια παράθεση στο κείμενο περιγράφονται τα διαφορετικά προβλήματα και τα βήματα που ακολουθεί η Ματίνα για να δώσει λύση (σ.29). Στην ενότητα των γλωσσών αναπαράστασης αλγορίθμων, για καθεμία από τις βασικές αλγοριθμικές δομές χρησιμοποιούνται εισαγωγικά παραδείγματα από την καθημερινή ζωή, μαζί με τις λύσεις τους. Για τη δομή ακολουθίας, δίνεται ως παράδειγμα *η* δομή ακολουθίας στην καθημερινή ζωή της Ελένης (σ.53), για τη δομή επιλογής, η δομή επιλογής στην καθημερινή ζωή της Μαρίας *(σ.57)*, για τη δομή επανάληψης, δίνεται ως παράδειγμα η δομή επανάληψης στην καθημερινή ζωή της Κυριακής (σ.66). Σε παράδειγμα (π.4-5, σ.59) στην πολλαπλή επιλογή, δίνεται για υπολογισμό ο δείκτη μάζας σώματος ενός ατόμου χωρίς να αναφέρεται φύλο. Σε παράδειγμα (π.4-8, σ.67) για τη δομή επανάληψης, μέχρι να ικανοποιηθεί μια συνθήκη, δίνεται ως παράδειγμα το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η Μάρθα για την αγορά ενός υπολογιστή. Στο σ.ε. της Γ' τάξης, υπάρχουν επίσης παραδείγματα που χρησιμοποιούν πρόσωπα/ονόματα και των δύο φύλων. Στην ενότητα της δομής ακολουθίας και σε συγκεκριμένο παράδειγμα (σ.21) για την εντολή εκχώρησης τιμής, χρησιμοποιούνται 2 γυναικεία ονόματα για την καταχώρηση συμβολοσειρών σε μεταβλητές. Και σε αυτό το σ.ε. χρησιμοποιείται ως παράδειγμα (π.1-5, σ.26) ο υπολογισμός του δείκτη μάζας σώματος ενός ατόμου, χωρίς να αναφέρεται φύλο.

Φύλο, 'μαθητής' και 'εκπ/κός' της Πληροφορικής: Υπάρχουν, επίσης, παραδείγματα στα σ.ε. που αναφέρονται μόνο σε μαθητές και όχι σε μαθήτριες.. Στο σ.ε. της Β' τάξης υπάρχουν τέτοια παραδείγματα: Σε παράδειγμα (π.4-9, σ.68) για τη δομή επανάληψης, δίνεται ως παράδειγμα ένα τμήμα Β' τάξης με 25 μαθητές. Σε παράδειγμα αντιστοίχησης του πραγματικού κόσμου με έννοιες της ΕΥ (Εικ.5-1, σ.83) ως «οντότητα» του πραγματικού κόσμου, δίνεται ένας μαθητής και για τις «σχέσεις οντοτήτων» δίνεται ως παράδειγμα ο μαθητής και οι βαθμοί του. Σε άλλο παράδειγμα (π.5-1, σ.93) ζητείται η εύρεση του αριθμού των μαθητών που έχουν βαθμό στην Πληροφορική από 18 και πάνω. Στο σ.ε. της Γ' τάξης επίσης χρησιμοποιείται ο όρος «μαθητής» σε 4 παραδείγματα: «*…το πλήθος των μαθητών της τάξης είναι 23…*» (π.1-11, σ.32), «*...οι βαθμοί στο μάθημα της Πληροφορικής για 27 μαθητές...*» *(*π.1-13, 1-14 και 1-15, σ.34-35).

Ο όρος «ο καθηγητής Πληροφορικής» αναφέρεται μια φορά στο σ.ε. της Β' τάξης, σε παράδειγμα στη δομή επανάληψης (π. 4-7, σ.66), και 2 φορές σε αυτό της Γ' τάξης (π. 1-8, 1-11, σ.31, 33).

Σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής στο ΕΠΑ.Λ.: φύλο και πρόσωπα δραστηριοτήτων - ασκήσεων

Ορισμένες από τις δραστηριότητες αξιολόγησης (ερωτήσεις, ασκήσεις, προβλήματα) των σ.ε. αφορούν ή αναφέρονται σε πρόσωπα των δύο φύλων.

Πίνακας 4. Φύλο και πρόσωπα των δραστηριοτήτων - ασκήσεων

	Σύνολο αναφορών	**Αρσενικό γένος**		**Θηλυκό γένος**		**Αρσενικό & θηλυκό γένος**		**Χωρίς γένος**	
		N1	%	N2	%	N3	%	N4	%
Β' ΕΠΑ.Λ.	13	9	*69*	3	*23*	1	*8*	0	*0*
Γ' ΕΠΑ.Λ.	7	5	*71*	2	*29*	0	*0*	0	*0*
Σύνολο	**20**	**14**	***70***	**5**	***25***	**1**	***5***	**0**	***0***

Μια ποσοτική ανάλυση των σχετικών δεδομένων παρουσιάζεται στον Πίνακα 4. Όπως φαίνεται, τα ανδρικά πρόσωπα κυριαρχούν στις δραστηριότητες/ασκήσεις που βρίσκονται στα σ.ε. και των δύο τάξεων. Από ποιοτική σκοπιά τα δεδομένα μας κατηγοριοποιήθηκαν ως εξής: (α) Φύλο, Πληροφορική και καθημερινότητα, και (β) Φύλο και ο 'μαθητής' Πληροφορικής.

Φύλο, Πληροφορική και καθημερινότητα: Στο σ.ε. της Β' τάξης, σε άσκηση για την επεξεργασία δεδομένων δίνονται προς επεξεργασία δεδομένα που αφορούν τις ηλικίες 4 ατόμων, όπου γίνεται αναφορά σε 3 κορίτσια (κεφ.2, ασκ. 1, σ.26). Σε άσκηση για τη πληρότητα/σαφήνεια των δεδομένων ζητείται να καταγραφούν τα ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν για να προσδιοριστούν καλύτερα τα ζητούμενα στο πρόβλημα «*Η Μάρθα θέλει να αγοράσει έναν HY*» (κεφ.2, ασκ.2, σ.26). Σε άσκηση σχετικά με τη μεθοδολογία ανάλυσης ενός προβλήματος ζητείται να αναλυθεί το πρόβλημα «*Ο Δημήτρης βρίσκεται Πειραιά και θέλει να πάει στη Θεσ/νικη*» (κεφ.2, ασκ.4, σ.26). Σε άσκηση για τους πίνακες ο Αλέξανδρος έχει έναν πίνακα με τιμές προϊόντων και πρέπει να κατασκευάσει έναν αλγόριθμο (κεφ.5, ασκ.6, σ.99). Ακόμη, υπάρχουν δύο ασκήσεις αξιολόγησης που αφορούν αθλητές μαραθωνίου (κεφ.5, ασκ.5, σελ. 99) και παίκτες ομάδας μπάσκετ (κεφ.4, ασκ.3, σελ.74). Επιπλέον, σε 2 δραστηριότητες στο σ.ε. της Γ' τάξης σχετικές με τη δομή επιλογής, ζητείται να γραφούν προγράμματα σε Python που να υπολογίζουν το μισθό ενός εργαζομένου και τη μέση τιμή αλμάτων ενός άλτη.

Φύλο και ο 'μαθητής' της Πληροφορικής. Στο σ.ε. της Β' τάξης υπάρχουν 5 περιπτώσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης που αναφέρονται σε μαθητές. Ενδεικτικά, «*γράψτε αλγόριθμο που να δέχεται τα ύψη τριών μαθητών...*» (κεφ.4, ασκ.1 , σ.56), «*Γράψτε αλγόριθμο που θα διαβάζει το βαθμό ενός μαθητή ...*» (κεφ.4, ασκ.6, σ.75). Στο σ.ε. της Γ' τάξης οι αναφορές σε πρόσωπα και των δύο φύλων σε δραστηριότητες αξιολόγησης είναι συχνές. Σε ερωτήσεις στη δομή ακολουθίας χρησιμοποιούνται γυναικεία ονόματα (κεφ.1, ερ.3, σ.23 & κεφ.1, ερ.4, σ.23). Σε δραστηριότητα στη δομή επιλογής ζητείται να γραφεί πρόγραμμα σε Python που να δέχεται από το πληκτρολόγιο το ύψος τριών μαθητών (κεφ.1, δρ. 2, σ.23). Σε 4 δραστηριότητες στη δομή επανάληψης ζητείται να γραφτούν προγράμματα σε Python, ενδεικτικά, για τους βαθμούς μαθητών (κεφ.1, δρ.7, σ.35), για συμμετοχή μαθητών σε εκδρομή (κεφ.1, δρ.8, σ.36).

Σχολικά εγχειρίδια Πληροφορικής στο ΕΠΑ.Λ.: φύλο και πρόσωπα των οπτικών αναπαραστάσεων

Οι οπτικές αναπαραστάσεις (ο.α.) (εικόνες, φωτογραφίες, σκίτσα, στιγμιότυπα οθόνης) που σχετίζονται με τα δύο φύλα είναι ελάχιστες ή απούσες από τα 2 υπό μελέτη σ.ε. Στο σ.ε. της Γ' τάξης δεν υπάρχει καμία ο.α. που να αφορά τα δύο φύλα, ενώ σε αυτό της Β' τάξης, υπάρχουν μόλις 3 στιγμιότυπα οθόνης (3 ιστοσελίδες): (α) ενός παγκόσμιου αθλητικού ειδησεογραφικού site με την εικόνα ανδρών αθλητών και γυναικών αθλητριών, (β) ενός site με την εικόνα ενός αντρικού αρώματος, (γ) της ιστοσελίδα ενός Λυκείου με φωτογραφίες μαθητριών του σχολείου.

Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν οι έμφυλες αναπαραστάσεις σε δύο σ.ε. μαθημάτων Πληροφορικής γενικής Παιδείας του ΕΠΑ.Λ. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι: (α) τους συντελεστές των σ.ε. αποτελούν, σχεδόν εξίσου, άτομα και των δύο φύλων, (β) οι σημαντικές προσωπικότητες στην ΕΥ που παρουσιάζονται και στα δύο σ.ε. είναι αποκλειστικά άνδρες, (γ) στα πληροφοριακά κείμενα των δύο σ.ε. κυριαρχούν οι γλωσσικές αναφορές ανδρικού γένους, (δ) τα γυναικεία πρόσωπα κυριαρχούν στα παραδείγματα του σ.ε. της Β΄ τάξης, ενώ τα αντρικά σε αυτό της Γ΄ τάξης, (ε) τα ανδρικά πρόσωπα κυριαρχούν στις ασκήσεις/δραστηριότητες και των δύο σ.ε., (στ) οι ελάχιστες ο.α. που υπάρχουν μόνο στο σ.ε. της Β΄ τάξης, που σχετίζονται με το φύλο, αφορούν και τα δύο φύλα. Από την ανάλυση των δεδομένων, επίσης, προέκυψε ότι τα σ.ε. Πληροφορικής: (α) απευθύνονται σε άνδρες όσον αφορά στο σκοπό και τους στόχους τους, (β) απευθύνονται στο 'μαθητή' και στο 'χρήστη' της Πληροφορικής, (γ) χρησιμοποιούν λέξεις αρσενικού γένους που σχετίζονται με επαγγέλματα/ρόλους στην ΕΥ δίνοντας την εντύπωση πως αυτά συνδέονται, κυρίως, με τους άντρες. Η παρουσία του γυναικείου φύλου είναι αισθητή σε εκλαϊκευμένα παραδείγματα καθημερινής ζωής που σχετίζονται με την ΕΥ. Όμως, παρά το ότι κυριαρχούν οι έμφυλες αναπαραστάσεις που ευνοούν τα αγόρια, φαίνεται πως στα νέα σ.ε. γίνεται μια προσπάθεια για μια πιο «ουδέτερη», σε σχέση με το παρελθόν, ως προς το φύλο προσέγγιση (Γώγουλος, 2008; Γεωργιάδου & Κέκκερης, 2009), ακολουθώντας τις φιλελεύθερες φεμινιστικές προσεγγίσεις (Thompson, 2003). Οι συγγραφικές ομάδες των σ.ε. θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη διάσταση του φύλου κατά τη συγγραφή (τη διατύπωση διδακτικών στόχων, δραστηριοτήτων και παραδειγμάτων), προκειμένου να μην αναπαράγουν στερεοτυπικές αντιλήψεις που ίσως επηρεάζουν τις μελλοντικές επιλογές αγοριών/κοριτσιών.

Αναφορές

Ashcraft, C., Eger, E., & Friend, M. (2012). *Girls in IT: The Facts*. Boulder, CO: National Center for Women & Information Technology.

Barker, L. J., & Aspray, W. (2006). The state of research on girls and IT. In J.M. Cohoon & W. Aspray (Eds.), *Women and Information Technology: Research on Underrepresentation*, (pp. 3-54). Cambridge: MIT Press.

Berdousis, I., & Kordaki, M. (2016). Computing and STEM in Greek Tertiary education: gender representation of faculty members during the decade 2003–2013. *Gender and Education*. DOI: 10.1080/09540253.2016.1156653.

Bryson, M., & De Castell, S. (1993). En/gendering equity: On some paradoxical consequences of institutionalized programs of emancipation. *Educational Theory, 43*(3), 341-355.

Camp, T. 2012. "Computing, We Have a Problem…". *ACM Inroads, 3*(4), 34–40. DOI: 10.1145/2381083.2381097.

Cohen, L., Manion, L., & Morisson, K. (2007). *Research methods in education*. London: Routledge.

Cohoon, J. M., & W. Aspray. 2006. "A Critical Review of the Research on Women's Participation in Postsecondary Computing Education." In *Women and Information Technology: Research on Under-representation*, edited by J. M. Cohoon and W. Aspray, 137–179. Cambridge, MA: MIT Press.

Houston, B. (1985). Gender freedom the subtleties of sexist education. *Educational Theory, 35*(4), 359-369.

Kordaki, M., & Berdousis, I. (2015). Computing and STEM in Greece: Gender representation of students and teachers during the decade 2002/2012. *Education and Information Technology*, DOI: 10.1007/s10639-015-9432-2.

Martin, J. R. (1995). *The schoolhome*. Harvard University Press.

Soper T. (2014). Analysis: the exploding demand for computer science education, and why America needs to keep up. *Geekwire.* Retrieved on 10 March 2016, from: http://www.geekwire.com/2014/analysis-examining-computer-science-education-explosion/.

Thompson, A. (2003). Caring in context: Four feminist theories on gender and education. *Curriculum Inquiry*, *33*(1), 9-65.

ΑΠΣ (2015). *Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Πληροφορικής ΕΠΑ.Λ. (ΦΕΚ2010/τΒ/16.09.2015)*. Αθήνα: Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Ανακτήθηκε στις 10 Μαρτίου 2016 από http://www.iep.edu.gr/images/APS/%CE%91%CE%A0%CE%A3_%CE%95%CE%A0%CE%91%CE%9B_%CE%A6%CE%95%CE%9A_2010%CF%84%CE%92_16_09_2015.pdf.

Βιτσιλάκη, Χ., Μαράτου, Λ. & Καπέλλα, Α. (2001). *Εκπαίδευση και φύλο - Μελέτη Βιβλιογραφικής Επισκόπησης.* Αθήνα: Κέντρο Ερευνών για Θέματα Ισότητας (Κ.Ε.Θ.Ι).

Γεωργιάδου, Κ., & Κέκκερης, Γ. (2009). Τα Στερεότυπα του Ρόλου των Φύλων σε Βιβλία Πληροφορικής. *3η Πανελλήνια Διημερίδα Καθηγητών Πληροφορικής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης*, Αλεξανδρούπολη.

Γώγουλος, Γ. (2008). Φύλο και Σχολικά Εγχειρίδια: η περίπτωση του εγχειριδίου «Εργασιακό Περιβάλλον» του τομέα Πληροφορικής και Δικτύων. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου ''Διδακτική της Πληροφορικής''* (σ. 385-394), Πάτρα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Γώγουλος, Γ., Κοτσιφάκης, Γ., Κυριακάκη, Γ., Παπαγιάννης, Α., Φραγκονικολάκης, Μ., Χίνου, Π. (2015). Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ. Β' ΕΠΑ.Λ. Σημειώσεις μαθητή. ΙΤΥΕ Διόφαντος.

Κουκουρίκου, Στ. (2008). Φύλο και Σχολικά Βιβλία Πληροφορικής: Μελετώντας την Περίπτωση του Βιβλίου του Γυμνασίου. *Πρακτικά 2ης Πανελλήνιας διημερίδας Καθηγητών Πληροφορικής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης*, Ρόδος.

Κωστάκης, Κ., Μακρυγιάννης, Η., Παραδείση, Α., Ταταράκη, Α. (2015). Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ. Γ' ΕΠΑ.Λ. Σημειώσεις μαθητή. ΙΤΥΕ Διόφαντος (1η έκδοση).

Τρέσσου, Ε. (2007). *Βοηθητικό εκπαιδευτικό υλικό για τα σχολικά εγχειρίδια μαθημάτων θετικής κατεύθυνσης. Γενικό Λύκειο: Συμπληρωματικά φυλλάδια των σχολικών εγχειριδίων*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Χαρδαλιά, Ν., & Ιωαννίδου, Α. (2008). *Έμφυλες Κοινωνικές Αναπαραστάσεις στα Σχολικά Εγχειρίδια: Μελέτη Βιβλιογραφικής Επισκόπησης*. Αθήνα: Κέντρο Ερευνών για Θέματα Ισότητας (Κ.Ε.Θ.Ι).

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Τρισδιάστατες κατασκευές με προγραμματισμό: εργαστήριο με το περιβάλλον «Χελωνόσφαιρα»

Μαριάνθη Γριζιώτη, Μάριος Ξένος, Χρόνης Κυνηγός
mgriziot@ppp.uoa.gr, mariosxenos@ppp.uoa.gr, kynigos@ppp.uoa.gr
Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η «Χελωνόσφαιρα» είναι ένα διαδικτυακό, εκπαιδευτικό λογισμικό που υποστηρίζει τον προγραμματισμό τρισδιάστατων αντικειμένων σε μια γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, βασισμένη στη Logo. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του περιβάλλοντος αποτελεί η δυνατότητα δυναμικού χειρισμού των μεταβλητών του κώδικα από τον χρήστη και η ταυτόχρονη συμμεταβολή του γραφικού αποτελέσματος. Η «Χελωνόσφαιρα» θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για μια διαφορετική προσέγγιση στη διδακτική εννοιών προγραμματισμού σε ένα ευρύ φάσμα ηλικιών. Σε αυτό το πρόγραμμα επιμόρφωσης (tutorial), θα αξιοποιηθούν οι λειτουργικότητες του λογισμικού στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων για τη Διδακτική της Πληροφορικής.

Λέξεις κλειδιά: προγραμματισμός, τρισδιάστατος χώρος, εκπαιδευτικό λογισμικό

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται, σε παγκόσμιο επίπεδο, μια μεγάλη στροφή προς τον προγραμματισμό ως μέσο ανάπτυξης ευρύτερων δεξιοτήτων των μαθητών, που συμβάλλουν στην καλλιέργεια της υπολογιστικής τους σκέψης (computational thinking) (Grover & Pea, 2013; Kafai & Burke, 2014; Wing, 2006). Η αναγνώριση του προγραμματισμού ως ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ολοένα και περισσότερων διαδικτυακών εφαρμογών και ιστοσελίδων, που προωθούν την ενεργή εμπλοκή των παιδιών με τον προγραμματισμό, όπως είναι τα περιβάλλοντα Scratch, Lightbot κ.α. Ταυτόχρονα, την τελευταία πενταετία γνωρίζουν ιδιαίτερα μεγάλη απήχηση πρωτοβουλίες για εμπλοκή των μαθητών με τον προγραμματισμό, όπως η «ώρα του κώδικα» (https://code.org/) και το «code academy» (https://www.codecademy.com/), με χιλιάδες επισκέψεις από μαθητές και εκπαιδευτικούς παγκοσμίως.

Συνήθως, τα εκπαιδευτικά λογισμικά που χρησιμοποιούνται στις παραπάνω δράσεις και εφαρμογές, βασίζονται στη λογική της γλώσσας Logo και της χελώνας του Papert (Papert, 1991) την οποία μεταφέρουν σε σύγχρονα περιβάλλοντα, με ελκυστικά γραφικά για τα παιδιά. Πολλά από αυτά τα περιβάλλοντα χρησιμοποιούν «προγραμματιστικά μπλοκ», αντί για συντάκτη εντολών, ενώ τα περισσότερα λειτουργούν και διαδικτυακά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το περιβάλλον Scratch, το οποίο έχει δημιουργήσει μια μεγάλη διαδικτυακή κοινότητα όπου μαθητές και εκπαιδευτικοί απ' όλο τον κόσμο ανταλλάσσουν τις κατασκευές που δημιουργούν με προγραμματισμό (Resnick, 2014). Παρ' όλο που το Scratch έχει αναγνωριστεί ως ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάπτυξη προγραμματιστικών δεξιοτήτων όπως η λογική της επανάληψης, οι δομές επιλογής και η παράλληλη διεργασία, παρουσιάζει έλλειψη μέσων που να υποστηρίζουν πιο αφαιρετικές λειτουργίες μέσα στις προγραμματιστικές διαδικασίες (Grover & Pea, 2013). Το γεγονός ότι υποστηρίζει αποκλειστικά τη χρήση προγραμματιστικών μπλοκ και όχι τη σύνταξη

Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. ISSN 2529-0908, ISBN 978-960-88359-9-3.

ελεύθερου κώδικα, το καθιστά ένα εργαλείο με «χαμηλό ταβάνι» (low ceiling). Όπως αναφέρουν ο Resnick και οι συνεργάτες του (2009), δεν είναι σκοπός του Scratch να αυξήσει το «ταβάνι» για τους προχωρημένους χρήστες, καθώς υπάρχουν άλλα εργαλεία και γλώσσες προγραμματισμού για αυτόν τον σκοπό.

Σημαντικό ρόλο στην εμπλοκή των μαθητών με τον προγραμματισμό παίζει, εκτός από το λογισμικό, και το είδος των δραστηριοτήτων που θα χρησιμοποιηθούν. Πολύ συχνά, οι δραστηριότητες στις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές στα διάφορα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα προγραμματισμού, περιορίζονται στην εύρεση μιας και μοναδικής λύσης για την επίλυση ασκήσεων διαβαθμισμένης δυσκολίας σε μορφή quiz (π.χ. στην Ώρα του Κώδικα). Οι ασκήσεις αυτές προβάλουν τους βασικούς κανόνες του προγραμματισμού, χωρίς όμως να αναδεικνύουν τις δυνατότητες που προσφέρει ο προγραμματισμός για κατασκευή νέων δομημάτων, για σύνθεση διαδικασιών και για βαθύτερη αλγοριθμική σκέψη (Resnick, 2014). Είναι σημαντικό οι δραστηριότητες σε συνδυασμό με τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία του προγραμματισμού, να αξιοποιούν την πρόσθετη παιδαγωγική αξία που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες για έκφραση και δημιουργία, όπου η διερεύνηση και το μαστόρεμα με μοντέλα (Κυνηγός, 2006), αναδεικνύουν σημαντικές πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας.

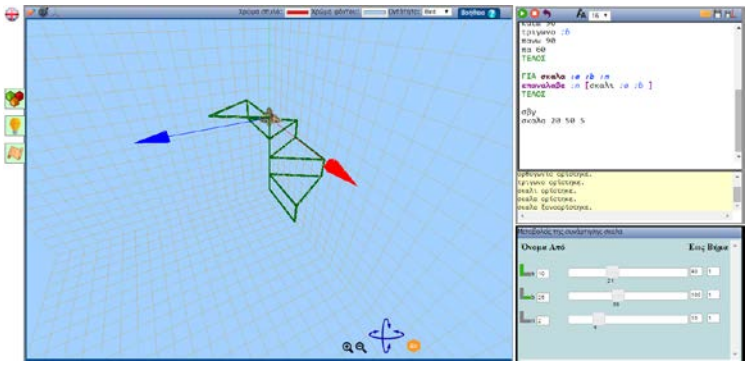
Σκοπός του συγκεκριμένου προγράμματος επιμόρφωσης (tutorial) είναι η παρουσίαση του ψηφιακού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος προγραμματισμού «Χελωνόσφαιρα», μέσα από μια σειρά προτάσεων και παραδειγμάτων για την αξιοποίηση του στη διδακτική εννοιών της Πληροφορικής.

Το λογισμικό Χελωνόσφαιρα

Η Χελωνόσφαιρα (Σχήμα 1) σχεδιάστηκε από την ομάδα του Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών και αποτελεί ένα διαδικτυακό εκπαιδευτικό περιβάλλον που επιτρέπει στον χρήστη τη δημιουργία τρισδιάστατων κατασκευών μέσω προγραμματισμού σε μια Logo-based γλώσσα υψηλού επιπέδου. Η Χελωνόσφαιρα αναπτύχθηκε με τις γλώσσες προγραμματισμού html5 και JavaScript ώστε να μπορεί να λειτουργεί άμεσα σε όλους τους φυλλομετρητές και τις σύγχρονες συσκευές (η/υ, tablet, κινητά κλπ), χωρίς να απαιτείται η λήψη ή η εγκατάσταση κάποιου αρχείου ή πρόσθετου.

Στο περιβάλλον της Χελωνόσφαιρας ο χρήστης προγραμματίζοντας διαδικασίες κατασκευάζει τις δικές του αναπαραστάσεις σε μια τρισδιάστατη σκηνή, ενώ με δύο ειδικά εργαλεία έχει τη δυνατότητα να μεταβάλει δυναμικά τις αναπαραστάσεις αυτές, μεταβάλλοντας τις τιμές των ορισμάτων των παραμετρικών διαδικασιών που έχει ορίσει. Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να αλλάζει δυναμικά το σημείο θέασης του τρισδιάστατου χώρου, ελέγχοντας μια περισκοπική κάμερα. Τέλος, το περιβάλλον προσφέρει τη δυνατότητα τοπικής αποθήκευσης των κατασκευών του χρήστη στον υπολογιστή του, ώστε να μπορεί να τις μοιραστεί με άλλους ή να τις προβάλει σε άλλες συσκευές.

Το περιβάλλον της Χελωνόσφαιρας (Σχήμα 1) αποτελείται από δυο βασικές περιοχές. Στο αριστερό μέρος βρίσκεται η σκηνή των τριών διαστάσεων μαζί με την τρισδιάστατη οντότητα (αρχικά περιστέρι). Στο πάνω δεξί μέρος βρίσκεται ο συντάκτης εντολών, ενώ στο κάτω δεξί μέρος βρίσκονται τα εργαλεία δυναμικού χειρισμού, τα οποία επιτρέπουν στον χρήστη το δυναμικό χειρισμό των αναπαραστάσεων της σκηνής.



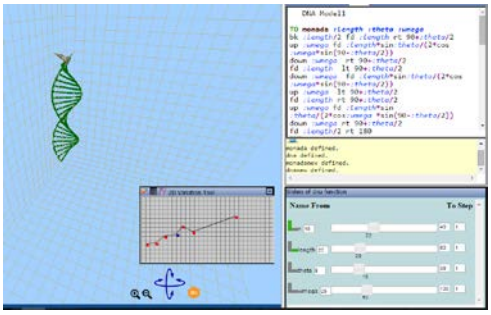
Σχήμα 1. Το περιβάλλον του λογισμικού "Χελωνόσφαιρα"

Πιο συγκεκριμένα:

- Η σκηνή: Αποτελεί μια εικονική προσομοίωση του τρισδιάστατου χώρου όπου απεικονίζεται το γραφικό αποτέλεσμα των εντολών που εκτελούνται από τον χρήστη. Το αποτέλεσμα των εντολών είναι το ίχνος που αφήνει κατά τη μετακίνησή του το τρισδιάστατο μοντέλο μιας οντότητας (π.χ. περιστέρι). Η οντότητα της σκηνής χαρακτηρίζεται οποιαδήποτε στιγμή από την κατάστασή της δηλαδή (α) από τη θέση της και (β) από τον προσανατολισμό της. Η θέση της καθορίζεται από το κέντρο του τρισδιάστατου αντικειμένου που την απεικονίζει, ενώ ο προσανατολισμός της ορίζεται από τη θέση του «κεφαλιού» του αντικειμένου. Τα αντικείμενα που αναπαριστούν την οντότητα έχουν επιλεγεί ώστε να είναι ευδιάκριτος ο προσανατολισμός τους στις τρεις διαστάσεις. Το ίχνος της οντότητας αναπαρίσταται ως μια λεπτή κυλινδρική γραμμή που μπορεί να είναι επιλέξιμη από τον χρήστη. Επιπλέον, η σκηνή διαθέτει μια εργαλειοθήκη που παρέχει στον χρήστη επιλογές σχετικές με την εμφάνισή της σκηνής και της οντότητας. Από την εργαλειοθήκη αυτή, ο χρήστης μπορεί να αλλάξει το αντικείμενο που απεικονίζει την οντότητα, το χρώμα του ίχνους της κ.ά.
- Ο Συντάκτης Εντολών: Αποτελεί το πεδίο συμβολικής έκφρασης με χρήση μιας ειδικά σχεδιασμένης έκδοσης της γλώσσας Logo η οποία περιλαμβάνει εντολές για κινήσεις στις τρεις διαστάσεις. Εκτελώντας τις εντολές της γλώσσας Logo, ο χρήστης μπορεί να καθοδηγήσει την οντότητα που υπάρχει στη σκηνή και να δημιουργήσει τρισδιάστατα σχήματα. Επίσης έχει τη δυνατότητα να ορίσει νέες διαδικασίες (απλές ή παραμετρικές), που θα εκτελούν το δικό του κώδικα. Στο κάτω μέρος του συντάκτη, υπάρχει μια ειδική περιοχή στην οποία εμφανίζονται μηνύματα ανατροφοδότησης από το σύστημα (π.χ. μηνύματα σφάλματος στον κώδικα).
- Τα εργαλεία δυναμικού χειρισμού: Τα εργαλεία δυναμικού χειρισμού της Χελωνόσφαιρας δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να ελέγχει δυναμικά τις τιμές των μεταβλητών μιας εκτελεσμένης παραμετρικής διαδικασίας (Σχήμα 2).
  Ο μονοδιάστατος μεταβολέας: Βρίσκεται ακριβώς κάτω από το συντάκτη εντολών και ενεργοποιείται μόνο εφόσον εκτελεσθεί μια παραμετρική διαδικασία και γίνει «κλικ» στο αντίστοιχο ίχνος της οντότητας. Αποτελείται από μεταβολείς–αριθμογραμμές, στον καθένα από τους οποίους αντιστοιχεί μια μεταβλητή της διαδικασίας. Μετακινώντας τον ολισθητή του κάθε μεταβολέα, η διαδικασία επανεκτελείται άμεσα με τη νέα τιμή της μεταβλητής και ταυτόχρονα αλλάζει και η αναπαράστασή της στη σκηνή. Ο κάθε μεταβολέας έχει ένα εύρος τιμών το οποίο

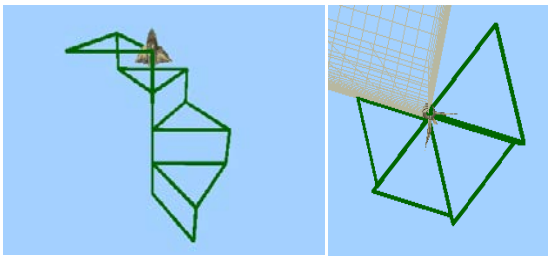
μπορεί να τροποποιηθεί από τον χρήστη αλλάζοντας τις τιμές στα πεδία «από» και «έως». Μετακινώντας τους μεταβολείς μιας συνάρτησης, ο χρήστης μπορεί να διερευνήσει άμεσα το ρόλο των μεταβλητών στο πρόγραμμά του και το αποτέλεσμα των διαφόρων τιμών των ορισμάτων μιας διαδικασίας στο τελικό αποτέλεσμα του κώδικα.

Ο δισδιάστατος μεταβολέας: Επιτρέπει τη συμμεταβολή των τιμών δύο μεταβλητών μιας εκτελεσμένης παραμετρικής διαδικασίας και ενεργοποιείται όταν επιλεγούν αυτές οι δύο μεταβλητές από το μονοδιάστατο μεταβολέα. Ο χρήστης κάνοντας κλικ στην επιφάνειά του δισδιάστατου μεταβολέα και μετακινώντας το ποντίκι, μεταβάλλει ταυτόχρονα τις τιμές και των δύο μεταβλητών. Το αποτέλεσμα των αλλαγών φαίνεται άμεσα στην αναπαράσταση του ίχνους στην τρισδιάστατη σκηνή.



Σχήμα 2. Τα εργαλεία δυναμικού χειρισμού της Χελωνόσφαιρας

- Τα εργαλεία χειρισμού του σημείου θέασης του τρισδιάστατου χώρου: Καθώς η σκηνή απεικονίζει ένα χώρο τριών διαστάσεων, η Χελωνόσφαιρα διαθέτει μια περισκοπική κάμερα η οποία μετακινείται στη νοητή σφαίρα της σκηνής. Περιστρέφοντας την κάμερα ο χρήστης μπορεί να αντιληφθεί με διαφορετικούς τρόπους τον τρισδιάστατο χώρο κατά τη διαδικασία της κατασκευής ενός αντικειμένου (Σχήμα 3) (Latsi & Kynigos, 2012). Ο χειρισμός της κάμερας μπορεί να πραγματοποιηθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους: (α) χρησιμοποιώντας το ποντίκι, (β) Χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα πλήκτρα του πληκτρολόγιου και (γ) χρησιμοποιώντας τα ειδικά εργαλεία ελέγχου της κάμερας που διαθέτει η σκηνή κάτω δεξιά.



Σχήμα 3. Διαφορετικές οπτικές του ίδιου αντικειμένου στη Χελωνόσφαιρα

Συγκρίνοντας τη «Χελωνόσφαιρα» με αντίστοιχα λογισμικά προγραμματισμού, μπορούμε να πούμε πως συνδυάζει σε ένα περιβάλλον:

1. τη δυνατότητα ελεύθερης κατασκευής και πειραματισμού προσφέροντας ένα ισχυρό εργαλείο για κονστραξιονιστική μάθηση.
2. τις πολλαπλές συνδεδεμένες αναπαραστάσεις, καθώς συνδυάζει τις εντολές του κώδικα με την ταυτόχρονη αναπαράστασή τους στη σκηνή, οι οποίες συμβάλλουν στην ανάπτυξη νοημάτων από τους μαθητές.
3. μια γλώσσα προγραμματισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλες τις ηλικίες και τα γνωστικά επίπεδα των μαθητών χωρίς περιορισμούς.
4. τα τρισδιάστατα γραφικά και την πλοήγηση στον τρισδιάστατο χώρο, κάνοντας το περιβάλλον πιο ελκυστικό για τους μαθητές.
5. το δυναμικό χειρισμό των αναπαραστάσεων και των παραμέτρων των διαδικασιών μέσα από τα ειδικά εργαλεία δυναμικού χειρισμού, προσφέροντας μια διαφορετική προσέγγιση της μελέτης της μεταβλητής στον προγραμματισμό.
6. την ευκολία πρόσβασης ενός διαδικτυακού περιβάλλοντος.

Το λογισμικό μαζί με το αναλυτικό εγχειρίδιο χρήσης του διατίθενται από το διαδικτυακό τόπο του Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας (http://etl.ppp.uoa.gr/malt2).

Το πρόγραμμα επιμόρφωσης (tutorial)

Το κεντρικό θέμα του συγκεκριμένου προγράμματος επιμόρφωσης (tutorial) είναι η αξιοποίηση του λογισμικού «Χελωνόσφαιρα» ως εργαλείο κατασκευής εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που βασίζονται στον προγραμματισμό τρισδιάστατων αντικειμένων και στο δυναμικό χειρισμό τους μέσα από τα εργαλεία δυναμικού χειρισμού των μεταβλητών. Στα πλαίσια του προγράμματος θα παρουσιαστούν συγκεκριμένες δραστηριοτήτες που έχουν αναπτυχθεί στο περιβάλλον της Χελωνόσφαιρας για τη Διδακτική της Πληροφορικής, ενώ οι συμμετέχοντες θα μπορέσουν να δημιουργήσουν και τις δικές τους δραστηριότητες με το λογισμικό.

Αξιοποίηση της Χελωνόσφαιρας για τη Διδακτική της Πληροφορικής

Το περιβάλλον της «Χελωνόσφαιρας» προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για μια διαφορετική προσέγγιση της διδακτικής εννοιών της Πληροφορικής όπως ο ορισμός διαδικασιών και υποδιαδικασιών, οι παραμετρικές διαδικασίες, η μεταβλητή και οι επαναληπτικές δομές. Επιπλέον, η γλώσσα που χρησιμοποιεί η Χελωνόσφαιρα είναι κατάλληλη για όλες τις ηλικίες των μαθητών, καθώς επιτρέπει την ανάπτυξη ενός μεγάλου φάσματος δραστηριοτήτων διαβαθμισμένης δυσκολίας και βαθμού εμπλοκής με τον προγραμματισμό.

Διαδικαστικός προγραμματισμός

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του περιβάλλοντος, βασισμένη στη γλώσσα UCBLogo, δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να εμπλακούν άμεσα με το διαδικαστικό προγραμματισμό. Αξιοποιώντας την επεκτασιμότητα της γλώσσας Logo (Γλέζου & Γρηγοριάδου, 2009), οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν νέες διαδικασίες οι οποίες θα δέχονται ή όχι παραμέτρους και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν τις διαδικασίες αυτές είτε ως μεμονωμένες εντολές είτε ως υποδιαδικασίες μέσα σε νέες διαδικασίες. Έτσι οδηγούνται στην επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων μέσα από μικρά βήματα και εισάγονται στον προγραμματισμό και την κλίση διαδικασιών.

Η έννοια της μεταβλητής

Πολλές έρευνες (Doukakis, Grigoriadou, & Tsaganou, 2007; Samurcay, 1989; Τζιμογιάννης & Κόμης 2000) έχουν αναδείξει τις δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση του ρόλου και της χρήσης της μεταβλητής σε ένα πρόγραμμα. Μια τυπική παρανόηση αποτελεί η σύγχυση της μεταβλητής που χρησιμοποιείται στα μαθηματικά με τη μεταβλητή στον προγραμματισμό.

Η «Χελωνόσφαιρα» προσφέρει ένα διαφορετικό τρόπο εμπλοκής με τη χρήση της μεταβλητής ως παράμετρο διαδικασιών. Συγκεκριμένα, οι χρήστες μπορούν να ορίσουν και να εκτελέσουν παραμετρικές διαδικασίες και στη συνέχεια να επιλέξουν το αντίστοιχο σχήμα από την τρισδιάστατη σκηνή ώστε να ενεργοποιήσουν το εργαλείο δυναμικού χειρισμού των μεταβλητών. Το εργαλείο αυτό, το οποίο απεικονίζει με τη μορφή ολισθητών τις παραμέτρους της επιλεγμένης διαδικασίας, επιτρέπει στον χρήστη να μεταβάλλει δυναμικά τις τιμές των ορισμάτων με τις οποίες εκτελείται η συγκεκριμένη διαδικασία και να παρατηρεί άμεσα το αποτέλεσμα στο αντίστοιχο σχήμα. Με τον τρόπο αυτό αποτυπώνεται η λειτουργία των μεταβλητών ως παράμετροι διαδικασιών ενώ αναδεικνύονται σημαντικές ιδιότητες της μεταβλητής όπως είναι η μοναδικότητα της τιμής της και η ανάθεση τιμής μεταξύ δύο μεταβλητών (μέσα από τη χρήση υποδιαδικασιών). Επιπλέον, οι μαθητές εμπλέκονται σε μια διαδικασία σύνθεσης και αυθεντικού πειραματισμού μέσα από τη δοκιμή και τον έλεγχο των υποθέσεων τους, που τους οδηγεί στην ανάπτυξη νοημάτων για το ρόλο της μεταβλητής στο πρόγραμμά τους.

Η «Χελωνόσφαιρα» στην έρευνα

Πρόσφατα, πραγματοποιήθηκε μια έρευνα μικρής κλίμακας, με σκοπό να μελετηθεί η διαδικασία κατασκευής νοημάτων από τους μαθητές για την έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό με το λογισμικό Χελωνόσφαιρα. Στην έρευνα συμμετείχαν 8 μαθητές Γυμνασίου και ολοκληρώθηκε σε τρεις διαδοχικές συναντήσεις, διάρκειας δύο ωρών η κάθε μια.

Οι μαθητές, στην πρώτη φάση της έρευνας, χρησιμοποίησαν τη Χελωνόσφαιρα για να προγραμματίσουν διαδικασίες που κατασκευάζουν τρισδιάστατα αντικείμενα. Στη δεύτερη φάση, πρόσθεσαν μια μεταβλητή στον κώδικά τους ώστε να μπορούν να μεταβάλλουν το μέγεθος των αντικειμένων τους. Στο τέλος της δεύτερης φάσης χρησιμοποίησαν το εργαλείο δυναμικού χειρισμού της Χελωνόσφαιρας, ώστε να αλλάζουν δυναμικά την τιμή των μεταβλητών τους δημιουργώντας animation του αντικειμένου. Στην τρίτη φάση, οι μαθητές προγραμμάτισαν μια παραμετρική διαδικασία η οποία κατασκεύαζε ένα δυναμικό ανάπτυγμα κύβου, δηλαδή ένα σχήμα το οποίο ανάλογα με την τιμή εισόδου του μεταβάλλεται από το δισδιάστατο ανάπτυγμα ενός κύβου σε έναν κλειστό τρισδιάστατο κύβο. Στην τέταρτη και τελευταία φάση της έρευνας, δόθηκαν στους μαθητές δύο έτοιμες παραμετρικές διαδικασίες οι οποίες κατασκεύαζαν τα τρισδιάστατα σχήματα του κύβου και της πυραμίδας αντίστοιχα, και ζητήθηκε από αυτούς να τις χρησιμοποιήσουν ως δομικούς λίθους στον προγραμματισμό μιας πολύπλοκης κύριας διαδικασίας. Οι μαθητές δημιούργησαν πολύπλοκα σχήματα, όπως μια γειτονιά από σπίτια, τα οποία κατασκευάζονταν από μια κεντρική παραμετρική διαδικασία η οποία καλούσε με τη σειρά της έναν αριθμό από παραμετρικές υποδιαδικασίες.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας φάνηκε ότι η χρήση του εργαλείου δυναμικού χειρισμού των μεταβλητών σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη απεικόνιση κώδικα και γραφικής αναπαράστασης, βοήθησε σημαντικά τους μαθητές στην εφαρμογή και στη διαχείριση μεταβλητών στα προγράμματά τους. Ιδιαίτερα η χρησιμότητα του δυναμικού

χειρισμού των παραμέτρων ήταν εμφανής κατά τη διαδικασία εκσφαλμάτωσης του κώδικα από τους μαθητές, καθώς μπορούσαν να εκτελούν εύκολα και γρήγορα την ίδια εντολή και να παρατηρούν τα αποτελέσματα των διαφορετικών ορισμάτων στο παραγόμενο σχήμα. Με τον τρόπο αυτό εντόπιζαν τα λάθη τους και αποφάσιζαν τις επόμενες ενέργειές τους αλλάζοντας πολλές φορές τον αρχικό τους σχεδιασμό.

Επιπλέον, το εργαλείο δυναμικού χειρισμού βοήθησε τους μαθητές και κατά τη χρήση μεταβλητών ως ορίσματα σε υποδιαδικασίες. Συγκεκριμένα, όταν χρειάστηκε να καλέσουν την παραμετρική διαδικασία ορισμένη ως *τετράγωνο χ,* μέσα από τη *διαδικασία κύβος a* έπρεπε να της δώσουν ως όρισμα τη μεταβλητή a της κύριας διαδικασίας. Στο σημείο αυτό οι μαθητές δυσκολεύονταν να κατανοήσουν πως η τιμή της μεταβλητής *a* της κύριας διαδικασίας ανατίθεται στην παράμετρο *χ*. Μεταβάλλοντας τις τιμές της μεταβλητής *a* της κύριας διαδικασίας (κύβος) με το εργαλείο του δυναμικού χειρισμού, αναγνώρισαν στο μεταβαλλόμενο σχήμα ότι αυτό επηρέαζε και το αποτέλεσμα της υποδιαδικασίας (τετράγωνο) και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μια παραμετρική διαδικασία μπορεί να δεχθεί εκτός από σταθερούς αριθμούς και μεταβλητές ως ορίσματα. Στη συνέχεια αξιοποίησαν αυτή τη γνώση για πιο σύνθετες κλίσεις υποδιαδικασιών. Για παράδειγμα, κάλεσαν τη διαδικασία *πυραμίδα a w* ως υποδιαδικασία *πυραμίδα :χ/2 :ψ*

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παραπάνω έρευνα δεν μπορούν να γενικευτούν, μπορούν όμως να αποτελέσουν τη βάση για περαιτέρω έρευνες σχετικά με τη χρήση και την αξιοποίηση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού που συνδυάζουν την γραφική αναπαράσταση του κώδικα με το δυναμικό χειρισμό των μεταβλητών, όπως η Χελωνόσφαιρα, και την πιθανή συμβολή τους στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που συχνά προκύπτουν κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού.

Ευχαριστίες

Η ερεύνα που οδήγησε σε αυτά τα αποτελέσματα χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση FP7, στο πλαίσιο της σύμβασης GA 610467: έργο "MCSquared", http://mc2-project.eu. Το παρόν άρθρο εκφράζει αποκλειστικά τις απόψεις των συγγραφέων και η Ε.Ε. δεν φέρει ευθύνη για οποιαδήποτε χρήση γίνει σε πληροφορίες που περιλαμβάνονται σε αυτό.

Αναφορές

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.

Doukakis, D., Grigoriadou, M., & Tsaganou, G. (2007). Understanding the programming variable concept with animated interactive analogies. In *Proceedings of the 8th Hellenic European Research on Computer Mathematics & Its Applications Conference* (HERCMA'07). Retrieved 5 May 2016 from http://www.aueb.gr/pympe/hercma/proceedings2007/H07-FULL-PAPERS-1/DOUKAKIS-GRIGORIADOU-TSAGANOU-1.pdf

Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2014). Mindstorms 2.0. Children, programming, and computational participation. In *Proceedings of Constructionism 2014*, Vienna. Retrieved 10 March 2016 from http://constructionism2014.ifs.tuwien.ac.at/papers/2.6_3-8530.pdf

Latsi, M., & Kynigos, C. (2012). Experiencing 3d Simulated Space through Different Perspectives. In A. Jimoyiannis (eds.), *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 183–195), New York: Springer

Papert, S., (1991). Νοητικές θύελλες, παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες, (μτφ. Σταματίου Α.). Αθήνα: Οδυσσέας.

Resnick, M. (2014). Give P's a chance: Projects, Peers, Passion, Play. In *Constructionism 2014*. Vienna. Retrieved 15 February 2016 from http://constructionism2014.ifs.tuwien.ac.at/papers/1.2_1-8527.pdf

Samurcay, R. (1989). The concept of variable in programming: Its meaning and use in problem-solving by novice programmers. *Studying the novice programmer*, 9, 161-178.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Γλέζου, Κ. & Γρηγοριάδου, Μ. (2009). Διδακτικές προσεγγίσεις που βασίζονται σε σύγχρονες θεωρίες μάθησης για τη Διδασκαλία του Προγραμματισμού. Στο Μ. Γρηγοριάδου, Ε. Γουλή, & Α. Γόγουλου (επιμ.), *Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής* (σελ. 75-106), Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Κυνηγός, Χ. (2006). *Το Μάθημα της Διερεύνησης*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα

Τζιμογιάννης, Α. & Κόμης, Β. (2000). Η έννοια της μεταβλητής στον Προγραμματισμό: Δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών του Ενιαίου Λυκείου. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»* (σ. 103-114). Πάτρα: ΕΤΠΕ.