

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2021)

10ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»

The cover features the logos of ΕΕΤΠΕ (Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση), ΔΗΚΑΙΤΕ (Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης), and ΣΕΠΦ (Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση). The title is in Greek and English. The central graphic shows a laptop with various programming and development icons (HTML, CSS, JS, PHP, Python, Java, etc.) connected to it by lines. The background of the graphic includes snippets of HTML code.

ΕΕΤΠΕ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
& ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

ΔΗΚΑΙΤΕ
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ

ΣΕΠΦ

**Πρακτικά 10ου Πανελλήνιου Συνεδρίου
«Διδακτική της Πληροφορικής»
Φλώρινα (online), 14-16 Μαΐου 2021**

«Διδακτική της Πληροφορικής»

**Proceedings: 10th Panhellenic Conference
«Computer Science Education»
Florina (online), 14-16 May 2021**

**Επιμέλεια: Θαρρενός Μπράτιτσης
Editor: Tharrenos Bratitsis**

Χορηγός
ORACLE
Academy

ISBN: 978-618-83186-6-3

**Πρακτικά 10ου Πανελλήνιου Συνεδρίου
«Διδακτική της Πληροφορικής»
Φλώρινα (online), 14-16 Μαΐου 2021**



**Proceedings: 10th Panhellenic Conference
«Computer Science Education»
Florina (online), 14-16 May 2021**

**Επιμέλεια: Θαρρενός Μπράτιτσης
Editor: Tharrenos Bratitsis**

Χορηγός

ORACLE
Academy

ISBN: 978-618-83186-6-3

10ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»

Επιτροπές

Προεδρείο

Μπράτιτσης Θαρρενός, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Συντονιστική Επιτροπή

Μπράτιτσης Θαρρενός, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Παλαιγεωργίου Γεώργιος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Λεμονίδης Χαραλαμπος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Τζιμογιάννης Αθανάσιος, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Καραγιαννίδης Χαράλαμπος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Μικρόπουλος Αναστάσιος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Επιστημονική Επιτροπή

Γόγουλου Α., ΕΚΠΑ
Γρηγοριάδου Μ., Πανεπιστήμιο Αθηνών
Δαγδιλέλης Β., Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Δημητριάδης Σ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Κόμης Β., Πανεπιστήμιο Πατρών
Κορδάκη Μ., Πανεπιστήμιο Πατρών
Κουτρομάνος Γ., ΕΚΠΑ
Λαδιάς Α., Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
Μπέλλου Ι., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Μπράτιτσης Θ., Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Ξυνόγαλος Σ., Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Παναγιωτακόπουλος Χ., Πανεπιστήμιο Πατρών
Παπαδάκης Σ., ΠΕ.Κ.Ε.Σ. Δυτικής Ελλάδας
Παπανικολάου Κ., ΑΣΠΑΙΤΕ
Πολίτης Π., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Σατρατζέμη Μ., Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Τζιμογιάννης Α., Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Τζωρτζάκης Ι., ΠΕΚΕΣ Πελοποννήσου
Τσιάτσος Θρ. , Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τσιοτάκης Π., Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Φεσάκης Γ., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Χαλκίδης Α., Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Οργανωτική Επιτροπή

Τζήμας Δημήτρης, Συν. Εκπ. Έργ. Πληροφορικής Δυτικής Μακεδονίας

Αρβανιτάκης Ιωάννης, Υπ. Διδάκτορας Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Γεωργίου Σωτήρης, Υπ. Διδάκτορας Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Ηλιάδης Παύλος, ΠΕ86

Κηπουροπούλου Γεωργία, Μεταδιδάκτορας Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Κοροσίδου Ελένη, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Παπαχαράλαμπος Παναγιώτης

Δράγου Ευαγγελία, ΠΕ

Τασσοπούλου Χριστίνα, ΠΕ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής» διεξήχθη παράλληλα με το 12^ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», σε συνδιοργάνωση από την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ), το εργαστήριο Δημιουργικότητας, Καινοτομίας και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση (ΔηΚαιΤΕ) του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας και τον Σύλλογο Εκπαιδευτικών Πληροφορικής Φλώρινας (ΣΕΠΦ).

Το συνέδριο διοργανώθηκε σε μια δύσκολη συνθήκη παγκοσμίως, εν μέσω των απαγορεύσεων που προέκυψαν από την πανδημία COVID-19. Μετά την αρχική αναβολή του, τελικά διοργανώθηκε διαδικτυακά μέσα από τις υποδομές του ΔηΚαιΤΕ και του ΠΔΜ. Υπό αυτή την έννοια, η διοργάνωση ήταν πρωτόγνωρη αλλά αγκαλιάστηκε από τους συνέδρους θερμά, οδηγώντας σε μια αρκετά αυξημένη συμμετοχή. Όντας το δεύτερο συνέδριο της ΕΤΠΕ που πραγματοποιήθηκε με αυτή την προσέγγιση, ενδεχόμενα αφήνει μια παρακαταθήκη και τεχνογνωσία για μελλοντικές, ίσως υβριδικές μορφές διεξαγωγής συνεδρίων.

Το έναυσμα για την καθιέρωση του Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής» αποτέλεσε η 1η Ημερίδα «Διδακτική της Πληροφορικής», που οργανώθηκε στην Αθήνα το 2001. Ακολούθησε μια Διημερίδα το 2003 στο Βόλο, που αποτελεί και την ουσιαστική αρχή του θεσμού. Από τότε το Συνέδριο πραγματοποιείται κάθε δύο χρόνια και έχει φιλοξενηθεί από διάφορα Πανεπιστήμια σε πολλές ελληνικές πόλεις: Κόρινθος (2005), Πάτρα (2008), Αθήνα (2010), Φλώρινα (2012), Ρέθυμνο (2014), Ιωάννινα (2016) και Θεσσαλονίκη (2018).

Στόχος του Συνεδρίου είναι να αποτελέσει το βήμα παρουσίασης και διαλόγου σχετικά με ερευνητικές μελέτες και εργασίες, προτάσεις, αναλύσεις και θεωρητικά πλαίσια που σχετίζονται με τη Διδακτική της Πληροφορικής και τη διδασκαλία της Πληροφορικής σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Το Συνέδριο απευθύνεται στην επιστημονική και εκπαιδευτική κοινότητα που ασχολείται με την έρευνα στη διδακτική της Πληροφορικής και τη διδασκαλία της Πληροφορικής στην πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, τριτοβάθμια εκπαίδευση και επιμόρφωση.

Στο 10^ο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής» υποβλήθηκαν 13 άρθρα από τα οποία έγιναν δεκτά 8 ως πλήρη άρθρα. Η παρουσίαση των άρθρων έγινε σε δύο συνεδρίες. Στην πρώτη συνεδρία συγκεντρώθηκαν εργασίες που εστιάζουν στην Υπολογιστική Σκέψη και την αξιοποίηση απτικών τεχνολογιών (Arduino και Ρομποτική) στην Εκπαίδευση. Η δεύτερη συνεδρία εστίασε στον προγραμματισμό και τις προγραμματιστικές δομές, ενώ παρουσιάστηκε και μια διαφοροποιημένη εργασία που αφορά στη δημιουργία επιτραπέζιου παιχνιδιού για το Νηπιαγωγείο.

Θα θέλαμε και από τη θέση αυτή να ευχαριστήσουμε την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ) που μας εμπιστεύθηκε την οργάνωση του 10ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής» καθώς και τα μέλη της Συντονιστικής επιτροπής για την υποστήριξη της διοργάνωσης. Ευχαριστούμε όλα τα μέλη της Επιστημονικής επιτροπής για τη βοήθειά τους στην κρίση των εργασιών και τα μέλη της Οργανωτικής επιτροπής που εργάστηκαν για την επιτυχημένη οργάνωση του συνεδρίου. Τέλος ευχαριστούμε όλους τους συγγραφείς που εμπιστεύθηκαν τις εργασίες τους στο συνέδριο.

Ο πρόεδρος του συνεδρίου
Θαρρενός Μπράτιτσης
Καθηγητής ΠΤΝ, ΠΔΜ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Το μοντέλο της Ιεραρχικής Αξιολόγησης Γνώσεων Προγραμματισμού: μια εμπειρική μελέτη.....	1
Σ. Ζιώγα, Β. Κατωγιάννη, Α. Μικρόπουλος, Ι. Μπέλλου	
Αξιοποίηση της πλατφόρμας Arduino στην εκπαίδευση: Σχεδιασμός μαθησιακών δραστηριοτήτων με βάση το πλαίσιο ECLiP.....	9
Ι. Κούσης, Α. Γόγουλου	
Απόψεις εκπαιδευτικών Πληροφορικής για την ενσωμάτωση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στη σχολική εκπαίδευση	17
Α. Κάππου, Π. Τσιωτάκης, Α. Τζιμογιάννης	
“Core Code”: η κωδικοποίηση και οπτικοποίηση της κίνησης ρομποτικών κατασκευών με προγραμματιστικές δομές και έλεγχο συμβάντων	25
Ι. Κωτσάνης, Α. Λαδιάς	
Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στην Υπολογιστική Σκέψη: μια σύντομη βιβλιογραφική επισκόπηση	33
Γ. Φεσάκης, Σ. Πραντσούδη	
Καλλιεργώντας δεξιότητες Υπολογιστικής Σκέψης σε ένα πλαίσιο ομαδοσυνεργατικής μάθησης	41
Ν. Παππά, Κ. Παπανικολάου	
Εργαλεία διδασκαλίας αλγοριθμικών δομών στην προσχολική και πρωτοσχολική εκπαίδευση	49
Σ. Γεωργίου, Θ. Μπράτιτσης	
Ένα επιτραπέζιο παιχνίδι για τη διδασκαλία θεμάτων Πληροφορικής στην προσχολική ηλικία.....	57
Θ. Μπράτιτσης, Α. Κοντοβουνησίου	

Το μοντέλο της Ιεραρχικής Αξιολόγησης Γνώσεων Προγραμματισμού: μια εμπειρική μελέτη

Στ. Ζιώγα¹, Β. Κατωγιάννη², Α. Μικρόπουλος³, Ι. Μπέλλου³

ziogastella68@gmail.com, vasilikikat2000@gmail.com

amikrop@uoi.gr, ibellou@uoi.gr

¹ Εκπαιδευτικός Πληροφορικής, ² ΤΜΗΥΠ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων,

³ ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Ο προγραμματισμός υπολογιστικών συστημάτων αποτελεί βασική και δύσκολη δεξιότητα. Οι εκπαιδευτικοί επιδιώκουν να βρουν τις καταλληλότερες τεχνικές αξιολόγησης ώστε να μπορούν αφενός να εκτιμήσουν με ακρίβεια τη γνώση των μαθητών, και αφετέρου να βελτιώσουν τη διδασκαλία τους. Η εργασία παρουσιάζει την εφαρμογή των ταξινομιών Bloom και SOLO στον προγραμματισμό ως πλαίσιο της σχεδίασης μαθησιακών δραστηριοτήτων και της αξιολόγησής τους αντίστοιχα. Παρουσιάζεται το μοντέλο της Ιεραρχικής Αξιολόγησης Προγραμματισμού (ΙΑΠ), και διερευνάται η αξιολόγηση των γνώσεων προγραμματισμού σε τελειόφοιτους μαθητές Λυκείου καθώς και η σύγκριση των αποτελεσμάτων της με τη συνηθισμένη εμπειρική αξιολόγηση από εκπαιδευτικούς. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ευρήματα για την αξιολόγηση των γνώσεων προγραμματισμού και τις σχετικές δυσκολίες στη μάθηση του. Τα συμπεράσματα αναδεικνύουν ότι η ΙΑΠ αποτελεί ένα αναλυτικό εργαλείο ποιοτικής αξιολόγησης γνώσεων προγραμματισμού και ότι χρειάζεται επιπλέον διερεύνηση για τα δύο υψηλότερα επίπεδα της δομικής πολυπλοκότητας της.

Λέξεις κλειδιά: Προγραμματισμός, αξιολόγηση, ταξινόμια Bloom, ταξινόμια Solo, Ιεραρχική Αξιολόγηση Προγραμματισμού.

Εισαγωγή

Ο προγραμματισμός ως αντικείμενο διδασκαλίας προκαλεί εξαιρετικό ενδιαφέρον και αποτελεί ένα σύνθετο εννοιολογικό πεδίο. Συμβάλλει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου καθώς στη μεταφορά δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων σε άλλα γνωστικά πεδία (Κόμης, 2001).

Οι περισσότερες έρευνες σχετικά με τον προγραμματισμό αφορούν στις διδακτικές τεχνικές, την κατανόηση αλλά και τις παρανοήσεις των μαθητών. Επικεντρώνονται στην επίδοση των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ή μετά, με εστίαση στα μαθησιακά αποτελέσματα, στα εμπόδια μάθησης και στις παρανοήσεις (Bennedsen & Caspersen, 2012). Λίγες μόνο μελέτες αφορούν την αξιολόγηση του προγραμματισμού και ιδιαίτερα σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Η αξιολόγηση γνώσεων προγραμματισμού και οι δυσκολίες

Τα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού δίνουν έμφαση στην επίλυση προβλημάτων και στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων σχετικά με μεθόδους αλγοριθμικής (Γζιμογιάννης, 2005). Διαδικασία περίπλοκη που συχνά οδηγεί σε παρανοήσεις και απογοητεύσεις Ο Παπαδάκης (2016) στην επισκόπηση του παρουσιάζει τα προβλήματα της διδασκαλίας του προγραμματισμού στους μαθητές της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα και παραθέτει λύσεις για την αντιμετώπισή τους.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι οι δραστηριότητες που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδασκαλία. Ο εκπαιδευτικός οφείλει να αξιοποιεί κατάλληλες τεχνικές και παραδείγματα ώστε οι μαθητές να αφομοιώσουν αφηρημένες έννοιες, καθώς δεν έχουν πραγματικές αναπαραστάσεις (Bey et al, 2010).

Μεγάλος όγκος ερευνών επιβεβαιώνουν ότι η αξιολόγηση των γνώσεων προγραμματισμού δεν είναι εύκολη ούτε ακριβής. Το χαμηλό ποσοστό επιτυχίας των μαθητών στα μαθήματα προγραμματισμού, μπορεί να εξηγηθεί και από την έλλειψη καλών εργαλείων αξιολόγησης για την ταξινόμηση της δυσκολίας των μαθησιακών δραστηριοτήτων που αφορούν τη σύνταξη ενός προγράμματος. Ανεξάρτητα από τους τρόπους αξιολόγησης εντοπίζονται ορισμένες κοινές πεποιθήσεις που σχετίζονται με την αντίληψη ότι οι γνώσεις των μαθητών δεν μπορούν και δεν πρέπει να αξιολογούνται μόνο με τελική εξέταση. Οι μαθητές πρέπει να αξιολογούνται κατά τη διάρκεια διδασκαλίας του μαθήματος ώστε να κινητοποιούνται αλλά και να παρακολουθούν την πρόοδό και τις δυσκολίες τους (Ivanović et al., 2015):

Για την αξιολόγηση της δυσκολίας δραστηριοτήτων προγραμματισμού, συνήθως χρησιμοποιούνται δύο προσεγγίσεις, των ταξινομιών και των μετρήσεων. Η προσέγγιση των ταξινομιών είναι υποκειμενική, απαιτεί οι εκπαιδευτικοί που δημιουργούν τις δραστηριότητες προγραμματισμού, να είναι έμπειροι σχετικά με την ταξινόμηση των δραστηριοτήτων στα επίπεδα των ταξινομιών. Οι ταξινομίες που χρησιμοποιούνται είναι η αρχική ταξινόμια Bloom, η αναθεωρημένη ταξινόμια Bloom και η ταξινόμια SOLO. Η άλλη προσέγγιση, οι μετρήσεις, είναι μια ποσοτική προσέγγιση. Χρησιμοποιούνται μετρήσεις που προέρχονται από τη λύση που δίνεται από τον εκπαιδευτικό και που μπορεί να είναι πιο απλή από τις λύσεις που δίνουν οι μαθητές. Η λύση είναι ένας ενδεικτικός δείκτης δυσκολίας που βοηθά στην ταξινόμηση ερωτήσεων με βάση τις απαιτήσεις τους και πιθανόν να μην είναι κατάλληλη για ειδικά παραδείγματα προγραμματισμού (όπως η αναδρομή) (Elnaffar, 2016).

Γενικά η αλγοριθμική είναι ένα δύσκολο πεδίο για να διδαχτεί από τον εκπαιδευτικό και πολύπλοκη η αφομοίωση από τον μαθητή. Ο αλγόριθμος, επιπλέον, χαρακτηρίζεται από το πλήθος των λύσεων για ένα πρόβλημα. Αυτό το χαρακτηριστικό αποτελεί την πρώτη δυσκολία, επειδή είναι δύσκολο ο εκπαιδευτικός να προβλέψει όλες τις πιθανές λύσεις ενός προβλήματος προκειμένου να τις ενσωματώσει στη βάση της λύσης του (Bey et al., 2010).

Η δεύτερη δυσκολία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ίδια την αξιολόγηση. Οι ερευνητές θεωρούν ότι η αποτελεσματική διδασκαλία δεν αποδίδει ουσιαστικό ρόλο στην αξιολόγηση ως μέρος της μαθησιακής διαδικασίας. Η αξιολόγηση στην τάξη αποτελεί πηγή ασάφειας μεταξύ του αξιολογητή και του εκπαιδευόμενου, και μερικές φορές μεταξύ των ίδιων των αξιολογητών. Παρ' όλα αυτά, είναι μια διαδικασία ενσωμάτωσης στη διαδικασία μάθησης. Η αξιολόγηση αποτελεί οδηγό για την πρόοδο του εκπαιδευόμενου και παρεμβαίνει στο επίπεδο αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτικού και εκπαιδευόμενου για τη βελτιστοποίηση της μεταφοράς γνώσεων, δεξιοτήτων και πρακτικών. Έτσι, η σημασία της είναι πρωτεύουσα. Με αυτή την έννοια, έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές μέθοδοι και εργαλεία στην αξιολόγηση, τα οποία είναι ανεπαρκή. Αυτή η ανεπάρκεια χαρακτηρίζεται είτε από αναποτελεσματικότητα, από αμφίβολο αποτέλεσμα είτε από μοναδικότητα, δηλαδή δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα πεδία (Bey et al., 2010).

Η εφαρμογή των ταξινομιών BLOOM και SOLO στον προγραμματισμό

Τόσο η αρχική ταξινόμια Bloom (1956) όσο και η αναθεωρημένη (Anderson, & Krathwohl, 2001) έχουν χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς για έρευνα στον προγραμματισμό. Οι εκπαιδευτικοί που υλοποιούν την ταξινόμηση οφείλουν να γνωρίζουν το πλαίσιο διδασκαλίας του μαθήματος, δηλαδή να διδάσκουν οι ίδιοι που αξιολογούν ώστε να μπορούν να κατηγοριοποιούν τις δραστηριότητες στα κατάλληλα επίπεδα της ταξινόμιας

Η ταξινόμια SOLO των Biggs & Collis (198

2), κατηγοριοποιεί την νοητική δραστηριότητα μέσω των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών των δραστηριοτήτων που απαιτείται να υλοποιήσουν οι μαθητές. Αρκετές μελέτες την χρησιμοποιούν στην αξιολόγηση απαντήσεων σε δραστηριότητες προγραμματισμού (Λαδιάς et al, 2018; Lister et al., 2006; Jimoγιannis, 2011).

Η εφαρμογή των δύο ταξινόμιών παρουσιάζει δυσκολίες στη διδασκική πράξη επειδή η ταξινόμηση των δραστηριοτήτων σε επίπεδα εξαρτάται από τα συγκεκριμένα παραδειγματα που διδάσκονται στην τάξη. Από βιβλιογραφική επισκόπηση διαπιστώθηκε ότι η χρήση της ταξινόμιας SOLO εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το περιεχόμενο του μαθήματος και το βάθος κάλυψης της διδασκίας ύλης (Ζιώγα, 2018). Δεν μπορεί να εφαρμοστεί με συνέπεια από πολλούς εκπαιδευτικούς, συνήθως προσαρμόζεται, παραλείπονται κάποια επίπεδα (πρώτο προδομικό και πέμπτο εκτεταμένης θεώρησης), δημιουργούνται επιμέρους κατηγορίες, ή συνδυάζεται με την ταξινόμια Bloom. Η εφαρμογή της δημιουργεί ασάφειες.

Εμπειρική μελέτη

Το πλαίσιο της έρευνας

Η έρευνα για την αξιολόγηση των γνώσεων προγραμματισμού εστιάζει κυρίως στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (Izu et al., 2016; Kiran, & Moudgalya, 2015; Lopez et al., 2008; Selby, 2015; Sheard et al., 2008; Thompson, 2007), στο γυμνάσιο και το δημοτικό (Jimoγιannis, 2011; Mallios, & Vassilakopoulos, 2015; Meerbaum-Salant, et al., 2010). Κατά την αξιολόγηση γνώσεων προγραμματισμού, διαπιστώνεται αμφισβήτηση ως προς την αξιοπιστία στη χρήση των ταξινόμιών Bloom και SOLO. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα μελέτη διερευνά αφενός το επίπεδο των γνώσεων προγραμματισμού τελειόφοιτων μαθητών Λυκείου και αφετέρου την εφαρμογή του μοντέλου Ιεραρχικής Αξιολόγησης Προγραμματισμού (ΙΑΠ) κατά την αξιολόγηση των γνώσεων των μαθητών.

Στην έρευνα εφαρμόστηκε το μοντέλο ΙΑΠ που προτείνουν οι Μπέλλου & Μικρόπουλος (2008) για την ποιοτική αξιολόγηση των γνώσεων στον προγραμματισμό. Επιλέχθηκε η εφαρμογή του μοντέλου αυτού αφενός επειδή είναι εύκολο για κάθε εκπαιδευτικό που διδάσκει να κατατάξει τις απαντήσεις των μαθητών στα επίπεδα του, αφετέρου επειδή μπορεί με μεγαλύτερη ακρίβεια να προσδιορίσει τις παρανοήσεις και να αξιολογήσει τις δυνατότητες των μαθητών στον προγραμματισμό. Το μοντέλο τροποποιεί την ταξινόμια SOLO, την εξειδικεύει στις προγραμματιστικές γνώσεις και περιλαμβάνει πέντε ιεραρχικά επίπεδα:

- 1^ο επίπεδο, προδομικό: ο μαθητής δεν έχει κατανοήσει το πρόβλημα, δεν γνωρίζει τη σύνταξη των εντολών ή δεν απαντά.
- 2^ο επίπεδο, επιμέρους κατανόησης: ο μαθητής έχει αντιληφθεί μερικώς το πρόβλημα και έχει αποδώσει ορθά γραμματικά και συντακτικά απλές εντολές.
- 3^ο επίπεδο, προσεγγιστικής κατανόησης: ο μαθητής έχει αντιληφθεί το πρόβλημα και έχει δώσει λύση ορθή με απλές εντολές και λογικές δομές.
- 4^ο επίπεδο, συνδυαστικό: ο μαθητής έχει σχεδιάσει δομημένη λύση. Χρησιμοποιεί σωστά εντολές και δομές αλλά επιλέγει την πλέον κατάλληλη.
- 5^ο επίπεδο, εκτεταμένης θεώρησης: ο μαθητής υλοποιεί το βέλτιστο αλγόριθμο για το πρόβλημα και τη συγκεκριμένη γλώσσα.

Δείγμα και διαδικασία

Η έρευνα διεξήχθη κατά το σχολικό έτος 2017-18 στο πλαίσιο του μαθήματος ΑΕΠΠ της Γ' Λυκείου όπου συμμετείχαν 33 μαθητές Θετικών Σπουδών και Οικονομίας - Πληροφορικής μετά από διδασκαλία 12 εβδομάδων. Οι δραστηριότητες ήταν ίδιες για όλους τους μαθητές και αφορούσαν έννοιες σχετικές με τις μεταβλητές, εντολές εκχώρησης, δομές επιλογής και επανάληψης. Η γραπτή αξιολόγηση έγινε στο τέλος του πρώτου τετραμήνου με διάρκεια τρεις διδακτικές ώρες, σε 10 δραστηριότητες, ταξινομημένες με βάση τα επίπεδα της αναθεωρημένης ταξινόμιας Bloom, με δύο δραστηριότητες για κάθε επίπεδο και μία για τα επίπεδα θυμάμαι και δημιουργώ. Οι δραστηριότητες επιλέχθηκαν σύμφωνα με τη διδαχθείσα ύλη και στις δύο ομάδες Προσανατολισμού ενώ εξαιρέθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών που δεν απάντησαν σε όλες τις δραστηριότητες.

Οι απαντήσεις των μαθητών αξιολογήθηκαν με την ΙΑΠ από την εκπαιδευτικό που δίδασκε το μάθημα και με τον παραδοσιακό τρόπο βαθμολόγησης από έξι βαθμολογητές, εκπαιδευτικούς Πληροφορικής με εμπειρία από 12 έως 18 έτη. Ο καθένας τους βαθμολόγησε πέντε ή έξι γραπτά, σε εικοσαβάθμια κλίμακα. Κατόπιν, οι βαθμολογίες αντιστοιχήθηκαν με τα επίπεδα ΙΑΠ για να συγκριθούν οι δύο τρόποι αξιολόγησης. Η κλίμακα αντιστοιχίσις που χρησιμοποιήθηκε παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Ορίστηκε με βάση την εμπειρία των εκπαιδευτικών από βαθμολόγηση γραπτών σε επίπεδο εξετάσεων σχολείου. Η αξιολόγηση με την ΙΑΠ βασίστηκε σε υποδειγματικές απαντήσεις ανά ιεραρχικό επίπεδο (Ζιώγα, 2018).

Πίνακας 1. Αντιστοιχία της εικοσαβάθμιας κλίμακας στα επίπεδα ΙΑΠ

Επίπεδα ΙΑΠ	Βαθμολογία
1 ^ο προδομικό	0 έως και 7
2 ^ο επιμέρους κατανόησης	8 έως και 11
3 ^ο προσεγγιστικής κατανόησης	12 έως και 16
4 ^ο συνδυαστικό	17 έως και 19
5 ^ο εκτεταμένης θεώρησης	20

Αποτελέσματα και συζήτηση

Γνώσεις προγραμματισμού

Πίνακας 2. Σύγκριση αξιολόγησης μεταξύ ΙΑΠ και παραδοσιακής αξιολόγησης (ΠΑ)

Επίπεδο Bloom	1 ^ο προδομικό (%)		2 ^ο επιμέρους κατανόησης (%)		3 ^ο προσεγγιστικής κατανόησης (%)		4 ^ο Συνδυαστικό (%)		5 ^ο Εκτεταμένης θεώρησης (%)	
	ΙΑΠ	ΠΑ	ΙΑΠ	ΠΑ	ΙΑΠ	ΠΑ	ΙΑΠ	ΠΑ	ΙΑΠ	ΠΑ
Θυμάμαι	10.1	17.2	16.2	15.2	27.3	21.2	45.5	15.2	1.0	31.3
Κατανοώ	24.2	41.4	7.1	3.0	18.2	8.1	48.5	5.1	2.0	42.4
Εφαρμόζω	18.2	32.3	9.1	7.1	12.1	0.0	60.6	1.0	0.0	59.6
Αναλύω	24.2	48.5	27.3	9.1	21.2	15.2	24.2	15.2	3.0	12.1
Αξιολογώ	33.3	55.6	14.1	9.1	7.1	3.0	38.4	5.1	7.1	27.3
Δημιουργώ	24.2	39.4	39.4	12.1	27.3	27.3	0.0	15.2	9.1	6.1

Για το προδρομικό επίπεδο η ανάκληση γνώσεων αποτελεί δεξιότητα στην οποία οι μαθητές σημειώνουν τις χαμηλότερες επιδόσεις (10,1%). Η ανάκληση τύπων δεδομένων και η σύνταξη δομών επανάληψης αποτελούν σημεία δυσκολίας για τους μαθητές. Οι χαμηλότερες επιδόσεις για το δεύτερο επίπεδο ΙΑΠ σχετίζονται με την ικανότητα να κατανοήσουν (7,1%) και να εφαρμόσουν (9,1%) στοιχειώδεις πολύ απλές λειτουργίες ενός προγράμματος. Όταν δίνεται ένα πρόγραμμα, εκχωρούν την ελάχιστη τιμή σε λάθος μεταβλητή. Επίσης, σε δομή επανάληψης «ΟΣΟ» χρησιμοποιούν στη συνθήκη λάθος μεταβλητές και τις αντίστοιχες οριακές τιμές. Ακόμα, διαπιστώνονται λάθη ως προς τη σειρά εκτέλεσης των εντολών αφού κάποιοι μαθητές θεωρούν ότι η επανάληψη προηγείται της αρχικοποίησης μιας μεταβλητής. Η δημιουργία προγράμματος αποτελεί τη μικρότερη δυσκολία για τους μαθητές που μπορούν να κάνουν μόνο απλούς ελέγχους με δομή επιλογής και να εμφανίζουν μηνύματα. Φαίνεται ότι στο επίπεδο της επιμέρους κατανόησης οι μαθητές έχουν τις καλύτερες επιδόσεις στη δημιουργία προγράμματος και τις χειρότερες στην κατανόηση γνωστών διαδικασιών.

Στο τρίτο επίπεδο οι μαθητές παρουσιάζουν τις χαμηλότερες επιδόσεις στην ικανότητα αξιολόγησης (7,1%). Μικρή δυσκολία εντοπίζεται στη μετατροπή μιας δομής επανάληψης σε άλλη με ελάχιστα μικρά συντακτικά λάθη σε αντίθεση με την τροποποίηση δομής επιλογής με αποτέλεσμα να μην ελέγχουν όλες τις περιπτώσεις (ελέγχουν μόνο την περίπτωση της αρνητικής τιμής στον υπολογισμό της απόλυτης τιμής). Στις ικανότητες της απομνημόνευσης και της δημιουργίας παρατηρούνται οι υψηλότερες επιδόσεις (27,3%). Για την απομνημόνευση τα σημεία δυσκολίας ιεραρχικά είναι η σύνταξη των τριών δομών επανάληψης, τα σχήματα στο διάγραμμα ροής και οι τύποι των δεδομένων, έτσι η περιγραφή γίνεται με παραδείγματα. Χαρακτηριστική περίπτωση είναι η εντολή εκχώρησης για τους τύπους των δεδομένων την οποία παρότι οι μαθητές γνωρίζουν, δεν γράφουν παραδείγματα τιμών με τη χρήση της. Για τη δημιουργία προγράμματος οι μαθητές χρησιμοποιούν δομή επανάληψης με συνθήκη που δεν ελέγχει όλες τις απαιτήσεις του προβλήματος δηλαδή τις οριακές τιμές για το σωστό υπολογισμό των ζητούμενων ή χωρίς κατάλληλο έλεγχο με δομή επιλογής για τη σωστή εμφάνιση μηνυμάτων. Στο επίπεδο της προσεγγιστικής κατανόησης οι επιδόσεις των μαθητών είναι υψηλότερες στην απομνημόνευση και τη δημιουργία προγράμματος και χαμηλότερες στην αξιολόγηση.

Για το τέταρτο συνδυαστικό επίπεδο, οι χαμηλότερες επιδόσεις των μαθητών παρατηρούνται στην παραγωγή προγράμματος με πληρότητα. Δεν υπάρχουν μαθητές που χρησιμοποιούν δομή επανάληψης συνδυάζοντας δύο συνθήκες και λογικό τελεστή. Συμπεραίνεται ότι δεν έχουν κατακτήσει την ικανότητα να δημιουργούν προγράμματα που απαιτούν σύνθεση και τα οποία δεν έχουν διδαχθεί στην τάξη. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα διάσπασης του προβλήματος σε υποπροβλήματα με πληρότητα, δυσκολεύονται όμως να κάνουν έλεγχο εγκυρότητας δεδομένων επειδή απαιτεί εμφωλευμένη δομή. Είναι όμως σε θέση να χρησιμοποιούν εμφωλευμένες δομές επιλογής ώστε να υπολογίζουν σωστά πλήθη και ποσοστά. Οι παραπάνω μαθητές έχουν την ευχέρεια να επιλύουν προβλήματα που απαιτούν διαδικασίες επανάληψης με γνωστό ή άγνωστο πλήθος επαναλήψεων. Τις υψηλότερες επιδόσεις παρουσιάζουν οι μαθητές στην ικανότητα εφαρμογής (60,6%). Μεγαλύτερη δυσκολία εντοπίζεται στη σύνταξη συνθήκης με ΟΣΟ και στα συντακτικά λάθη στην εντολή εκχώρησης του ελάχιστου. Διαπιστώνεται ευχέρεια των μαθητών στο να υπολογίζουν πλήθη, αθροίσματα και ελάχιστα, μέγιστα, σε μια επαναληπτική διαδικασία. Άρα για το συνδυαστικό επίπεδο οι μαθητές παρουσιάζουν τις καλύτερες επιδόσεις στην εφαρμογή γνωστών διαδικασιών σε ένα πρόγραμμα ενώ τις χειρότερες στην δημιουργία.

Το επίπεδο της εκτεταμένης θεώρησης δεν ορίζεται για τις δραστηριότητες που σχετίζονται με το επίπεδο της εφαρμογής καθώς και για ερωτήματα των επιπέδων απομνημόνευσης, κατανόησης και αξιολόγησης. Οπότε για τις δεξιότητες αυτές δεν μπορούν να εξαχθούν

ακριβή και ασφαλή συμπεράσματα. Τις χαμηλότερες επιδόσεις παρουσιάζουν οι μαθητές στην ανάλυση ενός προβλήματος σε υποπροβλήματα (3%) καθώς δεν είναι σε θέση να λάβουν υπόψη όλους τους περιορισμούς του προβλήματος και να γράψουν έτσι τη βέλτιστη λύση που ελέγχει όλα τα ενδεχόμενα. Παρατηρούνται υψηλότερες επιδόσεις κατά τη δημιουργία ενός προγράμματος (9,1%) επειδή οι μαθητές γνωρίζουν πολύ καλά όλες τις δομές επανάληψης και μπορούν να γράψουν την πλέον κατάλληλη.

Τεχνικές αξιολόγησης γνώσεων προγραμματισμού

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τη σύγκριση των δύο τεχνικών αξιολόγησης. Στο προδομικό επίπεδο, οι μαθητές που δεν μπορούν να ανακαλέσουν γνώσεις προγραμματισμού διαφοροποιούνται κατά μεγάλο βαθμό από τον τρόπο αξιολόγησης. Σε όλα τα επίπεδα Bloom όσον αφορά τους μαθησιακούς στόχους των δραστηριοτήτων παρατηρούνται χαμηλότερες επιδόσεις με την ΙΑΠ. Στο επίπεδο αυτό φαίνεται ότι η ΙΑΠ αποτελεί έναν περισσότερο αναλυτικό και στοχοθετημένο τρόπο αξιολόγησης που περιορίζει κατά μεγάλο βαθμό τα ποσοστά επιδόσεων των μαθητών για όλα τα επίπεδα της ταξινόμιας Bloom.

Για το δεύτερο επίπεδο της επιμέρους κατανόησης, η ανάκτηση γνώσεων είναι ανεξάρτητη από τον τρόπο αξιολόγησης. Σε όλα τα υπόλοιπα επίπεδα της ταξινόμιας Bloom, η βαθμολογία με την ΙΑΠ καταγράφεται υψηλότερη. Για το τρίτο επίπεδο της προσεγγιστικής κατανόησης, οι δύο τρόποι αξιολόγησης ταυτίζονται στη δημιουργία ολοκληρωμένων προγραμμάτων, ενώ στις δεξιότητες της απομνημόνευσης, της κατανόησης, της ανάλυσης και της αξιολόγησης υπερέχει η ιεραρχική αξιολόγηση.

Όταν το πέμπτο επίπεδο της εκτεταμένης θεώρησης δεν ορίζεται για όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας του αντίστοιχου επιπέδου Bloom, τότε θεωρείται ότι μαζί με το τέταρτο συνδυαστικό αποτελούν ένα επίπεδο. Στην περίπτωση αυτή, η ΙΑΠ πλεονεκτεί με μεγάλες ή μικρές διαφορές έναντι της παραδοσιακής αξιολόγησης ή συμπίπτει ανάλογα με την πολυπλοκότητα της δραστηριότητας. Τα δύο αυτά επίπεδα (τέταρτο και πέμπτο) εξετάζονται ξεχωριστά για τις δραστηριότητες της ανάλυσης και της δημιουργίας προγράμματος. Στη διάσπαση προβλήματος η ΙΑΠ δίνει υψηλότερη ή ίδια βαθμολογία με την παραδοσιακή αξιολόγηση.

Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη διερευνά την αξιολόγηση γνώσεων προγραμματισμού τελειόφοιτων μαθητών Λυκείου σε θέματα που αφορούν τύπους δεδομένων, εντολές εκχώρησης, δομές επιλογής και επανάληψης. Παρουσιάζει επίσης την σύγκριση δύο τεχνικών αξιολόγησης.

Η ΙΑΠ σε σχέση με την παραδοσιακή αξιολόγηση στο προδομικό επίπεδο συνολικά δίνει πιο αναλυτικά αποτελέσματα, αφού μειώνει τις επιδόσεις των μαθητών σε όλα τα επίπεδα της ταξινόμιας Bloom. Για τα επίπεδα επιμέρους και προσεγγιστικής ταξινόμησης παρουσιάζει ταύτιση ή υπεροχή έναντι της παραδοσιακής αξιολόγησης. Δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τα επίπεδα συνδυαστικό και εκτεταμένης θεώρησης. Φαίνεται ότι κατά την αξιολόγηση με την ΙΑΠ αναδεικνύονται με κάθε λεπτομέρεια οι δυσκολίες των μαθητών, καθώς ο εκπαιδευτικός έχει πιο ξεκάθαρη εικόνα για το επίπεδο του κάθε μαθητή.

Τα ευρήματα της έρευνας συμφωνούν με μελέτες σχετικά με τις δυσκολίες των μαθητών στη χρήση των δομών επανάληψης (Γρηγοριάδου et al, 2004), στη μετατροπή μιας δομής σε άλλη, και στους μη αριθμητικούς τύπους δεδομένων (Kiran & Moudgalaya, 2015). Παρερμηνείες εντοπίστηκαν σχετικά με τη δημιουργία συνθήκης και την αρχικοποίηση μεταβλητών ως προς την τιμή και τη θέση (Lahtinen et al., 2005). Οι υψηλότερες επιδόσεις καταγράφονται στο συνδυαστικό επίπεδο στην εφαρμογή γνωστών διαδικασιών (>60%), ενώ στο επίπεδο

προσεγγιστικής κατανόησης οι μαθητές σημειώνουν τις υψηλότερες επιδόσεις στο επίπεδο δημιουργίας (27,3%). Η εφαρμογή γνώσεων θεωρείται ευκολότερη για τους μαθητές από τη δημιουργία προγράμματος (Meerbaum-Salant et al, 2010; Lister et al., 2006; Lopez et al, 2008).

Όταν δίνονται δύο δραστηριότητες στο ίδιο επίπεδο Bloom, οι μαθητές τείνουν να παρέχουν απαντήσεις στο ίδιο επίπεδο ΙΑΠ για την κατανόηση και την εφαρμογή, σε μικρότερο για την αξιολόγηση ενώ διαφοροποιούνται στην ανάλυση. Αυτό σχεδόν ταυτίζεται με την έρευνα των Sheard et al. (2008), οι οποίοι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι φοιτητές είναι σχετικά συνεπείς στο επίπεδο SOLO των απαντήσεων τους.

Στο επίπεδο επιμέρους κατανόησης, έδειξαν κακή αντίληψη της λειτουργίας της επανάληψης, τόσο για απλούς όσο και για εμφωλευμένους βρόχους (Izu et al., 2016). Ενώ επιβεβαιώνεται η απόψη των Petersen et al. (2011), ότι το επίπεδο εξαρτάται από τις διδακτικές δραστηριότητες που καλύπτονται κατά τη διδασκαλία.

Στην έρευνα των Izu et al. (2016) παραλείπεται η κατηγορία της εκτεταμένης θεώρησης επειδή δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί εάν οι μαθητές μπορούν να επεκτείνουν τις τρέχουσες γνώσεις τους. Στη συγκεκριμένη έρευνα μπορεί να εφαρμοστεί μόνο για τα επίπεδα αναλύω και δημιουργώ της ταξινόμιας Bloom και όχι στα υπόλοιπα επίπεδα επειδή οι δραστηριότητες είναι πολύ απλές. Τα επίπεδα αυτά ίσως θα πρέπει να εξετάζονται ως ένα επίπεδο και να διαχωρίζονται μόνο στην περίπτωση της ανάλυσης και της δημιουργίας.

Στην έρευνα υπάρχουν τρεις βασικοί περιορισμοί. Ο μικρός αριθμός του δείγματος που είχε διδαχθεί από το ίδιο εκπαιδευτικό τις ίδιες δραστηριότητες και την διδακτέα ύλη με την ίδια σειρά. Άλλος περιορισμός αφορά τους βαθμολογητές οι οποίοι δεν είχαν προσυμφωνήσει ώστε να διαμορφώσουν κοινό κριτήριο βαθμολόγησης. Ο τρίτος περιορισμός αφορά την αντιστοιχία της κλίμακας βαθμολόγησης με τα επίπεδα ΙΑΠ η οποία δεν είχε ελεγχθεί με δοκιμή. Η κλίμακα όπως έχει οριστεί ανταποκρίνεται σωστά. Τα επίπεδα της ΙΑΠ ενδεικνύονται είναι να είναι τέσσερα αφενός επειδή για όλα δεν ορίζονται τα επίπεδα Bloom και αφετέρου ο βαθμός 20 αντιστοιχεί για τους βαθμολογητές και στο τέταρτο και στο πέμπτο επίπεδο.

Οι μελλοντικές έρευνες πρέπει να περιλαμβάνουν λεπτομερέστερη εξέταση των σφαλμάτων και ακριβέστερη προσαρμογή της ΙΑΠ στην αξιολόγηση προγραμμάτων. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εφαρμόσουν αυτό το μοντέλο αξιολόγησης στην αρχή κάθε τετράμηνου ώστε να αναγνωρίσουν τα λανθασμένα νοητικά μοντέλα, και κατόπιν να προσαρμόσουν την διδασκαλία τους ανάλογα με τις ανάγκες των μαθητών. Τέλος, ελπίζουμε να μπορέσουμε να επεκτείνουμε τα αποτελέσματα της έρευνας για την κατασκευή τυποποιημένων τεστ για δεξιότητες προγραμματισμού.

Τα ευρήματα της εργασίας δείχνουν ότι η εφαρμογή της ΙΑΠ μπορεί να ενισχύσει τις προοπτικές των εκπαιδευτικών αλλά και των ερευνητών για αλγοριθμικές εκτιμήσεις στον εισαγωγικό προγραμματισμό, να εμβαθύνει και να διευρύνει την αξιολόγηση των δραστηριοτήτων των μαθητών και να βοηθήσει να εντοπιστούν οι δυσκολίες στο σχεδιασμό προγραμμάτων, καθώς και τη βελτίωση τους.

Αναφορές

- Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., & Γουλή, Ε. (2004). Μαθησιακές Δυσκολίες στις Επαναληπτικές Δομές. In *4ο Συνέδριο ΕΤΠΕ* (pp. 535-537). Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ζιώγα, Σ. (2018). *Το μοντέλο της Ιεραρχικής Αξιολόγησης Γνώσεων Προγραμματισμού: μια εμπειρική μελέτη*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Κόμης, Β. (2001). Μελέτη βασικών εννοιών του Προγραμματισμού στο πλαίσιο μιας Οικοδομητικής διδακτικής προσέγγισης. *Themes in Education 2*, (τομ. 2-3), 243-270.
- Λαδιάς, Δ., Μικρόπουλος, Α., Πλεσιώτης, Η., & Λαδιάς, Α., (2018). Εφαρμογή της ταξινόμιας SOLO στην αξιολόγηση της δόμησης των εντολών σε περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού. *Έρκυνα Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών-Επιστημονικών Θεμάτων* (15ο) pp: 43-52.

- Μπέλλου, Ι., & Μικρόπουλος, Τ. (2008). Μέθοδος για την Ιεραρχική Αξιολόγηση Γνώσεων Προγραμματισμού. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική Της Πληροφορικής*, 111-120.
- Παπαδάκης, Σ. (2016). Η παραδοσιακή ή κλασική προσέγγιση στην διδασκαλία του Προγραμματισμού. Προβλήματα και λύσεις. *10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής*.
- Τζιμογιάννης, Α. (2005). Προς ένα Παιδαγωγικό Πλαίσιο Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής* (pp. 99-111). Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος.
- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (Eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. MA: Allyn & Bacon.
- Bennedsen, J., & Caspersen, M. E. (2012). Persistence of elementary programming skills. *Computer Science Education*, 22(2).
- Bey, A., Bensebaa, T., & Benselem, H. (2010). EASEL : Evaluation of Algorithmic Skills in Environment Learning, 4(6), 64-67. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Computer and Information Engineering*
- Biggs, J., & Collis, K. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. New York, Academic Press.
- Bloom, B. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives. Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- Elnaffar, S. (2016). Using software metrics to predict the difficulty of code writing questions. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, 10-13-April (April 2016), 513-518.
- Ivanović, M., Xinogalos, S., Pitner, T., & Savić, M. (2015). Different Aspects of Delivering Programming Courses: Multinational Experiences. *Proceedings of the 7th Balkan Conference on Informatics Conference*, 37:1-37:7.
- Izu, C., Weerasinghe, A., & Pope, C. (2016). A Study of Code Design Skills in Novice Programmers using the SOLO taxonomy. *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 251-259.
- Jimoyiannis, A. (2011). Using SOLO taxonomy to explore students' mental models of the programming variable and the assignment statement. *Themes in Science & Technology Education*, 4(2), 53-74, 2011
- Kiran, E. L. N., & Moudgalya, K. M. (2015). Evaluation of programming competency using student error patterns. *International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering*, 34-41..
- Lahtinen, E., Ala-Mutka, K., & Järvinen, H.-M. (2005). A study of the difficulties of novice programmers. *ACM SIGCSE Bulletin*, 37(3).
- Lister, R., Simon, B., Thompson, E., Whalley, J. L., & Prasad, C. (2006). Not Seeing the Forest for the Trees : Novice Programmers and the SOLO Taxonomy. *ACM SIGCSE Bulletin*, 38, 118-122.
- Lopez, M., Whalley, J., Robbins, P., & Lister, R. (2008). Relationships between reading, tracing and writing skills in introductory programming. *ICER '08*, 101-112.
- Mallios, N., & Vassilakopoulos, M. (2015). Evaluating Students Programming Skill Behaviour and Personalizing Their Computer Learning Environment Using "the Hour of Code" Paradigm, *International Association for Development of the Information Society*.131-135.
- Meerbaum-Salant, O., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (2010). Learning computer science concepts with scratch. *ICER '10*, 69-76.
- Petersen, A., Craig, M., & Zingaro, D. (2011). Reviewing CS1 exam question content. *42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 631-636.
- Selby, C. C. (2015). Relationships: Computational Thinking, Pedagogy of Programing, and Bloom's Taxonomy. *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 80-87.
- Sheard, J., Carbone, A., Lister, R., Simon, B., Thompson, E., & Whalley, J. L. (2008). Going SOLO to assess novice programmers. *ACM SIGCSE Bulletin*, 40(3), 209.
- Thompson, E. (2007). Holistic assessment criteria - Applying SOLO to programming projects. *Conferences in Research and Practice in Information Technology Series*, 66, 155-162.
- Whalley, J., Lister, R., Thompson, E., Clear, T., Robbins, P., Ajith Kumar, P. K., & Prasad, C. (2006). An Australasian study of reading and comprehension skills in novice programmers, using the bloom and SOLO taxonomies. *Conferences in Research and Practice in Information Technology Series*, 52, 243-252.

Αξιοποίηση της πλατφόρμας Arduino στην εκπαίδευση: Σχεδιασμός μαθησιακών δραστηριοτήτων με βάση το πλαίσιο ECLiP

Ιορδάνης Κούσης, Αγορίτσα Γόγουλου
{akiskousis, rgogj}@di.uoa.gr
Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ

Περίληψη

Η εκπαιδευτική ρομποτική εισάγεται ολοένα και περισσότερο σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και ιδιαίτερα σε εκπαιδευτικά συστήματα που ακολουθούν την εκπαίδευση STEM. Η εργασία προτείνει την αξιοποίηση της πλατφόρμας Arduino για την εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, προτείνεται ο σχεδιασμός μαθησιακών δραστηριοτήτων βάσει του πλαισίου σχεδιασμού μαθησιακών δραστηριοτήτων ECLiP. Η πρόταση περιλαμβάνει τον εμπλουτισμό του ECLiP με εκπαιδευτικά στοιχεία ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής και την αξιοποίηση εναλλακτικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων για τον προγραμματισμό του Arduino ώστε να καλύπτει διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική Ρομποτική, Μαθησιακές Δραστηριότητες, Arduino, ECLiP

Εισαγωγή

Η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη που έχει συντελεστεί τα τελευταία χρόνια σε συνδυασμό με το γεγονός ότι αυτή συνεχίζεται με αμείωτο ρυθμό έχει φέρει στο προσκήνιο συζητήσεις που αφορά το μέλλον των επαγγελματιών (Nübler, 2016), των δεξιοτήτων και φυσικά της εκπαίδευσης που θα πρέπει προηγηθεί. Οι νέες δεξιότητες, όπως κριτική σκέψη, επίλυση προβλημάτων, συνεργασία, που θα καταστήσουν το άτομο ικανό να ανταπεξέλθει στις προκλήσεις της νέας εποχής του 21ου αιώνα, αποτελούν το επίκεντρο της εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης σε πολλές χώρες. Προς αυτή την κατεύθυνση η αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και της εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά (Eguchi, 2014).

Πρόσφατες ερευνητικές εργασίες αναδεικνύουν ότι η εκπαιδευτική ρομποτική έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον των ερευνητών ως ένα χρήσιμο εργαλείο για την ανάπτυξη γνωστικών και κοινωνικών δεξιοτήτων στους μαθητές ειδικά στα γνωστικά αντικείμενα STEM (Alimisis, 2013; He & Liang, 2019). Σκοπός της εκπαίδευσης STEM, ως μια μορφή σύγχρονης διαθεματικής προσέγγισης, είναι να συνδέσει τη μάθηση (θεωρητική γνώση) με την πραγματικότητα (πρακτική εφαρμογή), ώστε να φέρει τους μαθητές πιο κοντά στις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας (Breiner et al., 2012).

Η εκπαιδευτική ρομποτική, σχετίζεται τόσο με την παρατήρηση ή τον απλό χειρισμό ηλεκτρονικών μοντέλων (ρομπότ σε κλίμακα) όσο και με την εμπλοκή του μαθητή με την επίλυση προβλήματος, τη λήψη αποφάσεων και τον προγραμματισμό αναφορικά με τη συμπεριφορά του μοντέλου, με στόχο την ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης του μαθητή. Η ένταξη της ρομποτικής στην εκπαίδευση μπορεί να θεμελιωθεί στο επιχείρημα της χρήσης της τεχνολογίας ως νοητικό εργαλείο, δηλ. ένα εργαλείο το οποίο οδηγεί στην επεξεργασία πρότερων γνώσεων και στην οικοδόμηση νέας γνώσης, καλλιεργεί την καλύτερη κατανόηση

μέσα από την πρακτική εφαρμογή, διευκολύνει την ανάπτυξη διεργασιών όπως η γνωστική σύγκρουση και η αναδιοργάνωση των γνώσεων (Mikropoulos & Bellou, 2013). Η σχεδίαση μαθησιακών δραστηριοτήτων υπό τη μορφή των συνθετικών εργασιών διευκολύνει την προσαρμογή στα ενδιαφέροντα και στις δεξιότητες των μαθητών (Φράγκου κ.α., 2010).

Συνολικά και υπό τον κατάλληλο σχεδιασμό και προσοχή, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον μαθητή των πρώτων τάξεων του Δημοτικού, έως και τον φοιτητή ή τον επιστήμονα που εμπλέκεται με σύνθετες καταστάσεις και γλώσσες προγραμματισμού για την επίτευξη της συμπεριφοράς του ρομπότ (He & Liang, 2019). Καθώς στην αγορά υπάρχουν ποικίλα συστήματα ρομποτικής, τα οποία διαφέρουν ως προς το κόστος, τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, τα δομικά υλικά, τον βαθμό προσυναρμολόγησης τμημάτων και τον προγραμματισμό τους, είναι προφανές ότι χρειάζεται προσοχή ώστε να επιλέγεται εκείνο το περιβάλλον υλικού και λογισμικού που ικανοποιεί τις απαιτήσεις της βαθμίδας για την οποία προορίζεται καθώς και τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ένα από τα βασικά δομικά υλικά ενός ρομποτικού συστήματος είναι ο μικροελεγκτής. Ο μικροελεγκτής είναι ένα ολοκληρωμένο υπολογιστικό σύστημα με CPU, μνήμη, ελεγκτές I/O, ο οποίος μπορεί να αλληλοεπιδρά με το εξωτερικό του περιβάλλον διαβάζοντας αισθητήρες, να επεξεργάζεται δεδομένα και να ελέγχει συσκευές. Έτσι μεταξύ άλλων κάποιος μπορεί να δημιουργήσει πρωτότυπες ηλεκτρονικές κατασκευές, αυτόματα συστήματα, μοντέλα κ.α. Μια τέτοια πλατφόρμα είναι το Arduino η οποία αποτελεί έναν συνδυασμό μιας πλακέτας μικροελεγκτή, ένα σετ βιβλιοθηκών σε C++ και ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE). Το Arduino αποτελεί μια υποσχόμενη τεχνολογία που τυγχάνει θετικής αποδοχής από φοιτητές (Jamieson & Herdtner, 2015).

Το θεωρητικό υπόβαθρο και οι βασικές γνώσεις που πρέπει να έχουν οι μαθητές προκειμένου να ανταπεξέλθουν σε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα ρομποτικής ποικίλλουν καθώς εξαρτώνται από παράγοντες όπως το σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί και η ηλικία των μαθητών. Συγκεκριμένα για το Arduino απαιτούνται βασικές γνώσεις υπολογιστή, γνώσεις περιήγησης στο Διαδίκτυο, βασικές γνώσεις προγραμματισμού, και ηλεκτρολογικών/ηλεκτρονικών. Για κατηγορίες μαθητών που δε διαθέτουν το υπόβαθρο σε προγραμματισμό C και σε θέματα βασικής ηλεκτρονικής/ηλεκτρολογίας (όπως σε μαθητές δημοτικού) μπορεί να ακολουθηθεί μια προσέγγιση με χρήση οπτικών γλωσσών (Scratch) για τον προγραμματισμό και εισαγωγικών εννοιών για τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που θα χρησιμοποιούνται.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας προτείνεται η αξιοποίηση και ο εμπλουτισμός του πλαισίου ECLiP (Exploratory + Collaborative Learning in Programming) (Gogoulou et al., 2009) στο σχεδιασμό μαθησιακών δραστηριοτήτων για την εισαγωγή μαθητών της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην εκπαιδευτική ρομποτική αξιοποιώντας την πλατφόρμα Arduino. Επιπλέον, παρουσιάζεται ένα σύνολο μαθησιακών δραστηριοτήτων που καλύπτει βασικές έννοιες της εκπαιδευτικής ρομποτικής καθώς και τα αποτελέσματα από την πιλοτική πειραματική εφαρμογή.

ECLiP και Arduino

Το ECLiP είναι ένα πλαίσιο σχεδιασμού δραστηριοτήτων που αξιοποιεί χαρακτηριστικά από τη διερευνητική και συνεργατική μάθηση και προτείνει μια διαδικασία η οποία αποτελείται από τρεις φάσεις: (i) Δημιουργία κινήτρου για μάθηση, (ii) Οικοδόμηση της γνώσης μέσω της Διερεύνησης+Συνεργασίας (Constructing knowledge through Exploration+Collaboration)

και (iii) Εφαρμογή - Εκλέπτυνση της γνώσης (Applying-Refining knowledge). Οι δραστηριότητες που σχεδιάζονται με βάση το ECLiP πρέπει να αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο, να έχουν συνοχή και συνέχεια και να στοχεύουν τόσο στην οικοδόμηση της γνώσης (2ο Βήμα) όσο και στην εφαρμογή της (3ο Βήμα). Απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη αυτών των στόχων αποτελεί η ενεργοποίηση των μαθητών και η πρόκληση του ενδιαφέροντος τους για μάθηση (1ο Βήμα) (Gogoulou et al., 2009).

Η επιλογή του Arduino έγινε καθώς είναι μία τεχνολογία φτηνή, αξιόπιστη, εύλικτη και πολυδιάστατη. Ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά συγκριτικά με έτοιμα, κλειστά συστήματα είναι ότι οι μαθητές βλέπουν και παρατηρούν τα δομικά συστατικά από τα οποία αποτελείται μια ηλεκτρονική κατασκευή ενώ μαθαίνουν προγραμματισμό ενσωματωμένων συστημάτων. Αποτέλεσε πρόκληση ο σχεδιασμός ενός ολοκληρωμένου συνόλου μαθησιακών δραστηριοτήτων για την εφαρμογή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση αξιοποιώντας το Arduino.

Για τον σχεδιασμό των μαθησιακών δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής διαμορφώθηκαν και εμπλουτίστηκαν οι τρεις φάσεις ως εξής:

ΦΑΣΗ 1 : Δημιουργία κινήτρον και πρόκληση ενδιαφέροντος

Στη φάση αυτή οι δραστηριότητες έχουν σκοπό, εκτός από την πρόκληση του ενδιαφέροντος, να αναδειχθούν τυχόν ελλείψεις και να δημιουργηθεί η ανάγκη αναζήτησης νέας γνώσης. Για την πρόκληση του ενδιαφέροντος είναι σημαντικό να γίνει χρήση απλών, γνωστών προβλημάτων από την καθημερινότητα. Αυτό θα αναδείξει τη χρησιμότητα της ρομποτικής, της ηλεκτρονικής και του προγραμματισμού ενώ θα προκληθεί το ενδιαφέρον για την αποκωδικοποίηση και την εξερεύνηση της τεχνολογικής πραγματικότητας που συναντά ο μαθητής. Οι δραστηριότητες μπορούν να περιλαμβάνουν:

- Παρουσίαση ενός μέσου (vídeo, παρουσίαση, εικόνες) και σχολιασμό από τους μαθητές.
- Έτοιμη κατασκευή (μαύρο κουτί) και σχολιασμό επί της λειτουργίας της ή της προγραμματιστικής υλοποίησης που «κρύβει».
- Συζήτηση και ανάδειξη των εμπειριών των μαθητών.
- Αναφορά σε δραστηριότητες και έργα που έχουν εκπονηθεί και διαφαινόμενες προοπτικές επέκτασης με νέα δεδομένα.

ΦΑΣΗ 2 : Οικοδόμηση νέας γνώσης μέσω διερεύνησης – συνεργασίας

Ο σκοπός σε αυτή τη φάση είναι οι μαθητές να διερευνήσουν μόνοι τους τα διάφορα χαρακτηριστικά των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν στις δραστηριότητες και των προγραμματιστικών τεχνικών που θα κληθούν να ακολουθήσουν. Πειραματίζονται με σκοπό την κατανόηση, εφαρμόζουν τροποποιήσεις σε υλικό που τους δίνεται και δοκιμάζουν να επιλύσουν παρόμοια μικρά προβλήματα. Επίσης, αξιοποιούνται μέθοδοι συνεργασίας (όπως το μοντέλο οδηγού- παρατηρητή (Williams et al., 2002) για την καλλιέργεια δεξιοτήτων στην επιχειρηματολογία, στον κριτικό σχολιασμό, στη σύνθεση απόψεων, κ.α.). Στη φάση αυτή μπορούν να σχεδιαστούν δραστηριότητες οι οποίες:

- Με δεδομένο ένα έτοιμο κύκλωμα και πρόγραμμα οι μαθητές καλούνται να μαντέψουν (ή να ανακαλύψουν) παρατηρώντας το, ποια είναι η λειτουργία του και στη συνέχεια να συγκρίνουν το πραγματικό με το προσδοκώμενο αποτέλεσμα.
- Πάνω σε ένα κύκλωμα που θα δίδεται έτοιμο, οι μαθητές καλούνται να πειραματιστούν με τροποποιήσεις για την επίτευξη μιας παραλλαγής (που μπορεί να σκεφτούν και οι ίδιοι).

ΦΑΣΗ 3 : Εφαρμογή και εκλέπτυνση της γνώσης

Στην τρίτη φάση οι μαθητές καλούνται να δημιουργήσουν, να αξιολογήσουν και να αξιολογηθούν και να αναπτύξουν περαιτέρω τις γνώσεις τους. Οι δραστηριότητες στη φάση αυτή περιλαμβάνουν :

- Τον αναστοχασμό: γίνεται ο έλεγχος των ιδεών και απόψεων
- Ανάπτυξη μιας νέας εφαρμογής: υλοποιείται ένα project
- Αξιολόγηση: αυτοαξιολόγηση ή αξιολόγηση από ομότιμους

Η υλοποίηση ενός μικρού project, στο πλαίσιο της φάσης 3, το οποίο θα στηρίζεται στις γνώσεις που μέχρι τώρα έχουν αποκτηθεί, συμβάλει στην εφαρμογή της νεοαποκτηθείσας γνώσης και στην αποσαφήνιση τυχόν παρανοήσεων. Επιπλέον, είναι σημαντικό οι μαθητές να εμπλέκονται σε δημιουργικές δραστηριότητες που οδηγούν σε έργα που αναδεικνύουν τη χρησιμότητα και την εφαρμογή της γνώσης. Οι μαθητές αφήνονται ελεύθεροι στο πλαίσιο εκπόνησης ενός έργου να συνεργαστούν, να πειραματιστούν, να προβληματιστούν και να καταλήξουν σε ένα μοναδικό για αυτούς αποτέλεσμα. Ως αποτέλεσμα δεν νοείται μόνο η τελική έκβαση της κατασκευής (που μπορεί να είναι ένα απλό αναβόσβημα ενός LED) αλλά και τα επιμέρους στάδια τα οποία για κάθε ομάδα μπορεί είναι διαφορετικά. Για την ολοκλήρωση της φάσης 3, προτείνεται να χρησιμοποιούν διαδικασίες αναστοχασμού και αξιολόγησης (αυτο-αξιολόγηση και ομότιμη αξιολόγηση) που επιτρέπουν στους μαθητές να τεκμηριώσουν τις επιλογές τους, να γίνουν εποικοδομητικοί σχολιαστές, να πάρουν ιδέες από τις προτάσεις άλλων, κ.λπ. (Sluijsmans, 1999).

Τέλος, η ανάπτυξη συνεργατικού κλίματος με τον σχηματισμό μικρών ή μεγαλύτερων ομάδων είναι άλλος ένας σημαντικός πυλώνας στο πλαίσιο ECLiP. Ειδικά για την περίπτωση της ρομποτικής, οι συνεργασίες μπορούν να είναι πολυδιάστατες (π.χ. προγραμματιστής, βοηθός του, ομάδα σχεδιασμού, ομάδα υλοποίησης κ. λπ.).

Μαθησιακές δραστηριότητες

Με βάση το εμπλουτισμένο πλαίσιο ECLiP, σχεδιάστηκε και προτείνεται ένα ολοκληρωμένο σύνολο μαθησιακών δραστηριοτήτων για εισαγωγή στην εκπαιδευτική ρομποτική με το Arduino και βασικά περιφερειακά του εξαρτήματα. Οι δραστηριότητες παρουσιάζονται με τη μορφή Φύλλων Εργασίας (ΦΕ) (Πίνακας 1). Η προτεινόμενη δομή για το ΦΕ είναι: α) εισαγωγικό σημείωμα στο Φύλλο Εργασίας (ΦΕ) στο οποίο περιλαμβάνονται οι προαπαιτούμενες γνώσεις, προγραμματιστικές έννοιες και έννοιες υλικού και τεχνολογίας που διαπραγματεύεται το ΦΕ, οι διδακτικοί στόχοι του ΦΕ και τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα και οι απαιτούμενοι πόροι για την πραγματοποίηση του ΦΕ, β) τις δραστηριότητες για κάθε βήμα του ECLiP, και γ) παράρτημα με επιπλέον οδηγίες.

Για τον προγραμματισμό του Arduino και την υλοποίηση των ζητούμενων στα φύλλα εργασίας οι μαθητές καλούνται να χρησιμοποιήσουν τη γλώσσα Wiring C μέσα από το περιβάλλον Arduino IDE αλλά και γλώσσες οπτικού προγραμματισμού όπως η S4A και η Ardublock ώστε ανάλογα με την πρότερη γνώση και τους επιδιωκόμενους γνωστικούς στόχους όσον αφορά στον προγραμματισμό, να επιλέγουν το επιθυμητό προγραμματιστικό περιβάλλον. Επιπρόσθετα χρησιμοποιείται το περιβάλλον Fritzing μέσα από το οποίο μπορεί κάποιος όχι μόνο να προγραμματίσει το Arduino αλλά και να σχεδιάσει το κύκλωμα που καλείται να υλοποιήσει. Έτσι παράλληλα οι μαθητές μαθαίνουν για τον σχεδιασμό CAD στα ψηφιακά κυκλώματα.

Στο πλαίσιο ενός ολοκληρωμένου προγράμματος ρομποτικής-πληροφορικής προτείνεται να συμπεριληφθεί ένα κεντρικό μακροπρόθεσμο project. Ένα προτεινόμενο project περιλαμβάνει δύο ομάδες: η μία ομάδα αναλαμβάνει να κατασκευάσει και προγραμματίσει ένα ρομποτικό όχημα (Pacman) το οποίο θα κινείται στον ελεύθερο χώρο. Όταν συναντά ένα

εμπόδιο θα το αποφεύγει. Όταν πλησιάζει το άλλο όχημα (ghost) θα προσπαθεί να τρέξει μακριά του. Η δεύτερη ομάδα αναλαμβάνει να κατασκευάσει τον κυνηγό του Pacman, το φάντασμα (ghost). Θα είναι ένα όχημα το οποίο θα ψάχνει συνεχώς το όχημα της Ομάδας 1 με σκοπό να το ακουμπήσει (ή να φτάσει σε μια ελάχιστη απόσταση). Και οι δύο ομάδες καλούνται να κατασκευάσουν ένα ίδιο αντικείμενο (κινούμενο όχημα) το οποίο θα εκτελεί κοινές και μη κοινές ενέργειες. Κατά τη διάρκεια της υλοποίησης οι ομάδες θα πρέπει να συνεργαστούν ώστε να πάρουν αποφάσεις σχετικά με θέματα όπως η αλληλεπίδραση των δύο οχημάτων.

Πίνακας 1. Προτεινόμενος σχεδιασμός για εισαγωγή στην εκπαιδευτική ρομποτική με το Arduino

Ενότητα	Τίτλος	Γνωστικά πεδία - λέξεις κλειδιά
Εξαρτήματα γενικού σκοπού	Φύλλο Εργασίας 1 Το Arduino ανάβει το Φως Η Δίοδος Εκπομπής Φωτός (Led)	Οπτική, ηλεκτρισμός, προγραμματισμός
	Φύλλο Εργασίας 2 Το Arduino ρυθμίζει το Ηλεκτρικό Ρεύμα Η Μεταβλητή Ωμική Αντίσταση (Ποτενσιόμετρο)	Ηλεκτρισμός, προγραμματισμός, έλεγχος
Αισθητήρες	Φύλλο Εργασίας 3 Το Arduino ελέγχει τη Θερμοκρασία Ο Αισθητήρας Θερμοκρασίας	Θερμοκρασία, προγραμματισμός
	Φύλλο Εργασίας 4 Το Arduino αντιλαμβάνεται τον Χώρο Ο Αισθητήρας Μέτρησης Απόστασης	Υπέρηχος, προγραμματισμός, μηχανική
Μηχανισμοί	Φύλλο Εργασίας 5 Το Arduino σε Κίνηση Ο Dc Κινητήρας και ο Σερβοκινητήρας	Μηχανική, ηλεκτρισμός προγραμματισμός

Ενδεικτικά περιγράφονται συνοπτικά το ΦΕ 1 το ΦΕ 2 τα οποία εφαρμόστηκαν πιλοτικά. Στο ΦΕ1, «Το Arduino ανάβει το Φως -Η Δίοδος Εκπομπής Φωτός (Led)», γίνεται γνωριμία με το Arduino και τον βασικό τρόπο προγραμματισμού του εν λόγω μικροελεγκτή με τις γλώσσες Wiring C και Scratch for Arduino (S4A). Επίσης, εξετάζονται τα βασικά δομικά υλικά της ηλεκτρονικής και με αυτά υλοποιείται ένα κύκλωμα. Στη συνέχεια γίνεται σύνδεση με τον μικροελεγκτή και με χρήση της πλακέτας και της γλώσσας προγραμματισμού, το κύκλωμα λειτουργεί εκτελώντας τις ενέργειες που σχεδιάστηκαν. Το ΦΕ αποτελείται από πέντε δραστηριότητες. Στην 1^η δραστηριότητα οι μαθητές παρακολουθούν αρχικά ένα σύντομο video clip που παρουσιάζονται έργα (projects) και ιδέες με επίκεντρο τον μικροελεγκτή Arduino με στόχο να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών. Μέσα από εισαγωγικές ερωτήσεις οι μαθητές καταγράφουν τις εμπειρίες τους και ανακαλούν υπάρχουσες γνώσεις σε σχέση με τη ρομποτική. Στη 2^η Δραστηριότητα οι μαθητές προσπαθούν να αναγνωρίσουν τα εξαρτήματα που τους δίνονται και απαντούν σε σχετικές ερωτήσεις σχετικά με τη χρήση τους. Επιδιώκεται η δημιουργία νέας γνώσης μέσω της παρατήρησης και διερεύνησης καθώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι έχουν γνωστικές ελλείψεις. Συνεργάζονται σε ομάδες και ανταλλάσσουν γνώσεις οπότε παράλληλα αντιλαμβάνονται την αξία της ομαδικής εργασίας. Ακολούθως (3^η δραστηριότητα) οι μαθητές διερευνούν περαιτέρω το ηλεκτρονικό κύκλωμα. Παρατηρούν το σχέδιο και παίζουν ένα μικρό παιχνίδι αντιστοιχίσεων. Τα ερωτήματα «Αναγνωρίστε τα εξαρτήματα» και «Συγκρίνετε το θεωρητικό με το πραγματικό» οικοδομούν την απαραίτητη γνώση γύρω από

τα στοιχειώδη ηλεκτρονικά εξαρτήματα του Arduino. Στη συνέχεια ζητείται η εφαρμογή των όσων έχουν μάθει μέσα από την απλή τροποποίηση ενός βασικού ηλεκτρολογικού διαγράμματος. Στην 4^η δραστηριότητα δίνονται έτοιμα δύο τμήματα κώδικα σε διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού και ζητούνται απαντήσεις σε ερωτήσεις σχετικά με εντολές που περιέχουν. Σε αυτή τη φάση ζητείται οι μαθητές «διδασκασμένοι» να κατανοήσουν το πρόγραμμα και να απαντήσουν. Οι εντολές είναι στην πραγματικότητα συναρτήσεις που αλληλοεπιδρούν με συγκεκριμένο τρόπο με τον μικροελεγκτή. Εκτελώντας τα προγράμματα και παρατηρώντας το αποτέλεσμα επιδιώκεται η κατανόηση της λειτουργίας των εντολών και της σχέσης τους με το υλικό μέρος. Στη συνέχεια ζητείται η τροποποίηση του προγράμματος προκειμένου να επιτευχθεί κάποιο ζητούμενο αποτέλεσμα. Στην παρούσα δραστηριότητα δίνεται επίσης η ευκαιρία να ανακληθούν πρότερες γνώσεις που έχουν διδαχθεί όπως η έννοια της συνάρτησης και της μεταβλητής στον προγραμματισμό. Στην 5^η δραστηριότητα δίνεται ένα project ώστε οι μαθητές να εφαρμόσουν τις γνώσεις που αποκόμισαν στις προηγούμενες δραστηριότητες. Το project αφορά γνωστό αντικείμενο της καθημερινής ζωής, τον φάρο, ώστε να παρουσιάζει αυξημένο ενδιαφέρον. Αρχικά δίνονται κατανοητές και σύντομες οδηγίες ώστε με τη βοήθεια του Διαδικτύου να εντοπιστούν οι πληροφορίες και οι απαιτήσεις της δραστηριότητας. Συγκεκριμένα καλούνται να εντοπίσουν πληροφορίες γενικά για τη σημασία και την τεχνολογία των φάρων και κατόπιν να βρουν πληροφορίες για έναν συγκεκριμένο (υπαρκτό) φάρο ώστε να καταφέρουν να τον προσομοιάσουν στη συνέχεια με τη βοήθεια του Arduino και του προγραμματισμού. Οι μαθητές, κάνοντας μικρές τροποποιήσεις στον κώδικα του προγράμματος που ήδη έχουν χρησιμοποιήσει από τις προηγούμενες δραστηριότητες και χρησιμοποιώντας το ίδιο κύκλωμα, προσπαθούν να προσομοιάσουν τη λειτουργία του φάρου εργαζόμενοι σε ομάδες και αναλαμβάνοντας συγκεκριμένους ρόλους.

Το 2^ο σύνολο δραστηριοτήτων (ΦΕ2), επικεντρώνεται στο ποτενσιόμετρο που αποτελεί ένα ευρέως δομικό στοιχείο των ηλεκτρονικών. Παρουσιάζονται οι ιδιότητές του και η χρησιμότητά του μαθαίνοντας το θεωρικό υπόβαθρο για αυτό και υλοποιώντας κυκλώματα που το χρησιμοποιούν. Για τον προγραμματισμό γίνεται χρήση της γλώσσας οπτικού προγραμματισμού Ardublock. Στην 1^η δραστηριότητα τίθενται ερωτήσεις στους μαθητές ώστε να προκληθεί το ενδιαφέρον και να γίνει γνωριμία με το ποτενσιόμετρο και τις χρήσεις του. Με αναφορά στην «καθημερινότητα» ενισχύεται η περιέργεια και το κίνητρο των μαθητών να γνωρίσουν νέες τεχνολογίες. Στη 2^η δραστηριότητα, οι μαθητές έχουν στη διάθεσή τους έτοιμο το κύκλωμα αλλά και τον κώδικα στην οπτική γλώσσα προγραμματισμού Ardublock. Εκτελώντας το πρόγραμμα στον μικροελεγκτή και παρατηρώντας τη λειτουργία του, απαντούν σε σχετικές με τη λειτουργία του ερωτήσεις. Στην εν λόγω ομάδα ερωτήσεων έχουν συμπεριληφθεί και ερωτήσεις που παραπέμπουν στις γενικές γνώσεις των μαθητών σε ένα άλλο γνωστικό πεδίο, αυτό του ηλεκτρισμού, ως ένα παράδειγμα της σύνδεσης των αντικειμένων που εξετάζονται με άλλα επιστημονικά πεδία όπως η μηχανική, ο ηλεκτρισμός, η ηλεκτρονική κ.α. Στο τέλος της δραστηριότητας ζητείται η τροποποίηση του κυκλώματος ώστε να εκτελεί μια ακόμα λειτουργία. Στην 3^η δραστηριότητα δίνεται ένα project που αφορά τη χρήση του ποτενσιόμετρου σε μια συνηθισμένη εφαρμογή της καθημερινότητας – τον εσωτερικό φωτισμό του σπιτιού. Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες των δύο-τριών ατόμων αναλαμβάνοντας συγκεκριμένο ρόλο ο καθένας, παρόμοιους με αυτούς που υπάρχουν σε ένα σχετικό επαγγελματικό περιβάλλον. Το τελικό «προϊόν» που θα σχεδιαστεί και θα υλοποιηθεί είναι μια αφαιρετική προσομοίωση εσωτερικού φωτισμού με LED όπου θα πρέπει στο ίδιο κύκλωμα και πρόγραμμα να μπορούν να συμβούν διαφορετικά γεγονότα. Η πρόκληση αφορά στο πώς οι μαθητές θα προγραμματίσουν το Arduino ώστε να αλλάζει χρώματα η

διάταξη και παράλληλα να εμπλέξουν και το ποτενοσίμετρο για να ρυθμίσουν τη φωτεινότητα.

Εφαρμογή

Τα δύο πρώτα φύλλα εργασίας εφαρμόστηκαν κατά τη διάρκεια δύο διδακτικών ωρών σε φοιτητές του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του ΕΚΠΑ στο πλαίσιο του μαθήματος «Διδακτική της Πληροφορικής». Η πιλοτική εφαρμογή αποφασίστηκε να γίνει στο συγκεκριμένο δείγμα καθώς κανείς από τους συμμετέχοντες δε είχε πρότερη επαφή με Arduino και εκπαιδευτική ρομποτική και γιατί οι συγκεκριμένοι φοιτητές παρακολουθούν το Πρόγραμμα Παιδαγωγικής και Διδακτικής Επάρκειας του Τμήματος, επομένως μπορούν να σχολιάσουν και τον μαθησιακό σχεδιασμό. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής συμπληρώθηκαν από τους φοιτητές οι απαντήσεις στα ερωτήματα των ΦΕ και χρησιμοποιήθηκαν οι πλακέτες ώστε να γίνει κατάλληλος προγραμματισμός του Arduino σύμφωνα με τα ζητούμενα.

Για τη διερεύνηση θεμάτων μαθησιακού σχεδιασμού και διδακτικής προσέγγισης και προτιμήσεων/απόψεων όσον αφορά το προγραμματιστικό περιβάλλον, οι φοιτητές συμπλήρωσαν ηλεκτρονικά ένα ερωτηματολόγιο (8 από 9 φοιτητές). Το ερωτηματολόγιο δομείται σε τέσσερις ενότητες με κλειστού και ανοικτού τύπου ερωτήσεις

Από τις απαντήσεις προκύπτει ότι οι αξιοποιούμενες διδακτικές προσεγγίσεις και η ακολουθία των δραστηριοτήτων ικανοποίησε τους φοιτητές και διευκόλυνε τη μάθηση σε ικανοποιητικό βαθμό. Οι φοιτητές λειτούργησαν μόνοι τους, η παρέμβαση ήταν ιδιαίτερα περιορισμένη κυρίως λόγω των πρότερων γνώσεων των φοιτητών στον τομέα του hardware. Τα παραρτήματα υπηρέτησαν τον στόχο τους καθώς παρείχαν τεχνικά θέματα εγκατάστασης του υλικού και του λογισμικού που χρησιμοποιούνται στα ΦΕ. Οι συμμετέχοντες στην πράξη έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον για την πλατφόρμα το οποίο εκφράστηκε με την ενεργή συμμετοχή τους καθ' όλη τη διάρκεια της εφαρμογής. Το ενδιαφέρον αυτό εκφράστηκε με την επιθυμία όλων να εμβραθύνει μελλοντικά στην αξιοποίηση του Arduino στην εκπαίδευση. Όσον αφορά την άποψη των συμμετεχόντων για την καταλληλότητα της πλατφόρμας Arduino στις διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης, από τις απαντήσεις προκύπτει ότι η πλατφόρμα μπορεί να αξιοποιηθεί σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες με το μεγαλύτερο ποσοστό να προτείνει το Λύκειο ως την καταλληλότερη βαθμίδα (85,7%). Επιπλέον, όλοι οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι η πλατφόρμα Arduino και τα διαφορετικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα μπορούν να υποστηρίξουν την εκμάθηση προγραμματισμού τόσο σε επίπεδο Λυκείου όσο και σε επίπεδο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι συγκεκριμένοι συμμετέχοντες προτιμούν τον κειμενικό προγραμματισμό στην πλειοψηφία τους, καθώς έχουν ασχοληθεί ελάχιστα ή καθόλου με τον οπτικό προγραμματισμό ο οποίος απευθύνεται κυρίως σε μικρότερες ηλικίες και εκπαιδευτικές βαθμίδες.

Σχετικά με τις απαντήσεις των φοιτητών στα ΦΕ, το ΦΕ1 συμπληρώθηκε πλήρως από όλες τις ομάδες (πλην μιας ομάδας η οποία δεν εκτέλεσε το project) ενώ το ΦΕ2 συμπληρώθηκε πλήρως από δύο ομάδες. Το γνωστικό επίπεδο διαπιστώθηκε ότι ήταν υψηλό και σχεδόν κοινό στον τομέα του προγραμματισμού - αναμενόμενο καθώς πρόκειται για φοιτητές πληροφορικής. Ωστόσο στον τομέα του μικροελεγκτή οι γνώσεις διαπιστώθηκε ότι ποικίλουν. Οι απαντήσεις που δόθηκαν στο σύνολο των ερωτήσεων των δραστηριοτήτων 1 έως 4 του ΦΕ1 ήταν περιεκτικές και στη σωστή κατεύθυνση. Οι ομάδες που εκπόνησαν το project του ΦΕ1 απέδωσαν ορθά το σχέδιο και προγραμμάτισαν επίσης ορθά. Η ομάδα που δεν εκπόνησε το project, δεν τα κατάφερε λόγω χρόνου καθώς αφιέρωσε πολύ χρόνο στις υπόλοιπες δραστηριότητες και προτίμησε να προχωρήσει στο 2^ο ΦΕ.

Συμπεράσματα

Οι ανοικτές τεχνολογίες όπως είναι το Arduino αποτελούν μια εναλλακτική πλατφόρμα εκπαιδευτικής ρομποτικής η οποία όμως δεν έχει αξιοποιηθεί ευρέως στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Εξαιρέση αποτελούν τα επαγγελματικά Λύκεια στα οποία καθώς υπάρχει ήδη το κατάλληλο περιβάλλον, αξιοποιούνται συναφείς τεχνολογίες σε αρκετά μεγάλο βαθμό.

Η τεχνολογία Arduino παρουσιάζει πλεονεκτήματα όπως κόστος και διαθεσιμότητα υλικού ενώ το αντίστοιχο λογισμικό προσφέρεται δωρεάν. Υποστηρίζεται δε από πολύ μεγάλη κοινότητα και χρησιμοποιείται σε πανεπιστημιακά μαθήματα.

Ο σχεδιασμός κατάλληλων μαθησιακών δραστηριοτήτων και η επιλογή κατάλληλων περιβαλλόντων προγραμματισμού, μπορεί να διευκολύνει την εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής με την τεχνολογία Arduino στην πρωτοβάθμια και γενική δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Η προτεινόμενη προσέγγιση μαθησιακών δραστηριοτήτων διαφοροποιείται από τις υπάρχουσες τύπου «tutorial» γιατί έχει ως πρωταρχικό στόχο την ανάπτυξη της ενεργητικής μάθησης από τους μαθητές και την εμπλοκή τους σε δραστηριότητες διερεύνησης, υλοποίησης project και συνεργασίας.

Στα άμεσα σχέδια περιλαμβάνεται η εφαρμογή των δραστηριοτήτων στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση σε πραγματικές συνθήκες και ο αναλυτικός σχεδιασμός του τελικού project.

Αναφορές

- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Breiner J., Johnson C., Harkness S., & C. Koehler (2012). What is STEM? A discussion about Conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Eguchi A. (2014). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 8(1), 5-11.
- Gogoulou, A., Gouli, E., Grigoriadou, M. (2009). Teaching Programming with ECLiP Didactical Approach. *Proceedings of the IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2009)* (pp. 204-211), Rome, 20-22 November.
- He, Y. & Liang, L. (2019). Application of Robotics in Higher Education in Industry 4.0 Era. *Universal Journal of Educational Research*, 7(7), 1612-1622.
- Jamieson, P. & Herdtner, J. (2015). More missing the Boat – Arduino, Raspberry Pi, and small prototyping boards and engineering education needs them. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-6), El Paso, TX, 2015.
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational Robotics as Mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 5-14.
- Nübler I. (2016). *New technologies: A jobless future or a golden age of job creation?* Working paper, International Labour Organisation. Τελευταία πρόσβαση, Φεβρουάριος 2020 https://www.ilo.org/global/research/publications/working-papers/WCMS_544189/lang-en/index.htm
- Sluijsmans, D., Dochy, F., & Moerkerke, G. (1999). Creating a learning environment by using self-, peer- and co-assessment. *Learning Environments Research*, 1, 293-319.
- Williams, L., Wiebe, E., Yang, K., Ferzli, M., & Miller, C. (2002). In support of pair programming in the introductory computer science course. *Computer Science Education*, 12(3), 197-212.
- Φράγκου Σ., Γρηγοριάδου Μ., Παπανικολάου Σ. (2010). Σχεδιάζοντας δραστηριότητες ρομποτικής για μαθητές Γυμνασίου. Στο Γρηγοριάδου Μ. (επιμ) *Πρακτικά του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σ. 216-223). Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ, Αθήνα, 9-11 Απριλίου, 2010.

Απόψεις εκπαιδευτικών Πληροφορικής για την ενσωμάτωση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στη σχολική εκπαίδευση

Αγγελική Κάππου^{1,2}, Παναγιώτης Τσιωτάκης², Αθανάσιος Τζιμογιάννης²
akappou@sch.gr, ptsiotakis@uop.gr, ajimoyia@uop.gr

¹ Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση Ν. Κορινθίας

² Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη διερευνά τις απόψεις εκπαιδευτικών Πληροφορικής αναφορικά με τη σχεδίαση και την υλοποίηση δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί υλοποιούν συστηματικά σχετικά προγράμματα, τόσο στο πλαίσιο του σχολικού ωραρίου όσο και ως απογευματινή δραστηριότητα προετοιμασίας σε διαγωνισμούς. Ως εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ατομική ημιδομημένη συνέντευξη με εννέα εκπαιδευτικούς. Η θεματική ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι οι εμπλεκόμενοι μαθητές επιτυγχάνουν σημαντικά γνωστικά οφέλη και αναπτύσσουν πληθώρα μαθησιακών, νοητικών, διαπροσωπικών και κοινωνικών δεξιοτήτων. Δημοφιλέστερες εκπαιδευτικές στρατηγικές κατά τη σχεδίαση δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής είναι η διερευνητική και η συνεργατική μάθηση μέσω συνθετικών εργασιών (projects) και επίλυσης ανοικτών προβλημάτων. Τέλος, παρέχουν προτάσεις διαμόρφωσης κατάλληλου πλαισίου ενσωμάτωσης της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στο κύριο πρόγραμμα όλων των βαθμίδων.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική Ρομποτική, απόψεις εκπαιδευτικών, παιδαγωγικές αντιλήψεις

Εισαγωγή

Την τελευταία δεκαετία, η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών και εκπαιδευτικών από το νηπιαγωγείο έως το πανεπιστήμιο. Η συζήτηση για την ένταξη της ΕΡ στη σχολική εκπαίδευση στοχεύει στην ανάπτυξη ενός δυναμικού μαθησιακού περιβάλλοντος, όπου οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εκθέτουν τις γνώσεις και τις ικανότητές τους, να υλοποιούν έρευνα και να αναπτύσσουν σημαντικές δεξιότητες που είναι χρήσιμες για το μέλλον τους (Ronsivalle et al., 2018). Παράλληλα, οι διαγωνισμοί εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν αναδειχθεί ως ιδιαίτερα δημοφιλείς εκπαιδευτικές δραστηριότητες, οι οποίες εμπλέκουν ενεργά τους μαθητές σε συνεργατικές πρακτικές επίλυσης προβλημάτων και ανάπτυξης γνωστικών και κοινωνικών δεξιοτήτων.

Η έρευνα δείχνει ότι η ΕΡ στη σχολική εκπαίδευση μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην ανάπτυξη από τους μαθητές δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης (Esteve-Mon et al., 2019· Atmatzidou & Demetriadis, 2016) και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα, όπως δημιουργικότητα και κριτική σκέψη, ικανότητα εργασίας σε ομάδες και αποτελεσματική συνεργασία, δεξιότητες επικοινωνίας, ανάληψη ευθυνών, αναζήτηση και επεξεργασία δεδομένων, καθώς και ικανότητες επίλυσης προβλημάτων του πραγματικού κόσμου (Khanlari, 2013· Smyrnona-Trybulska et al., 2017). Σύμφωνα με τους Moro, Agatolio & Menegatti (2018), η ΕΡ συμβάλει στην ενίσχυση της αυτοεκτίμησης των μαθητών, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικής έρευνας και δια βίου μάθησης.

Τα αποτελέσματα της επισκόπησης των Toh et al. (2016), σχετικά με τη χρήση της ΕΡ σε παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας, έδειξαν ότι συμβάλει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων σε γνωστικές, εννοιολογικές, γλωσσικές και κοινωνικές (συνεργατικές) δεξιότητες. Οι μαθητές

υλοποιούν δραστηριότητες ΕΡ, συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων σε ένα ομαδικό πλαίσιο αναπτύσσοντας δεξιότητες που σχετίζονται με την υπολογιστική σκέψη, τη μαθηματική και λογική σκέψη, καθώς και την κοινωνική αλληλεπίδραση (Caballero-Gonzalez et al., 2019' Esteve-Mon et al., 2019' Yildiz Durak et al., 2019).

Λόγω του διεπιστημονικού της χαρακτήρα, η ΕΡ αποτελεί μια δημοφιλή και αναδυόμενη προσέγγιση για τη συμμετοχή των μαθητών σε αυθεντικές δραστηριότητες μάθησης που συνδυάζουν τις Επιστήμες, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά (προσέγγιση STEM). Η ΕΡ ενισχύει τη μάθηση και τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών στα αντικείμενα STEM, λόγω της πρακτικής και διερευνητικής της φύσης που προωθεί την κριτική ικανότητα και την αυτοπεποίθηση των μαθητών (Caballero-Gonzalez et al., 2019' Ching et al., 2019' Kim et al., 2017' Smyrnona-Trybulska et al., 2017). Στο πλαίσιο αυτό, αναμένεται να βοηθήσει τους μαθητές στην κατανόηση των εννοιών STEM (π.χ. προγραμματισμός, αισθητήρες, έννοιες φυσικών επιστημών), στην ανάπτυξη δεξιοτήτων (π.χ. επίλυση προβλημάτων, υπολογιστική σκέψη) και στην αλλαγή στάσεων (π.χ. ενίσχυση του κινήτρου εμπλοκής σε δραστηριότητες STEM, αυτό-αποτελεσματικότητα).

Η ενσωμάτωση της ΕΡ στο σχολικό πρόγραμμα σπουδών προϋποθέτει την εφαρμογή μαθητοκεντρικών εκπαιδευτικών πρακτικών. Ο Alimisis (2012) ανέδειξε την ανάγκη ανάπτυξης παιδαγωγικών αντιλήψεων βασισμένων στον εποικοδομισμό (constructionism) του Papert, προκειμένου να υποστηριχθούν αποτελεσματικές προσεγγίσεις ΕΡ. Ως τέτοιες, αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Erdogan & Stuessy, 2015' Moro, Agatolio & Menegatti, 2018) η διερευνητική μάθηση (Inquiry-Based Learning), τα σχέδια έρευνας (Project-Based Learning), η επίλυση προβλήματος (Problem-Based Learning), η συνεργατική μάθηση, οι βηματικές πρακτικές, η κλιμακούμενη υποστήριξη (scaffolding) και η παιχνιδοποίηση.

Ειδικότερα, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σταθερή αύξηση του αριθμού των μελετών που ερευνούν την εκπαιδευτική ρομποτική στη σχολική εκπαίδευση και τα αποτελέσματα σε επίπεδο γνωστικής ανάπτυξης και κοινωνικών δεξιοτήτων των μαθητών (Anwar et al., 2019' Toh et al., 2016' Xia & Zhong, 2018). Η πρόσφατη συστηματική επισκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την ΕΡ στη σχολική εκπαίδευση ανέδειξε πέντε θεματικούς άξονες (Anwar et al., 2019): α) γενικά γνωστικά επιτεύγματα των μαθητών μέσω ΕΡ, β) τρόποι ενεργητικής μάθησης και μεταφοράς δεξιοτήτων, γ) δημιουργικότητα και κίνητρο συμμετοχής σε δραστηριότητες ΕΡ, δ) συμπερίληψη και διεύρυνση της συμμετοχής των μαθητών στην εκπαίδευση STEM και ε) επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών με στόχο την αποτελεσματική ενσωμάτωση της ΕΡ στη διδασκαλία τους.

Στη χώρα μας η ΕΡ βρίσκεται στο περιθώριο του σχολικού προγράμματος και συναντάται, κυρίως, σε προαιρετικές δράσεις που διοργανώνονται από ιδιωτικούς φορείς/σχολές, συλλόγους και σχολεία, συνήθως εκτός σχολικού ωραρίου. Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον και ενασχόληση με τη ρομποτική μαθητών από περιφερειακά και άλλα σχολεία, με στόχο τη συμμετοχή τους σε διαγωνισμούς ΕΡ, εθνικής και διεθνούς εμβέλειας. Παρότι έχει διανεμηθεί σχετικός εξοπλισμός (ρομποτάκια BeeBot) στα νηπιαγωγεία, υπάρχει έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού στα σχολεία. Επιπλέον, η έλλειψη επαρκούς εκπαιδευτικού χρόνου στο σχολικό πρόγραμμα και η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών αποτελούν σήμερα τις προκλήσεις προκειμένου η ρομποτική να ενταχθεί ουσιαστικά στην πρωτοβάθμια και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Διαφαίνεται ότι η εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη σχολική εκπαίδευση απαιτεί διεπιστημονικές προσεγγίσεις και ανοικτές παιδαγωγικές πρακτικές. Συνεπώς, η κατάλληλη προετοιμασία και κατάρτιση των εκπαιδευτικών, οι οποίοι καλούνται να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν εκπαιδευτικές δράσεις ρομποτικής στην τάξη τους, αποτελεί τον πιο κρίσιμο παράγοντα για την ένταξη της ΕΡ στη σχολική εκπαίδευση.

Ερευνητικός σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Οι έρευνες που έχουν διενεργηθεί σχετικά με την ΕΡ στα ελληνικά σχολεία είναι περιορισμένες. Ειδικότερα, είναι περιορισμένη η γνώση και η καταγραφή ερευνητικών δεδομένων αναφορικά με τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη χρησιμότητα και τα οφέλη της, αποτελεσματικές παιδαγωγικές προσεγγίσεις και πρακτικές, καθώς και τις παρεμβάσεις που απαιτούνται σχετικά με την ενσωμάτωση της ΕΡ στα σχολεία και την επιμόρφωση-υποστήριξη του έργου των εκπαιδευτικών.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να μελετήσει τις απόψεις εκπαιδευτικών Πληροφορικής που διαθέτουν εμπειρία στην υλοποίηση δραστηριοτήτων ΕΡ σε σχολεία Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Ειδικότερα, να διερευνηθούν τα οφέλη από τη χρήση της, οι προκλήσεις και οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί κατά την εφαρμογή της, καθώς και τρόποι ένταξης της στις εκπαιδευτικές πρακτικές των σχολικών προγραμμάτων. Τα ερευνητικά ερωτήματα που εξειδικεύουν τον σκοπό είναι:

- Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εν ενεργεία εκπαιδευτικών για τη συμβολή της ΕΡ στην ανάπτυξη των ικανοτήτων των μαθητών;
- Ποιες εκπαιδευτικές πρακτικές και ποιους τύπους μαθησιακών δραστηριοτήτων ΕΡ υιοθετούν οι εκπαιδευτικοί;
- Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την ενσωμάτωση της ΕΡ στα προγράμματα της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Μεθοδολογία έρευνας

Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε το 2019 με τη μέθοδο της ατομικής ημιδομημένης συνέντευξης. Χρησιμοποιήθηκε σκόπιμη δειγματοληψία με κριτήριο την εμπειρία των συμμετεχόντων με το αντικείμενο της ΕΡ, τη διαθεσιμότητα και την προθυμία συμμετοχής. Για το σκοπό αυτό, αναζητήθηκαν εκπαιδευτικοί πληροφορικής στην Αττική και στη Μεσσηνία. Τελικά, επιλέχθηκαν εννέα εκπαιδευτικοί πληροφορικής, 5 γυναίκες και 4 άνδρες, με διδακτική εμπειρία από 12 έως 20 έτη. Όλοι είχαν εμπειρία προγραμμάτων ΕΡ στα σχολεία τους και ως προπονητές σε διαγωνισμούς ρομποτικής από 2 έως 10 έτη.

Οι συνεντεύξεις υλοποιήθηκαν μέσω Skype και είχαν διάρκεια 40-50 λεπτά. Λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμένο αριθμό συναφών μελετών στη χώρα μας σχετικά με το πεδίο της ΕΡ, προκρίθηκε η ποιοτική προσέγγιση καθώς επιτρέπει την εις βάθος διερεύνηση του προβλήματος, μέσω της καταγραφής του τρόπου με τον οποίο το προσεγγίζουν οι ίδιοι οι συμμετέχοντες (Creswell, 2012). Η συλλογή των δεδομένων βασίστηκε σε ερευνητικό εργαλείο που δημιουργήθηκε από την ομάδα μας και περιείχε 19 κατάλληλα δομημένες ερωτήσεις με στόχο να διερευνηθούν οι τρόποι που οι εκπαιδευτικοί υλοποιούν προγράμματα ΕΡ, οι απόψεις τους σχετικά με τα οφέλη που αποκομίζουν οι μαθητές, οι παιδαγωγικές στρατηγικές που αξιοποιούν και οι παράγοντες που συμβάλουν στην ένταξη της ΕΡ στο πρόγραμμα σπουδών της σχολικής εκπαίδευσης.

Ακολούθησε θεματική ανάλυση του υλικού των συνεντεύξεων προκειμένου να αναδειχθούν και να οργανωθούν επαναλαμβανόμενα νοηματικά μοτίβα-θέματα που ανακρίπτονται από τα ερευνητικά δεδομένα (Τσιώλης, 2017). Στη συνέχεια κωδικοποιήθηκαν με βάση ένα κοινό σύστημα κωδικών. Τέλος, έγινε η ομαδοποίηση των παραγόντων και η οργάνωση των θεμάτων σε κατηγορίες. Κάθε θέμα περιλαμβάνει διάφορες ομάδες κωδικών παρέχοντας μία, όσο το δυνατόν, πληρέστερη ερμηνεία των δεδομένων.

Αποτελέσματα

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων για τις απόψεις των εκπαιδευτικών που υλοποιούν προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής διαρθρώθηκε σε τρεις άξονες, σε αντιστοιχία με τα ερευνητικά ερωτήματα. Λόγω περιορισμού της έκτασης του άρθρου παρουσιάζονται στη συνέχεια συνοπτικά.

Πίνακας 1. Μαθησιακά αποτελέσματα της ΕΡ για τους μαθητές

Κατηγορίες	Παράγοντες
Γνωστικά επιτεύγματα	<ul style="list-style-type: none"> • γνώσεις και δεξιότητες προγραμματισμού υπολογιστών • ικανότητα υλοποίησης μηχανικών κατασκευών • κατάκτηση εννοιών μηχανικής • κατανόηση λειτουργίας φυσικού κόσμου • ανάπτυξη λογικής STEM • εξοικείωση με αυτοματισμούς
Μαθησιακές δεξιότητες	<ul style="list-style-type: none"> • διαθεματική προσέγγιση της γνώσης • διερεύνηση και επίλυση προβλήματος • διαχείριση διαθεματικών συνθετικών εργασιών (projects) • δεξιότητες συνεργασίας • διαχείριση χρόνου και πόρων • βιωματική μάθηση
Δεξιότητες 21 ^{οο} αιώνα	<ul style="list-style-type: none"> • εργασία σε ομάδες, συνεργασία • επικοινωνία ιδεών • δεξιότητες επικοινωνίας • ενίσχυση αυτοεκτίμησης και αυτοπεποίθησης • ωριμότητα και υπευθυνότητα • δημιουργικότητα και φαντασία • βελτίωση αντίληψης και παρατηρητικότητας • ανάπτυξη κινητικών δεξιοτήτων

Μαθησιακά αποτελέσματα συμμετοχής σε δραστηριότητες ΕΡ

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αναφορικά με τη συμβολή της ΕΡ στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και ικανοτήτων των μαθητών. Οι παράγοντες που αναδείχθηκαν οργανώθηκαν σε τρεις κατηγορίες: α) γνωστικά επιτεύγματα των μαθητών, β) μαθησιακές δεξιότητες και γ) δεξιότητες 21ου αιώνα. Επισημάνθηκε από τους εκπαιδευτικούς ότι η ΕΡ συμβάλει στην ανάπτυξη γνώσεων από τα παιδιά σε διαφορετικά επιστημονικά πεδία. Ενδεικτικά είναι τα εξής αποσπάσματα:

E7: «Εισάγονται πιο εύκολα στις έννοιες του προγραμματισμού, δηλαδή είναι πιο εύκολο να μιλήσω για τη δομή επιλογής και τη δομή επανάληψης έχοντας ένα ρομποτάκι και προσπαθώντας να υλοποιήσω μία δραστηριότητα.»

E1: «Μαθαίνουν τη σχέση των γραναζιών και πώς δουλεύουν μεταξύ τους.»

E5: «Κατανοούν τα φυσικά φαινόμενα μέσα από την πράξη.»

Οι απόψεις των εκπαιδευτικών συγκλίνουν στο ότι η ενασχόληση των παιδιών με την ΕΡ, αναπτύσσει τις μαθησιακές τους δεξιότητες καθώς και δεξιότητες του 21^{οο} αιώνα.

E8: «Για μένα σημαντική είναι η επίλυση προβλήματος, οι μαθητές εμπλέκονται σε προβλήματα που τους ενδιαφέρουν και προσπαθούν να τα λύνουν.»

E2: «Ασχολούνται ερευνητικά με ένα αντικείμενο. Πρέπει να κάνουν έρευνα πάνω σε αυτό, να σκεφτούν τι μπορούν να υλοποιήσουν και να προσπαθήσουν να το υλοποιήσουν με μηχανικό τρόπο.»

E3: «Με ενδιέφερε να είναι θέμα που θα ασχοληθούν τα παιδιά ως ομάδα και θα φτιάξουν ένα project.»

Πίνακας 2. Εκπαιδευτικές πρακτικές και μαθησιακές δραστηριότητες ΕΡ

Κατηγορίες	Παράγοντες
Παιδαγωγική φιλοσοφία	<ul style="list-style-type: none"> • εποικοδομισμός, κατασκευαστικός εποικοδομισμός • κοινωνικός εποικοδομισμός
Στρατηγικές μάθησης	<ul style="list-style-type: none"> • μάθηση μέσω καθοδήγησης του εκπαιδευτικού • ανακαλυπτική / διερευνητική μάθηση • μάθηση μέσω συνθετικών εργασιών (PjBL) • μάθηση μέσω επίλυσης προβλήματος (PBL) • συνεργατική μάθηση (Jigsaw) • μάθηση μέσω παιχνιδιού
Πρακτικές υλοποίησης δραστηριοτήτων ΕΡ	Απογευματινή δράση στο σχολείο (πλήρης καθοδήγηση) <ul style="list-style-type: none"> • διάλεξη, επίδειξη • τμηματοποίηση σε απλούστερα μέρη • υλοποίηση μηχανικής κατασκευής και προγραμματισμός
	Συμμετοχή σε διαγωνισμό ρομποτικής (απογευματινή δράση) <ul style="list-style-type: none"> • ανοικτή πρόκληση σε μαθητές • εισαγωγικά μαθήματα
	<ul style="list-style-type: none"> • συζήτηση στην ολομέλεια και επιλογή προβλήματος • τμηματοποίηση σε απλούστερα μέρη • σχεδίαση μακέτας, υλοποίηση μηχανικής κατασκευής και προγραμματισμός
	Ενταγμένες στο σχολικό ωρολόγιο πρόγραμμα <ul style="list-style-type: none"> • στο μάθημα της πληροφορικής • συσχέτιση δράσεων με τους στόχους του μαθήματος • υλοποίηση μικρών project (ολοκληρώνονται σε 1 διδακτική ώρα • επιλογή θεμάτων από τον φυσικό κόσμο • συμμετοχή όλων σε ομάδες, εναλλαγή ρόλων στην ομάδα • τεχνολογία Lego ή Arduino

E9: «Σημαντικό είναι το κομμάτι της ομαδικής συνεργασίας, της αλληλεπίδρασης και της συνόταρξης στο χώρο... ας πούμε και με τα όρια που, τέλος πάντων, θα θέσεις.»

E8: «Η δεξιότητα του να μπωρώ να το παρουσιάσω, να το επικοινωνήσω αυτό που κάνω.»

Εκπαιδευτικές πρακτικές και μαθησιακές δραστηριότητες ΕΡ

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι παράγοντες που αναδείχθηκαν και σχετίζονται με την παιδαγωγική φιλοσοφία που υιοθετούν, τις εκπαιδευτικές πρακτικές και τις μαθησιακές δραστηριότητες που σχεδιάζουν και υλοποιούν οι εκπαιδευτικοί του δείγματος.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί υιοθετούν σαφή παιδαγωγική φιλοσοφία, η οποία καθορίζεται από τις αρχές του κατασκευαστικού εποικοδομισμού και του κοινωνικού εποικοδομισμού. Ενδεικτικά είναι τα εξής αποσπάσματα:

E6: «Χρησιμοποιείται κυρίως ο κατασκευαστικός εποικοδομισμός και ο κοινωνικός εποικοδομισμός. (Τα παιδιά) συζητούν μεταξύ τους, αλληλεπιδρούν και ανταλλάσσουν απόψεις στην ομάδα».

E8: «Πιο πολύ κινούμαι στην ομαδοσυνεργατική και στην ανακαλυπτική μάθηση. Θέλω οι μαθητές μου να λειτουργούν σε ομάδες και να μαθαίνουν ανακαλυπτικά».

E2: «Από την εμπειρία μου, δεν πολύ καθοδηγούνται ...και το σέβομαι, γιατί νομίζω ότι αν σεβαστείς τις ιδέες τους θα βγει καλύτερο αποτέλεσμα από το να κάνουν αυτό που θέλεις εσύ».

Οι εκπαιδευτικοί εφαρμόζουν μια ποικιλία στρατηγικών μάθησης, συνήθως, συνδυαστικά. Δημοφιλέστερη εμφανίζεται η μέθοδος project ενώ χρησιμοποιούνται η διερευνητική μάθηση, η ανακαλυπτική μάθηση, η επίλυση προβλήματος, και η προσέγγιση STEM. Ενδεικτικά είναι τα παρακάτω αποσπάσματα:

E3: «Με ενδιαφέρει να απασχοληθούν ως ομάδα σε ένα project... Ξεκινάω με καθοδήγηση, αν θέλετε scaffolding. Σιγά-σιγά αφαιρώ την στήριξη και τα αφήνω περισσότερο μόνα τους».

E6: «Κυρίως διερεύνηση ... θέτουμε ένα πρόβλημα και το διερευνούμε, οπότε χρησιμοποιούν τα παιδιά αυτά που ήδη ξέρουν... χρησιμοποιούμε τον εποικοδομισμό».

E5: «Μικτός είναι ο τρόπος... δηλαδή βλέπουμε όλο το θέμα (το project) και το σπάμε σε μικρά κομμάτια. Αυτά τα κομμάτια τα υλοποιείς, τα ενώνεις, τα δοκιμάζεις, ξαναπάς πίσω γιατί μπορεί να θες να διορθώσεις... ανακαλυπτικά».

E8: «Πολλές φορές χρειάζεται να εμπλέξω τα μαθηματικά ... κάποια πράγματα από τη φυσική, π.χ. από την βαρύτητα, ... είμαστε στη λογική του STEM τελικά».

Ένταξη ρομποτικής στο πρόγραμμα σπουδών όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του τρίτου ερευνητικού άξονα, η οποία ανέδειξε πέντε θεματικές κατηγορίες παραγόντων. Οι εκπαιδευτικοί επισήμαναν τις δυσκολίες και τις προϋποθέσεις, ώστε να είναι εφικτή η ενσωμάτωση της ΕΡ στο κλασικό πρόγραμμα. Ενδεικτικά είναι τα εξής αποσπάσματα:

E4: «Δεν έχω εξοπλισμό ρομποτικής στο σχολείο μου ... δεν υπάρχει όμως ούτε η υποδομή, δηλαδή το σχολείο μου δεν έχει ούτε καν δικό του εργαστήριο Πληροφορικής.»

Πίνακας 3. Ένταξη ρομποτικής στο πρόγραμμα σπουδών

Κατηγορίες	Παράγοντες
Δυσκολίες υλοποίησης δράσεων ΕΡ	<ul style="list-style-type: none"> • έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής • έλλειψη επαρκούς εκπαιδευτικού χρόνου • μεγάλος αριθμός μαθητών • συνεχής μετακίνηση εκπαιδευτικού • αίσθημα άγχους και ανασφάλεια του εκπαιδευτικού
Προϋποθέσεις ένταξης ρομποτικής	<ul style="list-style-type: none"> • εξασφάλιση επαρκούς υλικοτεχνικής υποδομής • αύξηση εκπαιδευτικού χρόνου • χωρισμός τμήματος ή δεύτερος εκπαιδευτικός • συνεργασία εκπαιδευτικών αναφορικά με το υλικό • κατάρτιση/επιμόρφωση εκπαιδευτικών • εφαρμογή οργανωμένης πολιτικής από την ηγεσία
Πλαίσιο μαθήματος	<ul style="list-style-type: none"> • αυτόνομο μάθημα επιλογής • διαθεματικό & διεπιστημονικό πλαίσιο • ως δράση επιλογής, όπως στα πρότυπα και ιδιωτικά σχολεία
Πρακτικές επιμόρφωσης εκπαιδευτικών	<ul style="list-style-type: none"> • επιμόρφωση στο είδος της ρομποτικής που επιλέγει ο εκπαιδευτικός • βιωματικά σεμινάρια, webinars • ανάπτυξη ακαδημαϊκού προγράμματος επιμόρφωσης • επαφή με έμπειρους εκπαιδευτικούς • πειραματισμός • αυτοεκπαίδευση μέσω της συμμετοχής σε διαγωνισμούς
Προτάσεις/ ιδέες διάχυσης της ΕΡ στα σχολεία	<ul style="list-style-type: none"> • διοργάνωση IT-festivals & IT-fears • οικονομική ενίσχυση από την τοπική κοινωνία • δημιουργία κέντρου ρομποτικής • διοργάνωση σχολικού διαγωνισμού ρομποτικής από το υπουργείο

E8: «Μία ώρα την εβδομάδα δεν αρκεί. Ίσα-ίσα είναι αποτρεπτική στο να εισαχθεί η ρομποτική, γιατί στη μία ώρα τα παιδιά την άλλη εβδομάδα δεν θα θυμούνται τι έχουν κάνει.»

E4: «Η ΕΡ θα μπορούσε να αποτελεί αυτόνομο μάθημα, μάθημα επιλογής όχι υποχρεωτικό.»

E7: «Χρειάζεται επιμόρφωση των καθηγητών, να δουν τι είναι αυτό και να μην έχουν φόβο.»

E9: «Η ΕΡ πρέπει να αποτελεί συνδυαστικό μέσο για διαθεματική προσέγγιση άλλων αντικειμένων, από Μαθηματικά, Φυσική, Χημεία των Γενικών μέχρι τις ειδικότητες στα Επαγγελματικά όπως Γεωπονία, Μηχανολογία, Ηλεκτρονικά κλπ.».

Συζήτηση-συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης ανέδειξαν σημαντικούς παράγοντες σχετικά με τις προσεγγίσεις και τις πρακτικές που υιοθετούν οι εκπαιδευτικοί Πληροφορικής κατά την υλοποίηση προγραμμάτων και δραστηριοτήτων ΕΡ. Σε σχέση με τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών, επιβεβαιώνονται ευρήματα συναφών ερευνών της βιβλιογραφίας ότι η ΕΡ συμβάλλει στην πολύπλευρη και ολοκληρωμένη ανάπτυξη των παιδιών, τόσο στο γνωστικό τομέα όσο και στην καλλιέργεια σημαντικών δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα (Caballero-Gonzalez et al., 2019' Moro, Agatolio & Menegatti, 2018' Smyrnova-Trybulska et al., 2017).

Σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς του δείγματος, η ενσωμάτωση της ΕΡ απαιτεί τη δημιουργία μαθητοκεντρικών μαθησιακών περιβαλλόντων που υιοθετούν προσεγγίσεις, όπως η μέθοδος project, η διερευνητική και συνεργατική μάθηση, η επίλυση προβλήματος και η προσέγγιση STEM. Βασίζονται σε κατάλληλες ρομποτικές τεχνολογίες ενώ έχουν ως κέντρο την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων του πραγματικού και του φυσικού κόσμου, ώστε να προωθούν την ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων από πολλά διαφορετικά επιστημονικά πεδία μέσω της υλοποίησης συνθετικών διαθεματικών εργασιών (projects).

Σε σχέση με την ένταξη ΕΡ στο πρόγραμμα σπουδών της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης φαίνεται ότι υπερβαίνει τις αυτονόητες ανάγκες τεχνολογικών υποδομών και εξοπλισμού ρομποτικής στα σχολεία. Οι εκπαιδευτικοί του δείγματος αναγνωρίζουν την ΕΡ ως μέσο διεπιστημονικών προσεγγίσεων για τη μελέτη διαφορετικών θεματικών πεδίων, την ανάπτυξη σημαντικών δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα, την κατανόηση και την πρακτική εφαρμογή της θεωρητικής γνώσης με την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων. Η υιοθετούμενη παιδαγωγική θεμελίωση εξασφαλίζει ότι δεν διδάσκεται ένα ανεξάρτητο πεδίο (π.χ. ρομποτική, προγραμματισμός υπολογιστών) αλλά αξιοποιούνται ανοικτές προσεγγίσεις που βασίζονται στον κατασκευαστικό εποικοδομιστικό και στη συνεργασία των μαθητών. Επιπλέον, η ένταξη της ΕΡ στο σχολικό πρόγραμμα πρέπει να είναι συμπεριληπτική με την έννοια ότι θα πρέπει να εμπλέκει τόσο τους ταλαντούχους όσο και τους αδύνατους μαθητές ή αυτούς που επιδεικνύουν μικρότερο ενδιαφέρον.

Τέλος, καθώς ο ρόλος των εκπαιδευτικών μετασχηματίζεται, από κεντρικός σε διευκολυντή και ενορχηστρωτή της μάθησης προωθώντας τη συνεργασία, τη δημιουργικότητα, τη φαντασία και την αυτονομία των μαθητών του, είναι κρίσιμο οι εκπαιδευτικοί να είναι προετοιμασμένοι και να αισθάνονται άνετα στο νέο αυτό πλαίσιο. Είναι συνεπώς, απαραίτητη η κατάλληλη προετοιμασία, επιμόρφωση και η συνεχής υποστήριξη των εκπαιδευτικών με βιωματικά σεμινάρια, με τη συνεργασία και την αξιοποίηση της εμπειρίας συναδέλφων που ασχολούνται ήδη με την ΕΡ, καθώς και με την ενθάρρυνση της συμμετοχής σε διαγωνισμούς ή σχετικές δράσεις ψηφιακής δημιουργίας.

Η μελλοντική μας έρευνα αναμένεται να κατευθυνθεί στην ολοκληρωμένη παιδαγωγική και τεχνολογική επιμόρφωση εκπαιδευτικών που επιθυμούν να εντάξουν την εκπαιδευτική ρομποτική στις εκπαιδευτικές πρακτικές τους. Ειδικότερο ερευνητικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη της εφαρμογής της ΕΡ μέσω της προσέγγισης STEM σε σχέση με τους εκπαιδευτικούς σχεδιασμούς που υιοθετούν οι εκπαιδευτικοί και τα μαθησιακά αποτελέσματα που επιτυγχάνουν οι μαθητές.

Αναφορές

- Alimisis, D. (2012). Robotics in education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy. In David Obrzázek (ed.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education* (pp. 7-14). Prague: Charles University in Prague, Faculty of Mathematics and Physics.
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 9(2), Article 2, <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
- 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*, 75B, 661-670.
- Caballero-Gonzalez, Y.A., Garcia-Valcarcel Muñoz-Repiso, A., & Garcia-Holgado, A. (2019). Learning computational thinking and social skills development in young children through problem solving with educational robotics. *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 19-23). León, Spain: ACM.
- Ching, Y.H., Yang, D., Wang, S., Baek, Y., Swanson, S., & Chittoori, B. (2019). Elementary school student development of STEM attitudes and perceived learning in a STEM integrated robotics curriculum. *TechTrends*, 63(5), 590-601.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston, MA: Pearson Education Inc.
- Erdogan, N., & Stuessy, C. (2015). Examining the role of inclusive STEM schools in the college outcome of student achievement. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(6).
- Esteve-Mon, F. M., Adell-Segura, J., Llopis Nebot, M. A., Valdeolivas Novella, G., & Pacheco Aparicio, J. (2019). The development of computational thinking in student teachers through an intervention with educational robotics. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 18, 139-152.
- Khanlari, A. (2013). Effects of robotics on 21st century skills. *European Scientific Journal*, 9(27), 26- 36.
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R., Doshi, P. & Thai, C. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14-31.
- Moro, M., Agatolio, F. & Menegatti, E. (2018). The RoboESL project: Development, evaluation and outcomes regarding the proposed robotic enhanced curricula. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 9(1), 48-60.
- Ronsivalle, G.B., Boldi, A., Gusella, V., Inama, C., & Carta, S. (2018). How to implement educational robotics' programs in Italian schools: A brief guideline according to an instructional design point of view. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 227-245.
- Smyrnova-Trybulska, E., Morze, N., Kommers, P., Zuziak, W. & Gladun, M. (2017). Selected aspects and conditions of the use of robots in STEM education for young learners as viewed by teachers and students. *Interactive Technology and Smart Education*, 14(4), 296-312.
- Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 148-163.
- Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127, 267-282.
- Yildiz-Durak, H., Karaoglan-Yilmaz, F.G. & Yilmaz, R. (2019). Computational thinking, programming self-efficacy, problem solving and experiences in the programming process conducted with robotic activities. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 173-197.
- Τσιώλης, Γ. (2017). *Θεματική ανάλυση ποιοτικών δεδομένων*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

“Core Code”: η κωδικοποίηση και οπτικοποίηση της κίνησης ρομποτικών κατασκευών με προγραμματιστικές δομές και έλεγχο συμβάντων

Ιωάννης Κωτσάνης ¹, Αναστάσιος Λαδιάς ²

kotsanis@doukas.gr, ladiastas@gmail.com

¹Δρ. Μηχ. Πληροφορικής - Εκπαιδευτήρια Δούκα, ²Δρ. Πληροφορικής

Περίληψη

Διατρέχοντας τη διαχρονική πενήνταετή εκπαιδευτική ιδέα, της κίνησης ρομποτικών κατασκευών σε επίπεδες επιφάνειες, με μία ποικιλία από διαφορετικές αποστολές, η εισήγηση αυτή παρουσιάζει μία μοντελοποιημένη προσέγγιση βασισμένη σε 3 άξονες: (α) οπτικοποιημένη παρουσίαση των βασικών προγραμματιστικών δομών (ακολουθίας - επιλογής - επανάληψης) που χρησιμοποιούνται σε περιβάλλοντα προγραμματισμού με συμβάντα, (β) κωδικοποιημένες πληροφορίες σε ένα διαδιάστατο πίνακα, το "ΚωδικΌραμα", σχετικές με την ανατομία και τη λειτουργικότητα του προγράμματος, τόσο για τον δημιουργό του, όσο και για τον μαθητή ως προς την ενεργό εμπλοκή του στον προγραμματισμό, (γ) παιγνιώδεις διαδραστικές ψηφιακές δραστηριότητες κλιμακούμενης δυσκολίας, ώστε οι μαθητές να ανακαλύψουν πληροφορίες που είναι κρυμμένες στο "ΚωδικΌραμα" ή να δημιουργήσουν προτεινόμενες ή δικές τους αποστολές.

Βασικός σκοπός της προσέγγισης αυτής είναι να συγκεραστούν παράγοντες όπως η λειτουργικότητα του αυθεντικού προβλήματος-παραδείγματος, η απλότητα του κώδικα και η διδακτική πληρότητα του περιεχομένου του, με βάση δύο ψηφιακά μέσα που είναι το οπτικοποιημένο ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο (που συνιστά ένα διαδραστικό infographic) και μια φιλική γλώσσα προγραμματισμού (όπως το Scratch).

Λέξεις κλειδιά: Προγραμματιστικές δομές, Διδακτική Πληροφορικής, Scratch, Ρομπότ, ΚωδικΌραμα, STEAM.

Εισαγωγή

Οι πρώτες ερευνητικές προσπάθειες σχεδιασμού και δημιουργίας ρομποτικών κατασκευών που κινούνται στο έδαφος ξεκίνησαν από τον G. Walter το 1948. Η πρώτη, διεθνώς, αξιοποίηση μιας ρομποτικής κατασκευής από παιδιά, ανάγεται στις αρχές του 1970 με πρωτεργάτη τον S. Papert (1980) και δημιουργό τον P. Wexelblat, με την κατασκευή της ασύρματης χελώνας εδάφους "Irving" (Chakraborty et al. 1999). Από τότε μέχρι σήμερα με τα εντυπωσιακά σύγχρονα ρομπότ (π.χ. "Robotsafe", Gizelis Robotics 2020), έχουν περάσει 50 και πλέον χρόνια, αλλά η πρώτη και βασική προγραμματιστική δραστηριότητα κίνησης οποιασδήποτε ρομποτικής κατασκευής παραμένει η ίδια.

Παράλληλα το τρέχον ερευνητικό έργο Erasmus+ "Educational Infographics for STEAM" (2020), έχει ως βασικό σκοπό την αξιοποίηση οπτικών μέσων στη διδασκαλία, μέσω καινοτόμων μεθόδων για δραστηριότητες STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Maths). Στο πλαίσιο του έργου δημιουργούνται 40 και πλέον διαδραστικά εκπαιδευτικά infographics (σε επτά ευρωπαϊκές γλώσσες) από Εκπαιδευτικούς και Μαθητές, συνοδευόμενα και από αντίστοιχα σχέδια μάθησης-μαθήματος (learning-lesson plan). Ένα από τα 40 αυτά infographics είναι και το παρόν "Code Core", στο οποίο οι δημιουργοί του επιχειρούν να συνδυάσουν τις παρακάτω τρεις οπτικοποιημένες προσεγγίσεις:

1. Κίνηση ενός εικονικού-ψηφιακού ρομπότ σε επίπεδες διαδρομές ή επιφάνειες χώρων με διάφορες αποστολές, όπως ακριβώς συμβαίνει στον πραγματικό κόσμο των ρομπότ.
2. Χρήση των έξι κύριων προγραμματιστικών δομών και των τριών κύριων δομών καθοδηγούμενων από συμβάντα, με τις οποίες επιλύονται όλα τα σχετικά προβλήματα.
3. Μεθοδολογική αποτύπωση του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε, με το εργαλείο “ΚωδικόΧάρτη” το οποίο παρέχει οπτικοποιημένες πληροφορίες σχετικές με την ανατομία και τη λειτουργικότητα του κώδικα σε ένα διοδιάστατο πίνακα.
4. Το πρόγραμμα που επιλύει το πρόβλημα, για διδακτική αξιοποίηση ως project (με το αντίστοιχο σχέδιο μάθησης), έπρεπε:
 5. να έχει την απαραίτητη **λειτουργικότητα** ώστε να δημιουργεί ένα ελκυστικό παιχνίδι για το χρήστη (τάση αύξησης του πλήθους των αντικειμένων και των “καταστάσεων”),
 6. να διακρίνεται ο κώδικάς του για την **απλότητα** (τάση μείωσης του πλήθους των αντικειμένων και των “καταστάσεων”) και
 7. να έχει διδακτική **πληρότητα** περιλαμβάνοντας όλα τα είδη των προγραμματιστικών δομών.

Διδακτικοί και εκπαιδευτικοί στόχοι

Βασικός σκοπός του project είναι οι μαθητές με μια σπειροειδή προσέγγιση αρχικά να πράττουν, να συσσωρεύουν εμπειρίες και να αποκτούν προσλαμβάνουσες παραστάσεις, δίνοντας έμφαση σε διαχρονικές έννοιες του προγραμματισμού (συγκλίνουσα - υπολογιστική - αλγοριθμική σκέψη, ανάλυση - σύνθεση, κλπ.) χωρίς να αποκτήσουν μόνο συγκεκριμένες και εξειδικευμένες γνώσεις σε εφήμερα προγραμματιστικά περιβάλλοντα.

Οι εννέα αυτές βασικές δομές είναι:

1. η δομή ακολουθίας (sequence),
2. η δομή επιλογής: εάν-τότε (if-then),
3. η δομή επιλογής: εάν-τότε-αλλιώς (if-then-else),
4. η δομή επανάληψης: επανάλαβε για πάντα (forever),
5. η δομή επανάληψης: επανάλαβε προκαθορισμένες φορές (for / repeat n times),
6. η δομή επανάληψης: επανάλαβε υπό συνθήκη (while / repeat until),
7. η δομή ανίχνευσης εξωτερικής δράσης επί συσκευής: Όταν γίνει κλικ στο πληκτρολόγιο (when space key pressed),
8. η δομή ανίχνευσης εξωτερικής δράσης επί αντικείμενου: Όταν γίνει κλικ στο αντικείμενο (when this sprite clicked),
9. η δομή ανίχνευσης εσωτερικής δραστηριότητας: Όταν λάβω μήνυμα ή Όταν ξεκινήσω ως κλώνος (when I receive message, when I start as a clone).

Οι μαθητές μετά την ενασχόλησή τους με τα θέματα του project, θα μπορούν:

- να αναγνωρίζουν τις προτεινόμενες διαχρονικές δομές σε προγράμματα και να περιγράφουν τη λειτουργία τους
- να περιγράφουν τις βασικές λειτουργίες κίνησης οποιασδήποτε ρομποτικής κατασκευής
- να εφαρμόζουν τις προτεινόμενες δομές σε προγράμματα που δημιουργούν οι ίδιοι
- να σχεδιάζουν μια εικονική ή πραγματική ρομποτική κατασκευή και να την κινούν
- να καταστρώνουν και να επιλύουν ποικίλα απλά προβλήματα ή και να κατασκευάζουν παιχνίδια χρησιμοποιώντας τις προτεινόμενες δομές.

- να περιγράψουν, να αναλύουν ή να συνθέτουν έναν απλό αλγόριθμο κίνησης ή σάρωσης μιας επιφάνειας για μια ρομποτική κατασκευή (π.χ. να ακολουθεί ένα δρόμο/μονοπάτι ή να αποφεύγει εμπόδια ή να σκουπίζει ή να βάφει ή να εκτοξεύει απολυμαντικό).

Η δόμηση του infographic

Η οπτικοποίηση της κίνησης ρομποτικών κατασκευών με προγραμματιστικές δομές και έλεγχο συμβάντων ως infographic (όπως απεικονίζεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) συνιστά ένα μαθησιακό αντικείμενο (Zervas, et al., 2014) το οποίο δομείται στις παρακάτω τέσσερις διασυνδεδεμένες ενότητες:

1. Η πρώτη ενότητα αφορά στις **προγραμματιστικές δομές**: (α) την προγραμματιστική δομή *ακολουθίας* και με χρήση υποπρογραμμάτων, (β) την προγραμματιστική δομή *επιλογής* με το απλό “εάν/τότε” και το “εάν/τότε/αλλιώς” και (γ) την προγραμματιστική δομή *επανάληψης* “για πάντα”, “για προκαθορισμένο πλήθος επαναλήψεων” και “υπό συνθήκη” (Ladías, Karvounidis & Ladías, 2020). Η σειρά παράθεσης των επιμέρους εντολών δηλώνει την ευκολία κατανόησής τους από τους μαθητές.
2. Η δεύτερη ενότητα αφορά στον **κώδικα του προγράμματος** στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch αλλά οργανωμένο με την προσέγγιση “**ΚωδικΌραμα**” (τα οποία επεξηγούνται στις επόμενες ενότητες), συνοδευόμενα όμως με λεκτική-γλωσσική περιγραφή του κώδικα (στο κάτω μέρος), όπου κάθε μία από τις πέντε προτάσεις της, σχετίζεται άμεσα με κάθε ένα από τα πέντε “blocks” προγραμμάτων.
3. Η τρίτη ενότητα αφορά σε ενδεικτικές **προτεινόμενες δραστηριότητες** με τον παρουσιαζόμενο κώδικα αλλά και τη δυνατότητα για επαναχρησιμοποίησή του (remix), συνοδευόμενες από ενδεικτικές “πίστες” αλλά και το διαχρονικό αλγόριθμο επίλυσης του προβλήματος λαβυρίνθου (Abelson & DiSessa, 1980; Bariamis, etc, 1993).
4. Η τέταρτη ενότητα αφορά σε ενδεικτικές **πηγές και αναφορές**, οι οποίες υποστηρίζουν τις προτεινόμενες προσεγγίσεις αλλά και από τις οποίες μπορούν να εξαχθούν πρόσθετες δραστηριότητες.

Η επιλογή του Scratch ως προγραμματιστικό περιβάλλον

Η ανάγκη που καλύπτει το Scratch: Στη σύγχρονη εκπαιδευτική διαδικασία οι μαθητές εμπλέκονται σε αυθεντικές διαδικασίες μάθησης, όπως π.χ. είναι τα projects με προσέγγιση STEAM. Πολλές φορές σε αυτά τα projects απαιτείται οι μαθητές να προγραμματίσουν συσκευές και να αναπτύξουν κώδικες που συχνά είναι ογκώδεις και πολύπλοκοι. Έτσι αναδύεται η ανάγκη για υιοθέτηση **εκπαιδευτικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων** στα οποία οι μικροί μαθητές να χειρίζονται **γλώσσες οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια**, και αντιπροσωπευτικότερο παράδειγμα αυτών είναι το Scratch. Στο Scratch ο αρχάριος προγραμματιστής μπορεί να διαχειριστεί μέσω κώδικα -με σχετική ευκολία- πολυμεσικά στοιχεία και να εμπλακεί σε αυθεντικά ψηφιακά έργα δημιουργώντας animation, προσομοιώσεις και παιχνίδια (Resnick et. al., 2009). Στο περιβάλλον του Scratch το πρόγραμμα αποτελείται από **προγραμματιστικά σενάρια** (τμήματα-αρθρώματα κώδικα) που είναι κατανεμημένα σε **αντικείμενα**. Στο Scratch ως **πρόγραμμα** νοείται το σύνολο των σεναρίων όλων των αντικειμένων.

Η “μεταφορά” του Scratch: Για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του Scratch γίνεται χρήση της μεταφοράς που παραλληλίζει την ανάπτυξη ενός project με το “ανάβασμα”

ενός θεατρικού έργου. Σύμφωνα με αυτή τη μεταφορά, το σενάριο / προγραμματιστικά σενάρια είναι εκείνα που προσδιορίζουν τη συμπεριφορά των ηθοποιών/αντικειμένων, οι οποίοι εμφανίζονται ως **ρόλοι** / sprites σε μια **σκηνή**, διαθέτοντας μια ποικιλία από κοστούμια / **ενδυμασίες**.

Η ενεργοποίηση των προγραμματιστικών σεναρίων προκαλείται από **συμβάντα** (events), που μπορεί να προέρχονται είτε από εξωτερικά γεγονότα που ανιχνεύονται από τις περιφερειακές συσκευές του υπολογιστή (π.χ. το πάτημα του ποντικιού), είτε από εσωτερικά γεγονότα όπως τα **μηνύματα** που εκπέμπονται από άλλα σενάρια ή κατά τη δημιουργία κλώνων. Η διαχείριση των συμβάντων στο Scratch αποτελεί παράδειγμα **προγραμματισμού βασισμένου σε συμβάντα** (event driven programming).

Η Απεικόνιση του κώδικα με το ΚωδικΌραμα

Η ανάγκη του ΚωδικΌραματος: Η ίδια η φύση των αυθεντικών προβλημάτων που τίθενται από τα projects με προσέγγιση STEAM συνεπάγεται αυξημένη **πολυπλοκότητα των προγραμμάτων** που απαιτείται να αναπτύξουν οι αρχάριοι προγραμματιστές.

Σε αυτή την περίπτωση και όσον αφορά την **ανατομία του προγράμματος** στο περιβάλλον του Scratch, ο κατακερματισμός του κώδικα αφενός σε διαφορετικά αντικείμενα (που δεν επιτρέπουν την ταυτόχρονη εμφάνιση του συνόλου του κώδικα) και αφετέρου στη μη οργανωμένη χωροθέτηση των σεναρίων εντός της περιοχής προγραμματισμού ενός αντικειμένου, δημιουργούν την ανάγκη για μια εναλλακτική αναπαράσταση του κώδικα.

Επιπλέον όσον αφορά τη **λειτουργικότητα του προγράμματος**, σε αυτή την εναλλακτική αναπαράσταση του κώδικα θα πρέπει να γίνεται εμφανής η ροή της εκτέλεσης του προγράμματος και τα σημεία που αυτό αλληλεπιδρά με το χρήστη. Μια πρόταση που ικανοποιεί τα προηγούμενα είναι το ΚωδικΌραμα.

Η οργάνωση του περιεχομένου στο ΚωδικΌραμα: Το ΚωδικΌραμα είναι μια απεικόνιση του συνόλου των προγραμματιστικών σεναρίων όλων των αντικειμένων ενός προγράμματος σε έναν **πίνακα δύο διαστάσεων** (Λαδιάς & Λαδιάς, 2016; Ladias, Mikropoulos, Ladias & Bellou, 2021).

Όσον αφορά την **αναπαράσταση της ανατομίας** του προγράμματος, στις **στήλες του πίνακα** παρατίθενται τα σενάρια των αντικειμένων. Υιοθετώντας την προσέγγιση του “Μοντέλου Πεπερασμένων Καταστάσεων”, κάθε συμβάν αντιστοιχεί σε μια “κατάσταση” στην οποία περιέρχεται το σύστημα. Έτσι στις **γραμμές του πίνακα** αναπτύσσονται τα σενάρια που αντιστοιχούν στις “καταστάσεις” στις οποίες βρίσκονται τα αντικείμενα μετά την αναγνώριση ενός συμβάντος-αιτήματος που καλούνται να ικανοποιήσουν. Αποτέλεσμα αυτών είναι σε κάθε **κελί του πίνακα** να εμφανίζονται όλα εκείνα τα σενάρια που ανήκουν σε ένα αντικείμενο και ταυτόχρονα βρίσκονται στην ίδια κατάσταση.

Όσον αφορά την **αναπαράσταση της λειτουργικότητας** του προγράμματος, αυτή επιτυγχάνεται με τους **συνδέσμους** που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ των σεναρίων συμβολίζοντας την επικοινωνία μεταξύ των σεναρίων του κώδικα και αναπαρίστανται με βέλη που δείχνουν την ενδεχόμενη **ροή του προγράμματος** κατά την εκτέλεσή του. Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται για τους συνδέσμους κωδικοποιούν τους τρόπους επικοινωνίας, υιοθετώντας τη χρωματική κωδικοποίηση του Scratch. Οι διασυνδέσεις μεταξύ των τμημάτων του κώδικα αφορούν το **συγχρονισμό της επικοινωνίας** (που γίνεται με την αποστολή μηνυμάτων ή με τη μέθοδο της **διαμοιραζόμενης μνήμης**) και τη δημιουργία κλώνων.

Η αναπαράσταση του προγράμματος με χρήση του ΚωδικΌραματος: Η πληροφορία που απεικονίζεται στο ΚωδικΌραμα έχει σχέση με:

- Την ταυτόχρονη εποπτεία στην ολότητα του κώδικα (όλων των αντικειμένων).

- Το απόλυτο μέγεθος του κώδικα και την πυκνότητά του που σχετίζεται με την αναλογία του πλήθους των κενών κελιών ως προς το σύνολο.
- Τη σειρά παράθεσης των αντικειμένων (από αριστερά προς τα δεξιά) αναλογικά με το ιδιαίτερο βάρος του καθενός στο πρόγραμμα.
- Την κατανομή των προγραμματιστικών σεναρίων αφενός στα τρία αντικείμενα (ρομπότ, μήλα και πλήκτρο) του προγράμματος και αφετέρου στις τέσσερις διακριτές “καταστάσεις” του προγράμματος.
- Την ταυτοποίηση κάθε σεναρίου από τις συντεταγμένες του (αντικείμενο και κατάσταση).
- Τις περιοχές του κώδικα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως η επάνω ζώνη με τα σενάρια αρχικοποίησης και η κάτω ζώνη που διαχειρίζεται το παίξιμο του παιχνιδιού.
- Την αντιστοιχία των πέντε βημάτων της λεκτικής περιγραφής της λειτουργίας του προγράμματος με τα αντίστοιχα δομικά στοιχεία (modules) του κώδικα.
- Την εξέλιξη της ροής του προγράμματος (από πάνω προς τα κάτω).
- Τον εκτεταμένο βαθμό τμηματοποίησης του προγράμματος σε συνδυασμό με τον περιορισμένο βαθμό ιεραρχικής σχεδίασης του προγράμματος.
- Τον χαρακτήρα του προγράμματος που βασίζεται σε συμβάντα.
- Την προέλευση των συμβάντων του προγράμματος που μπορεί να προέρχονται είτε από εξωτερικά αίτια όπως οι ενέργειες του χρήστη (when green flag clicked ή when this sprite clicked), είτε από εσωτερικά αίτια όπως η λήψη μηνυμάτων (when I receive message) ή η δημιουργία κλώνων (when I start as a clone).
- Επιπλέον παραδείγματα διαδοχικών (τα τέσσερα if στον ορισμό της διαδικασίας steer) και εμφωλευμένων δομών επιλογής (σενάριο “when I receive start game” του πλήκτρου “pen size”) και συνδυασμούς εμφωλευμένων δομών επιλογής στο εσωτερικό δομών επανάληψης (σενάριο when I start as a clone).

Προτεινόμενες δραστηριότητες

Τα προαναφερθέντα μπορεί να δημιουργήσουν ενδιαφέροντες διαλόγους και ερωτήσεις που οι απαντήσεις τους είναι κρυμμένες σε κοινή θέα στο infographic και τις οποίες οι μαθητές θα κληθούν να εντοπίσουν. Παράλληλα με την προτεινόμενη προσέγγιση και τις υπάρχουσες πηγές στο infographic, μπορεί να πραγματοποιηθεί μια μεγάλη ποικιλία δραστηριοτήτων, όχι μόνο στο συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch αλλά και σε οποιοδήποτε άλλη γλώσσα προγραμματισμού. Τέτοιες δραστηριότητες είναι:

- η διερεύνηση του κώδικα, η αναγνώριση - αντιστοιχισή με δομές, συμβάντα και αντικείμενα,
- η κίνηση εικονικού ρομπότ χρησιμοποιώντας πλήκτρα ή άλλα αντικείμενα,
- η δημιουργία οπτικο-ακουστικών εφέ για συγκρούσεις ή συλλογές αντικειμένων,
- η κατασκευή ή επιλογή άλλων διαδρομών ή χώρων σε επιφάνειες, και η δυνατότητα τυχαίων επιλογών,
- η κίνηση του ρομπότ σε διαφορετικούς λαβύρινθους και η αυτόματη εύρεση των εξόδων,
- η κατασκευή αγωνιστικών παιχνιδιών με ένα ή περισσότερα ρομπότ ή αντικείμενα,
- η κίνηση ρομπότ με ποικίλες αποστολές, π.χ. βάλμιμο ή καθαρισμό επιφανειών, εκνέφωση (“απολύμανση” χώρων) ή αποφυγή εμποδίων,
- η χρήση του ρομπότ για χαρτογράφηση χώρων και εμποδίων σε μια επιφάνεια.
- Επιπλέον είναι δυνατόν:

- να μελετηθεί η εξέλιξη ρομποτικών κατασκευών από το 1960 μέχρι σήμερα, μέσω μιας χρονογραμμής με σχετικά επιτεύγματα, αλλά και η διαφοροποίηση-εξέλιξη των λειτουργιών τους,
- να αναζητηθούν σημερινές μικρές και φθηνές ρομποτικές κατασκευές στις οποίες θα γίνει ο προγραμματισμός των κινήσεών τους.

Συμπεράσματα

Το "Core Code" (ως project, σχέδιο μάθησης και infographic) οπτικοποιεί και παρουσιάζει ένα σύνολο πληροφοριών που όμως είναι κωδικοποιημένες και απαιτούν αφενός από τον θεατή-μαθητή την **ενεργό εμπλοκή** κατά την ανάγνωση και αφετέρου για το δημιουργό του προϋποθέτει την κατανόηση και εφαρμογή των κανόνων της **οπτικής γραφής** (Arnheim, 2004; Arnheim, 2007; Βακαλό, 1998; Κοζάκου, 2000; Μουζακίτη, 2003).

Συγκεκριμένα το "Core Code" σε ένα πρώτο επίπεδο παρουσιάζει τις προγραμματιστικές δομές (**ακολουθία - επιλογή - επανάληψη**) που χρησιμοποιούνται σε ένα περιβάλλον **προγραμματισμού που βασίζεται σε συμβάντα**. Στην παρουσίαση χρησιμοποιείται ως γλώσσα προγραμματισμού το Scratch που είναι ένα περιβάλλον **οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια**. Για την αναπαράσταση της πολυπλοκότητας του κώδικα υιοθετείται το **κωδικόγραμμα** που παρέχει οπτικοποιημένες σε ένα δισδιάστατο πίνακα πληροφορίες σχετικές με την **ανατομία** και τη **λειτουργικότητα** του κώδικα.

Το infographic αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό, που ακολουθώντας τη **μαιευτική μέθοδο** με ερωτήσεις-υποδείξεις και σε μορφή παιχνιδιού, θα καθοδηγεί με κλιμακωτής δυσκολίας βήματα (**scaffolding**) τους μαθητές του, να **ανακαλύψουν** μόνοι τους τις προαναφερθείσες πληροφορίες που είναι κρυμμένες σε κοινή θέα.

Σχεδιάζεται έρευνα για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας όσον αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα της προαναφερθείσας διδακτικής προσέγγισης.

Αναφορές

- Abelson, H., & DiSessa, A. A. (1980). *Turtle geometry: The computer as a medium for exploring mathematics*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Arnheim, Rudolf. (2004). *Τέχνη και οπτική αντίληψη, η ψυχολογία της δημιουργικής όρασης*. Αθήνα, Θεμέλιο.
- Arnheim, Rudolf. (2007). *Οπτική Σκέψη*. Θεσσαλονίκη, University Studio Press.
- Bariamis, G., Chaimantas, S., Kotsanis, Y., & Papatthomaidi, L. (1993). A Microworld Oriented Approach in a Multi-Functional Logo-Based Curriculum. In Georgiadis, P., Gyftodimos, G., Kotsanis, Y., & Kynigos, X. (Eds). *Logo-like Learning Environments: Reflection & Prospects*, 4th European Logo Conference, Eurologo 93, Athens August 1993. Ανακτήθηκε 20/02/2021 <http://www.slideshare.net/YannisKotsanis/logomicroworlds1993>
- Chakraborty, A., Graebner, R., Stocky, T. (1999). *LOGO - A Project History* - MIT Publications. Ανακτήθηκε 20/02/2021 <http://web.mit.edu/6.933/www/LogoFinalPaper.pdf>
- "Educational Infographics for STEAM" (2020). *Erasmus+ Program*. Ανακτήθηκε 20/02/2021 <https://steam-edu.eu>
- Gizelis Robotics. (2020). *Robotosafe: the autonomous disinfection robot*. Ανακτήθηκε 20/02/2021 <https://grobotics.eu/disinfection-robot>
- Ladias, D., Karvounidis, T. & Ladias, A. (2020). Composition of programming structures into scenarios and their matching with the SOLO levels. *SEEDA-CECNSM 2020*, University of Piraeus.
- Ladias, A., Mikropoulos, Ar., Ladias, D. & Bellou, I. (2021). CodeOrama: A two dimensional visualization tool for Scratch code for teaching computer programming. *Themes in eLearning*, 14(1). Ανακτήθηκε 20/02/2021 <https://www.dropbox.com/s/wpd01hsdzbbzi09/2021%20CodeOrama.pdf>

- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books. (Ελληνική Έκδοση: Νοητικές Θύελλες, Εκδ. Οδυσσέας, 1991).
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM*, vol. 52, no. 11, pp. 60-67 (Nov. 2009). Ανακτήθηκε 20/02/2021 <http://www.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf>
- Zervas, P., Alifragkis, C., and Sampson, D. G. (2014) "A quantitative analysis of learning object repositories as knowledge management systems," *Knowledge Management & e-Learning Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 156-170, 2014. Ανακτήθηκε 20/02/2021 <https://www.kmel-journal.org/ojs/index.php/online-publication/article/viewFile/240/241>
- Βακαλό, Εμμανουήλ-Γεώργιος. (1998). *Οπτική Σύνταξη: Λειτουργία και Παραγωγή Μορφών*. Αθήνα, Νεφέλη.
- Κοζάκου-Τσιτάρα, Όλγα. (2000). *Εισαγωγή στην εικαστική γλώσσα*. Αθήνα. Gutenberg.
- Λαδιάς, Α. & Λαδιάς, Δ. (2016). Η αναπαράσταση του αλγορίθμου με τη βοήθεια του κωδικΟράματος σε περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 9(2),103-117.
- Μουζακίτη, Φρόνη. (2003). Φόρμα. *Η οπτική γλώσσα στον σύγχρονο σχεδιασμό*. Αθήνα, Οδυσσέας.

Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στην Υπολογιστική Σκέψη: μια σύντομη βιβλιογραφική επισκόπηση

Γεώργιος Φεσάκης¹, Σταυρούλα Πραντσούδη²

gfesakis@aegean.gr, stapran@aegean.gr

¹ Καθηγητής Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ. - Πανεπιστήμιο Αιγαίου

² Εκπαιδευτικός ΠΕ86-Ερευνήτρια, Πανεπιστήμιο Αιγαίου/LTEE

Περίληψη

Η αξία της Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ) και η σημασία της ενσωμάτωσής της στην εκπαίδευση έχουν ήδη αναγνωριστεί. Για την επιτυχία, ωστόσο, οποιαδήποτε προσπάθεια ενσωμάτωσης δεν αρκούν τα κατάλληλα προγράμματα σπουδών και συναφές εκπαιδευτικό υλικό, αλλά είναι απαραίτητη η στοχευμένη επιμόρφωση των ενεργών εκπαιδευτικών και προετοιμασία των εκπαιδευόμενων εκπαιδευτικών που θα κληθούν να υλοποιήσουν την ενσωμάτωση αυτή. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μια βιβλιογραφική επισκόπηση των παρεμβάσεων επιμόρφωσης ενεργών, και προετοιμασίας υποψήφιων, εκπαιδευτικών και η ταξινόμησή τους ως προς το είδος, το περιεχόμενο και τα αποτελέσματά τους. Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα και προτάσεις για τον αποδοτικότερο σχεδιασμό παρεμβάσεων επιμόρφωσης και προετοιμασίας.

Λέξεις κλειδιά: υπολογιστική σκέψη, εκπαιδευτικοί, επιμόρφωση εκπαιδευτικών, παρεμβάσεις επιμόρφωσης

Εισαγωγή

Η ΥΣ, ως δεξιότητα του 21^{ου} αιώνα, αποτελεί μια γενικότερη στάση, ένα σύνολο προσόντων και νοητικών εργαλείων που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο άνθρωπος για να επιλύσει προβλήματα, επιστημονικά ή της καθημερινής του ζωής (Wing, 2006). Σήμερα προσεγγίζεται περισσότερο ως νοοτροπία (mindset) και θεωρείται απαραίτητη μέθοδος της Υπολογιστικής Επιστήμης (Computing Science), του συνδυασμού δηλαδή ΗΥ και πρακτικών Πληροφορικής, ως επιστημολογικά εργαλεία για την επίλυση διεπιστημονικών προβλημάτων και την παραγωγή επιστήμης (Lee, 2018). Η ΥΣ μπορεί πλέον να χαρακτηριστεί ως μια στρατηγική ικανότητα του μελλοντικού πολίτη/επιστήμονα, γεγονός που ενισχύει την συζήτηση, όχι μόνο γύρω από την φύση και την σημασία της έννοιας, αλλά και γύρω από την επικαιρότητα και την ανάγκη ενσωμάτωσής της στην εκπαιδευτική διαδικασία (Grover & Pea, 2013).

Η διεπιστημονική διάσταση και η επιστημονική σημασία της ΥΣ κάνουν δυνατή την ενσωμάτωση και ανάπτυξη της στα πλαίσια διαφόρων γνωστικών αντικειμένων (Fessakis et al., 2018). Η έρευνα σχετικά με τη δημιουργία κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού και προγραμμάτων σπουδών συνεχίζεται, ωστόσο σημαντικότερος παράγοντας επιτυχίας θεωρείται η κατάλληλη προετοιμασία και υποστήριξη του ανθρώπινου δυναμικού (Cunyu, 2011), δηλαδή των εκπαιδευτικών που θα κληθούν να υλοποιήσουν την ενσωμάτωση αυτή (Lye & Koh, 2014).

Στην βιβλιογραφία εντοπίζονται δυο άξονες έρευνας: η επιμόρφωση των ενεργών εκπαιδευτικών, και η προετοιμασία των εκπαιδευόμενων εκπαιδευτικών (φοιτητών/τριών τμημάτων Εκπαίδευσης). Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η συνεισφορά στον αποδοτικότερο σχεδιασμό παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας των εκπαιδευτικών, μέσω της καταγραφής καλών πρακτικών και μεθόδων, και των αποτελεσμάτων τους. Η εργασία δομήθηκε γύρω από 2 βασικά ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιες παρεμβάσεις προτείνονται για την επιμόρφωση/προετοιμασία των εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση (ανάλυση ως προς το είδος, διάρκεια, αντικείμενο, διαστάσεις και πρακτικές ΥΣ);
2. Ποια αποτελέσματα των παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας των εκπαιδευτικών καταγράφονται;

Η εργασία ολοκληρώνεται με συμπεράσματα και συζήτηση των ευρημάτων.

Μεθοδολογία

Για τους σκοπούς της μελέτης αναζητήθηκαν δημοσιεύσεις με θέμα την υλοποίηση παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας εκπαιδευτικών για την ΥΣ, ή σχετικές έρευνες με ερωτηματολόγιο. Επιλέχθηκε η μέθοδος της βιβλιογραφικής επισκόπησης, με την οποία προσδιορίζεται η πιο ισχυρά τεκμηριωμένη έρευνα μεταξύ ενός πλήθους δημοσιεύσεων σχετικά με κάποιο αντικείμενο (Snyder, 2019). Χρησιμοποιήθηκαν οι ψηφιακές βάσεις δεδομένων Google Scholar και ERIC και αναζητήθηκαν δημοσιεύσεις της τελευταίας δεκαετίας (2011-2021), χρησιμοποιώντας ως βασικές λέξεις-κλειδιά τις “υπολογιστική σκέψη” και “εκπαιδευτικοί”, καθώς και συνδυασμούς τους με τις λέξεις “εκπαίδευση”, “επιμόρφωση” και “προετοιμασία”. Ως αποτελέσματα της αναζήτησης προέκυψαν 87 δημοσιεύσεις που αφορούσαν γενικά την ένταξη της ΥΣ στην εκπαίδευση και τον ρόλο των εκπαιδευτικών για την υλοποίησή της, από τις οποίες επιλέχθηκαν οι 19 που επικεντρώνονταν στην προετοιμασία των ενεργών και υποψήφιων εκπαιδευτικών για την διδασκαλία της ΥΣ. Οι δημοσιεύσεις κωδικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν ως προς το περιεχόμενό τους, με άξονες τα ερευνητικά ερωτήματα, και τα σχετικά ευρήματα παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Αποτελέσματα

Είδη παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας

Για την επιμόρφωση των ενεργών εκπαιδευτικών καταγράφονται στην βιβλιογραφία διάφορες παρεμβάσεις, ποικίλης χρονικής διάρκειας. Από σύντομες, όπως επιμορφωτικά εργαστήρια (Bower et al., 2017; Ketelhut et al., 2020), και τακτές απογευματινές συναντήσεις για σύντομο χρονικό διάστημα (Kong et al., 2020; Reichert et al., 2020), έως μεγαλύτερης διάρκειας, που μπορεί να καλύπτουν χρονικά ολόκληρο σχολικό έτος (Yadav et al., 2018). Παρόμοια μεθοδολογία καταγράφεται και για την περίπτωση των εκπαιδευόμενων εκπαιδευτικών, όπου οι παρεμβάσεις λαμβάνουν συνήθως χώρα στα πλαίσια προπτυχιακών μαθημάτων. Ενδεικτικά, η ΥΣ και η παιδαγωγική της μπορεί να προσφέρονται ως εξαμηνιαίο πανεπιστημιακό μάθημα, υποχρεωτικό (Lamprou & Repenning, 2018) ή επιλογής (Chan, 2020), ή να εντάσσονται στα πλαίσια άλλων μαθημάτων (συνήθως Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας) ως ενότητες διάρκειας λίγων εβδομάδων (Yadav et al., 2011; Yadav et al., 2014; Adler & Kim, 2018; McGinnis et al., 2020; Zha et al., 2020). Και εδώ δεν λείπουν οι παρεμβάσεις μικρότερης χρονικής διάρκειας όπως εργαστήρια σχεδιασμού εκπαιδευτικών εφαρμογών ή διδακτικών σεναρίων (Gabriele et al., 2019; McGinnis et al., 2019).

Οι απόψεις και στάσεις των εκπαιδευτικών, αλλά και οι αντιλήψεις τους σχετικά με την ΥΣ διερευνώνται επίσης με ερωτηματολόγια προς εκπαιδευόμενους (Bower & Falkner, 2015; Peracaula-Bosch et al., 2020) και ενεργούς (Fessakis & Prantsoudi, 2019; Sands et al., 2018) εκπαιδευτικούς, αλλά και διευθυντές σχολείων (Caeli & Bundsgaard, 2019), για την συμπερίληψη της άποψης των στελεχών της εκπαίδευσης. Οι έρευνες αυτές μελετώνται μόνο ως προς τις στάσεις και παρανοήσεις των εκπαιδευτικών, καθώς αποτυπώνουν χρήσιμα

δεδομένα για τον σχεδιασμό της επιμόρφωσης, παρόλο που δεν περιλαμβάνουν κάποια παρέμβαση επιμόρφωσης.

Οι παρεμβάσεις που υλοποιήθηκαν, ως προς το είδος και την διάρκειά τους, παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1. Σε κάθε δημοσίευση αντιστοιχεί ένας κωδικός (π.χ. A1, A2, ...) και στην στήλη N αναγράφεται το πλήθος των συμμετεχόντων στην παρέμβαση. Με βάση τα δεδομένα, 5 έρευνες έχουν υλοποιηθεί με χρήση ερωτηματολογίου (A2, A4, A10, A15, A17). Από τις υπόλοιπες 14 παρεμβάσεις, οι περισσότερες ήταν *σύντομης διάρκειας* (8 παρεμβάσεις - 57.14%), οι 4 (28.57%) μπορούν να χαρακτηριστούν ως *μεγάλης διάρκειας* (εξαμηνιαία πανεπιστημιακά μαθήματα ή ετήσια επιμόρφωση - A3, A6, A12, A19), ενώ 2 παρεμβάσεις (14.28%) ήταν *μέσης διάρκειας* (μεγαλύτερη των 30 ωρών) και αφορούσαν μόνο ενεργούς εκπαιδευτικούς (A5, A7).

Πίνακας 1. Είδη παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας

	Κωδ.	Αναφορά	N	Είδος παρέμβασης
Ενεργοί εκπαιδευτικοί	A1	Bower <i>et al.</i> (2017)	69	Ημερήσιο εργαστήριο Πληροφορικής (CS4HS)
	A2	Sands <i>et al.</i> (2018)	74	Έρευνα με ερωτηματολόγιο
	A3	Yadav <i>et al.</i> (2018)	9	2 θερινά εργαστήρια 2 εβδομάδων και εβδομαδιαίες απογευματινές συνεδρίες (διάρκεια 1 έτος)
	A4	Fessakis & Prantsoudi (2019)	136	Έρευνα με ερωτηματολόγιο
	A5	Caeli & Bundsgaard (2019)	98	Έρευνα με ερωτηματολόγιο (διευθυντές)
	A6	Reichert <i>et al.</i> (2020)	28	8 συναντήσεις/ 32 ώρες επιμόρφωσης
	A7	Ketelhut <i>et al.</i> (2020)	13	2 εργαστήρια μισής ημέρας και 7 90λεπτες συνεδρίες
	A8	Kong <i>et al.</i> (2020)	76	2 μαθήματα 39 ωρών το καθένα
Εκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικοί	A9	Yadav <i>et al.</i> (2011)	100	Εβδομαδιαία ενότητα σε πανεπιστημιακό μάθημα
	A10	Yadav <i>et al.</i> (2014)	357	2 50λεπτα μαθήματα
	A11	Bower & Falkner (2015)	44	Έρευνα με ερωτηματολόγιο
	A12	Adler & Kim (2018)	32	2 διδακτικές παρεμβάσεις σε πανεπιστημιακό μάθημα
	A13	Lamprou & Repenning (2018)	650	Υποχρεωτικό προπτυχιακό μάθημα Πληροφορικής 14 εβδομάδων
	A14	Gabriele <i>et al.</i> (2019)	141	Εργαστήριο προγραμματισμού/δημιουργίας σεναρίων
	A15	McGinnis <i>et al.</i> (2019)	30	Ανάλυση εργασιών σχεδιασμού και διδασκαλίας δομημένου μαθήματος ΥΣ
	A16	McGinnis <i>et al.</i> (2020)	39	Ενότητα ΥΣ: 3 ~3ωρα συνεχόμενα μαθήματα
	A17	Peracaula-Bosch <i>et al.</i> (2020)	193	Έρευνα με ερωτηματολόγιο
	A18	Zha <i>et al.</i> (2020)	59	3 2ωρα μαθήματα προγραμματισμού και εννοιών ΥΣ
	A19	Chan (2020)	12	Ελεύθερο μάθημα επιλογής σε πανεπιστημιακό τμήμα Εκπαίδευσης

Οι αντίστοιχες συχνότητες, ανάλογα με την διάρκεια των παρεμβάσεων και την ομάδα-στόχο, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Από τις 19 συνολικά έρευνες, οι περισσότερες (11 έρευνες - 57.89%) αφορούσαν εκπαιδευόμενους εκπαιδευτικούς (προετοιμασία), και 8 (42.10%) αφορούσαν ενεργούς εκπαιδευτικούς (επιμόρφωση), γεγονός που υποδεικνύει την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης των αναγκών επιμόρφωσης των ενεργών εκπαιδευτικών. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρείται στην περίπτωση των σύντομων παρεμβάσεων σε

εκπαιδευόμενους εκπαιδευτικούς, ενώ απουσιάζουν παρεμβάσεις άνω των 30 ωρών στην κατηγορία αυτή. Οι έρευνες με ερωτηματολόγιο δεν συνοπολογίζονται στα ποσοστά των παρεμβάσεων.

Πίνακας 2. Συχνότητα ανά διάρκεια παρέμβασης επιμόρφωσης/προετοιμασίας

Διάρκεια παρέμβασης	Ενεργοί εκπαιδευτικοί	Εκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικοί	f
Σύντομης διάρκειας	A1	A9, A10, A12, A14, A15, A16, A18	8 (57.14%)
Μέσης διάρκειας (>30 ωρών)	A6, A8	-	2 (14.28%)
Μεγάλης διάρκειας (6 μήνες - 1 έτος)	A3, A7	A13, A19	4 (28.57%)
Ερωτηματολόγιο	A2, A4, A5	A11, A17	5
Σύνολο	8	11	19

Περιεχόμενο παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας

Οι παρεμβάσεις που υλοποιούνται για την επιμόρφωση/προετοιμασία των εκπαιδευτικών, συνήθως ξεκινούν με εισαγωγή στις βασικές έννοιες και διαστάσεις της ΥΣ, και ακολουθεί προσπάθεια απόκτησης ειδικότερων δεξιοτήτων. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται αφορούν κατάλληλο υλικό και λογισμικό, όπως ο προγραμματισμός με Scratch, η χρήση ρομποτικών ή ηλεκτρονικών διατάξεων, αισθητήρων κ.λπ. (Reichert et al., 2020; Zha et al., 2020; Gabriele et al., 2019), μοντελοποίηση, προσομοίωση και ειδικές web-based εφαρμογές (Adler & Kim, 2018), αλλά και αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες όπως προτροπές σχεδίασης (drawing prompts) (Mc Ginnis et al., 2019) και σχεδίαση εκπαιδευτικών παρεμβάσεων. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι βασικές κατηγορίες περιεχομένου των παρεμβάσεων, ως προς το αντικείμενο, τις διαστάσεις και τις πρακτικές ΥΣ που αυτές αφορούν, και ο αριθμός των δημοσιεύσεων που αντιστοιχεί στην κάθε περίπτωση.

Πίνακας 3. Περιεχόμενο παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας

	Περιεχόμενο παρεμβάσεων	f
Αντικείμενο	Προγραμματισμός με πλακίδια (Scratch)	7
	Αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες	6
	Ρομποτική	4
	Ηλεκτρονικές διατάξεις	3
	Ειδικές web-based εφαρμογές	2
	Ερωτηματολόγιο	5
Διάσταση ΥΣ	Αλγόριθμοι και Προγραμματισμός	8
	Αφαίρεση	7
	Αποσύνθεση	5
	Ταύτιση προτύπων	4
Πρακτική ΥΣ	Επίλυση προβλήματος	4
	Διαχείριση δεδομένων	4
	Λογική σκέψη	4
	Μοντελοποίηση /Προσομοίωση	2
	Χρήση συστημάτων	2

Η συχνότερη παρέμβαση αφορά προγραμματισμό με πλακίδια (Scratch) και ακολουθούν οι αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες κατανόησης της ΥΣ. Από τις διαστάσεις ΥΣ πιο συχνά εμφανίζονται η Αλγοριθμική και η Αφαίρεση, ενώ στις πρακτικές ΥΣ υπερτερούν η Επίλυση προβλήματος και η Διαχείριση δεδομένων.

Για την αξιολόγηση των παρεμβάσεων χρησιμοποιούνται μέθοδοι όπως η συμπλήρωση ερωτηματολογίων πριν και μετά την παρέμβαση (pre-, post-tests) (Yadav et al., 2011; 2014), ποσοτική και ποιοτική ανάλυση δεδομένων από παρατήρηση, συνεντεύξεις εκπαιδευτικών, συνεντεύξεις ομάδων εστίασης και γραπτούς αναστοχασμούς (Ketelhut et al., 2020), δεδομένα από σχόλια σε βινιέτες (χρονογραφήματα) ανοικτού τύπου που περιγράφουν καταστάσεις διδασκαλίας (Yadav et al., 2018) ή αξιολόγηση των δημιουργημάτων (εφαρμογές ή σενάρια μαθήματος) των εκπαιδευτικών στο πλαίσιο της επιμόρφωσης (Kong et al., 2020). Επίσης, διερευνάται η αίσθηση αυτεπάρκειας των συμμετεχόντων σχετικά με την διδασκαλία της ΥΣ, οι εκτιμήσεις τους για τον απαιτούμενο υλικοτεχνικό εξοπλισμό ή ειδικές γνώσεις/δεξιότητες λογισμικού/χρήσης διατάξεων αυτοματισμού κλπ. Τέλος, βασικό ερευνητικό ερώτημα αποτελεί η εκτίμηση της πρόθεσης των εκπαιδευτικών για ενσωμάτωση της ΥΣ στην μελλοντική διδακτική τους πρακτική, καθώς και η πρόθεσή τους για περαιτέρω επιμόρφωση.

Αποτελέσματα των παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας

Στον Πίνακα 4 κατανέμονται οι δημοσιεύσεις σε φθίνουσα συχνότητα εμφάνισης των αποτελεσμάτων τους. Για τους ενεργούς εκπαιδευτικούς, ενώ πριν την υλοποίηση των παρεμβάσεων καταγράφηκε σύγχυση και παρανοήσεις αναφορικά με την ΥΣ και τις διαστάσεις της, αλλά και έλλειψη αυτοπεποίθησης ή αίσθησης αυτεπάρκειας για την διδασκαλία της (Bower et al., 2017; Sands et al., 2018), μετά τις παρεμβάσεις παρατηρείται βελτίωση ως προς την γνώση του περιεχομένου, της παιδαγωγικής και του τεχνολογικού παιδαγωγικού περιεχομένου (Kong et al., 2020). Αντίθετα, οι εκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικοί απέκτησαν στην πλειοψηφία τους ένα μέσο επίπεδο δεξιοτήτων ΥΣ (Gabriele et al., 2019; Bower & Falkner, 2015; Lamprou & Repenning, 2018) και κατανόησαν καλύτερα την έννοια συνολικά (Yadav et al., 2011), ωστόσο φαίνεται να διατηρήθηκε η σύγχυσή τους σχετικά με την φύση της έννοιας, όπως η πεποίθηση ότι απαιτείται η χρήση τεχνολογίας (Peracaula-Bosch et al., 2020; Bower & Falkner, 2015), ή η πεποίθηση ότι η ΥΣ είναι μια συλλογή διακριτών δεξιοτήτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την παραγωγή επιστήμης (π.χ. η δημιουργία γραφημάτων), παρά ένας διαφορετικός τρόπος σκέψης κατά την διαδικασία παραγωγής επιστήμης (McGinnis et al., 2020). Κατάφεραν σε κάποιες περιπτώσεις να αποσυνδέσουν την ΥΣ από την χρήση υπολογιστή και να την συνδέσουν με άλλα επιστημονικά πεδία (Yadav et al., 2014; McGinnis et al., 2019), αναγνωρίζοντας την ως γνωστό εργαλείο που περιλαμβάνει την χρήση εννοιών πληροφορικής για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων με ή χωρίς υπολογιστή (Yadav et al., 2011; Yadav et al. 2014).

Στους ενεργούς εκπαιδευτικούς δεν παρατηρήθηκε διαφορετικότητα των απόψεων ανάλογα με την βαθμίδα εκπαίδευσης, το φύλο, ή την ειδικότητά τους (Sands et al., 2018), σε αντίθεση με τους εκπαιδευόμενους εκπαιδευτικούς όπου καταγράφηκαν διαφοροποιήσεις σχετικά με το φύλο και την ειδικότητα (Zha et al., 2020). Ενεργοί εκπαιδευτικοί και στελέχη εκπαίδευσης φάνηκε να αναγνωρίζουν την ανεπάρκειά τους και να επιθυμούν οι ίδιοι περαιτέρω επιμόρφωση, ενώ επιπλέον εξέφρασαν πρόθεση ενσωμάτωσης της ΥΣ στην διδακτική τους πρακτική (Bower et al., 2017; Yadav et al., 2018; Reichert et al., 2019; Caeli & Bundsgaard, 2019; Ketelhut et al., 2020). Οι εκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν την πρόθεση να ενσωματώσουν την ΥΣ στην διδασκαλία τους και δήλωναν πιο σίγουροι για τον εαυτό τους μετά την ολοκλήρωση των παρεμβάσεων (Gabriele et al., 2019; McGinnis et al., 2019; Peracaula-Bosch, 2020; Adler & Kim, 2018).

Πίνακας 4. Αποτελέσματα παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας

Αποτέλεσμα	Δημοσίευση	f
Πρόθεση ένταξης της ΥΣ στην διδασκαλία τους	A4, A6, A7, A12, A15, A17, A18, A19	8
Ατελής κατανόηση της έννοιας	A2, A4, A11, A13, A14, A16, A17	7
Βελτίωση αντίληψης της έννοιας της ΥΣ	A1, A3, A6, A8, A9, A14	6
Πρόθεση επιμόρφωσης	A1, A4, A5, A7, A17, A19	6
Σύνδεση ΥΣ με άλλα επιστημονικά πεδία	A6, A8, A9, A10, A15	5
Οι συμμετέχοντες γνωρίζουν τρόπους ένταξης	A1, A8, A10, A12, A14	5
Βελτίωση κατανόησης των διαστάσεων της ΥΣ	A1, A3, A6, A8	4
Η ΥΣ είναι ευρύτερη της χρήσης Η/Υ και τεχνολογίας	A5, A8, A9, A10	4
Η ΥΣ θα πρέπει να ενταχθεί στην εκπαίδευση	A1, A4, A5, A7	4
Αίσθηση αυτεπάρκειας	A1, A4, A12, A14	4
Η ένταξη της ΥΣ μπορεί να γίνει χωρίς την χρήση ΗΥ	A5, A9, A10	3
Η ΥΣ είναι χρήσιμη δεξιότητα ζωής	A1, A4, A9	3
Σύγχυση ως προς την αναγκαιότητα χρήσης τεχνολογίας για την ένταξη της ΥΣ	A2, A11, A16	3
Θετική αξιολόγηση της παρέμβασης	A7, A13, A18	3
Αίσθηση ανασφάλειας	A5, A17	2

Συζήτηση

Από την επισκόπηση των ερευνών του δείγματος, αναδείχθηκε η προθυμία των εκπαιδευτικών, ενεργών και εκπαιδευόμενων, να εντάξουν την ΥΣ στην εκπαιδευτική τους πρακτική. Παράλληλα, ενώ γενικά οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων για την ΥΣ φαίνεται να βελτιώνονται μετά την συμμετοχή τους σε προγράμματα επιμόρφωσης/προετοιμασίας, παραμένουν παρανοήσεις και ατελείς αντιλήψεις για την έννοια, τις επιμέρους διαστάσεις της και την Διδακτική της. Σύμφωνα με το Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model-TAM) για την ένταξη της ΥΣ στην εκπαίδευση καθοριστικής σημασίας είναι οι στάσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ως προς την έννοια, καθώς και η εκτιμώμενη ευκολία χρήσης και χρησιμότητά της (Davis, 1989). Είναι απαραίτητος λοιπόν ο σχεδιασμός κατάλληλων παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας στοχεύοντας στον τελικό μετασχηματισμό της διδακτικής πρακτικής, μέσω και του μετασχηματισμού των αντιλήψεων και στάσεων των εκπαιδευτικών.

Οι παρεμβάσεις που μελετήθηκαν ποικίλουν σε διάρκεια και πλαίσιο υλοποίησης, σε περιεχόμενο και μεθοδολογία, αλλά και σε αποτελέσματα. Η πλειοψηφία τους αφορά εκπαιδευόμενους εκπαιδευτικούς και είναι σύντομης διάρκειας, ενώ εφόσον σύγχυση και παρανοήσεις διατηρούνται και μετά την ολοκλήρωσή τους, αναδεικνύεται η ανάγκη διερεύνησης των αιτιών και επανεξέτασης του σχεδιασμού τους. Παράλληλα, διαφαίνεται και η ανάγκη ενίσχυσης των παρεμβάσεων σε ενεργούς εκπαιδευτικούς.

Στις παρεμβάσεις αξιοποιείται κυρίως ο προγραμματισμός και αποσυνδεδεμένες μέθοδοι, με τις τελευταίες να επιφέρουν πολύ θετικά αποτελέσματα. Άλλα αντικείμενα όπως η ρομποτική και ο υλικός προγραμματισμός εκπροσωπούνται λιγότερο, παρόλο που η κατάλληλη αξιοποίησή τους θα μπορούσε να οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα. Οι παρεμβάσεις αφορούν τις κυριότερες διαστάσεις της ΥΣ, με μεγαλύτερη βαρύτητα να δίνεται στην αλγοριθμική, και χωρίς να αξιοποιούνται επαρκώς άλλες, εξίσου σημαντικές, διαστάσεις όπως η γενίκευση, η αξιολόγηση, η ανάλυση δεδομένων, η μοντελοποίηση κ.λπ. Οι πρακτικές της ΥΣ φαίνεται επίσης να μην αξιοποιούνται επαρκώς στις παρεμβάσεις που μελετήθηκαν. Για να αυξηθεί ο βαθμός αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας των εκπαιδευτικών χρειάζεται να σχεδιαστεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση των διαστάσεων και πρακτικών της ΥΣ, αλλά και της Διδακτικής τους. Σύμφωνα εξάλλου με το πλαίσιο

TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) (Mishra & Koehler, 2006), για την αποδοτική ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση, εκτός από την γνώση του περιεχομένου, είναι απαραίτητη η παιδαγωγική και τεχνολογική γνώση, καθώς και οι συνδυασμοί αυτών.

Η υλοποίηση παρεμβάσεων στην τάξη και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς θα οδηγήσει στην εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων σχετικά με τον βαθμό επιτυχίας της επιμόρφωσης/προετοιμασίας τους. Πρακτική εφαρμογή σε συνθήκες πραγματικής τάξης και αξιολόγηση-ανατροφοδότηση έγινε σε μια μόνο από τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν (Chan, 2020), αποδίδοντας πολύ θετικά αποτελέσματα, και ο τομέας αυτός χρειάζεται να ενισχυθεί περαιτέρω. Τα θετικά αποτελέσματα των παρεμβάσεων στους ενεργούς εκπαιδευτικούς ενδέχεται να ενισχύονται επιπλέον από παράγοντες όπως η εθελοντική συμμετοχή τους σε αυτές, γεγονός που υποδεικνύει αυξημένη ενεργητικότητά τους στον τομέα της επιμόρφωσης. Η ποικιλία των ευρημάτων στην περίπτωση των εκπαιδευόμενων εκπαιδευτικών μπορεί να αποδοθεί στο σαφώς μεγαλύτερο και πιο ετερογενές δείγμα των συμμετεχόντων σε αυτές, στην μη εθελοντική συμμετοχή τους (συνήθως στα πλαίσια υποχρεωτικού πανεπιστημιακού μαθήματος), καθώς και στην έλλειψη διδασκικής εμπειρίας. Η σύντομη διάρκεια των παρεμβάσεων θα μπορούσε να συσχετιστεί με την διατήρηση της σύγχυσης σχετικά με την ΥΣ και μετά την ολοκλήρωσή τους.

Η διαδικασία αλλαγής της εκπαιδευτικής πρακτικής είναι πολυπαραγοντική και πολύπλοκη και απαιτείται συντονισμένη προσπάθεια κυβερνητικών παραγόντων, στελεχών της εκπαίδευσης και εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, εκτός των ίδιων των εκπαιδευτικών (Reichert et al., 2020). Επίσης, αν και τα σύντομα διάρκειας προγράμματα επιμόρφωσης παρέχουν κίνητρα επαγγελματικής εξέλιξης, για να επιτευχθεί ο ολοκληρωμένος μετασχηματισμός της διδασκικής πρακτικής χρειάζεται να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν κατάλληλα προγράμματα διαρκούς επαγγελματικής εξέλιξης, καθώς και κατάλληλο υποστηρικτικό υλικό για τους εκπαιδευτικούς (Ketelhut et al., 2020). Στην κατεύθυνση αυτή, ο σχεδιασμός κατάλληλων παρεμβάσεων επιμόρφωσης/προετοιμασίας και κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού, σε συνδυασμό με την παροχή συνεχούς υποστήριξης, μπορεί να βοηθήσει στον απαιτούμενο μετασχηματισμό των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών και την επιτυχή ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση.

Αναφορές

- Adler, R. F. & Kim, H. (2018). Enhancing future K-8 teachers' computational thinking skills through modeling and simulations. *Education and Information Technologies*, 23, 1501-1514.
- Bower, M. & Falkner, K. (2015). Computational Thinking, the Notional Machine, Pre-service Teachers, and Research Opportunities. *Proceedings of the 17th Australasian Computing Education Conference (ACE 2015)*, 27-30 January 2015. Sydney, Australia.
- Bower, M., Wood, L. N., Lai, J. W., Howe, C., Lister, R., Mason, R., Highfield, K. & Veal, J. (2017). Improving the Computational Thinking Pedagogical Capabilities of School Teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3).
- Caeli, E. N. & Bundsgaard, J. (2019). Computational thinking in compulsory education: a survey study on initiatives and conceptions. *Educational Technology Research and Development*, 68, 551-573.
- Chan, K. K. (2020). Fostering Future Teachers' Competence in Computational Thinking in an Educational Technology Course. In *Handbook of Research on Using Educational Robotics to Facilitate Student Learning*.
- Cuny, J. (2011). Transforming Computer Science Education in High Schools. *Computer*, 44(6), 107-109.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., & Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of Computational Thinking at the K-12 classroom level curriculum. In M. S. Khine

- (Ed.) (2018). *Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights*. Switzerland: Springer.
- Fessakis, G. & Prantsoudi, S. (2019). Computer Science Teachers' Perceptions, Beliefs and Attitudes on Computational Thinking in Greece. *Informatics in Education*, 18 (2), 227-258.
- Gabriele, L., Bertacchini, F., Tavernise, A., Vaca-Cardenas, L. A., Pantano, P. & Bilotta, E. (2019). Lesson Planning by Computational Thinking Skills in Italian Pre-service Teachers. *Informatics in Education*, 18(1), 69-104.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12 A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Ketelhut, D. J., Mills, K., Hestness, E., Cabrera, L., Plane, J. & McGinnis J. R. (2020). Teacher Change Following a Professional Development Experience in Integrating Computational Thinking into Elementary Science. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 173-187.
- Kong, S.-C., Lai, M. & Sun, D. (2020). Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy. *Computers & Education*, 151, 103872.
- Lamprou, A. & Repenning, A. (2018). Teaching How to Teach Computational Thinking. In *Proceedings of 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE'18)* (pp. 69-74). New York, NY, USA: ACM.
- Lee, E. A. (2018). Modeling in engineering and science. *Communications of the ACM*, 62(1), 35-36.
- Lye, S. Y. & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: what is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61.
- McGinnis, J. R., Hestness, E., Mills, K., Ketelhut, D. J., Cabrera, L. & Jeong H. (2020). Preservice Science Teachers' Beliefs about Computational Thinking following a Curricular Module within an Elementary Science Methods Course. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 20(1), 85-107.
- McGinnis, J. R. Ketelhut, D. J., Mills, K., Hestness, E., Jeong, H. & Cabrera, L. (2019). Preservice Science Teachers' Intentions and Avoidances to Integrate Computational Thinking into Their Science Lesson Plans for Young Learners. *Annual International Conference of NARST: A Worldwide Association for Research in Science Teaching and Learning*, Apr 3, 2019, Baltimore, MD.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Integrating Technology in Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017-1054.
- Peracaula-Bosch, M., Estebanell-Minguell, M., Couso, D. & González-Martínez, J. (2020). What do pre-service teachers know about computational thinking? *Aloma* 38(1), 75-86.
- Reichert, J. T., Barone, D. A. C. & Kist, M., (2020). Computational Thinking in K-12: An analysis with Mathematics Teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(6), 1847.
- Sands, P., Yadav, A. & Good, J. (2018). Computational Thinking in K-12: In-service Teacher Perceptions of Computational Thinking: Foundations and Research Highlights. In M.S. Khine (Ed.) *Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights*. Switzerland: Springer.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339.
- Zha, S., Jin, Y., Moore, P. & Gaston, J. (2020). A Crossinstitutional Investigation of a Flipped Module on Preservice Teachers' Interest in Teaching Computational Thinking. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 36(1), 32-45.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-36.
- Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S. & Korb, J. T. (2011). Introducing Computational Thinking in Education Courses. In *Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 465-470). New York, USA: ACM.
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S. & Korb, J. T. (2014). Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1-16.
- Yadav, A., Krist, C., Good, J. & Caeli E.N. (2018). Computational Thinking in Elementary Classrooms: Measuring Teacher Understanding of Computational Ideas for Teaching Science. *Computer Science Education*, 28(2), 371-400.

Καλλιεργώντας δεξιότητες Υπολογιστικής Σκέψης σε ένα πλαίσιο ομαδοσυνεργατικής μάθησης

Ναυσικά Παππά¹, Κυπαρισσία Παπανικολάου²
nafpappa@gmail.com, krapanikolaou@aspete.gr

¹ Ιδιωτικό Γυμνάσιο «Η Θεομήτωρ»

² Ανωτάτη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης

Περίληψη

Ο χαρακτηρισμός της Υπολογιστικής Σκέψης ως βασικής δεξιότητας του 21ου αιώνα και ο τρόπος ενσωμάτωσής της στην υποχρεωτική εκπαίδευση, προκαλεί έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον. Βασικός στόχος της παρούσας έρευνας, που εφαρμόστηκε σε δείγμα 12 μαθητών Γ' Γυμνασίου και υλοποιήθηκε σε τρεις διαφορετικές φάσεις, είναι η διερεύνηση της δυνατότητας προώθησης δεξιοτήτων ΥΣ μέσω της ομαδικής επίλυσης θεμάτων του Διαγωνισμού Πληροφορικής Bebras. Μέσα από την επίλυση των δραστηριοτήτων Bebras, σε ατομικό αλλά και σε ομαδικό επίπεδο, προέκυψαν ερευνητικά αποτελέσματα σχετικά με τη σύγκριση δύο διαφορετικών τρόπων σύνθεσης των ομάδων, την ομοιογένεια και ετερογένεια ως προς το γνωστικό επίπεδο των μαθητών σε δεξιότητες ορισμένων κατηγοριών ΥΣ. Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτει πως μέσω της αλληλεπίδρασης των μαθητών καλλιεργούνται δεξιότητες ΥΣ είτε μέσω χρήσης λέξεων κλειδιών είτε μέσω ανάπτυξης νέων τεχνικών επίλυσης. Επίσης παρατηρείται αύξηση της ατομικής τους επίδοσης συγκριτικά με την αρχική τους επίδοση στον διαγωνισμό καταλήγοντας στο συμπέρασμα πως σε ειδικές συνθήκες τα θέματα Bebras μπορούν να χρησιμεύσουν ως τρόπος αξιολόγησης της ΥΣ.

Λέξεις κλειδιά: Υπολογιστική Σκέψη, Δραστηριότητες Bebras, Ομαδοσυνεργατική, Αξιολόγηση Υπολογιστικής Σκέψης

Εισαγωγή

Η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) έχει εδραιώσει την θέση της σε όλα τα εκπαιδευτικά προγράμματα παγκοσμίως καθώς αποτελεί βασική δεξιότητα για τους σημερινούς μαθητές και εν δυνάμει ενεργούς πολίτες του 21ου αιώνα (Μαυρουδής κ.α., 2014; Bocconi et al., 2016). Οι νοητικές διεργασίες που ενεργοποιεί, σχετίζονται με την επιστήμη της Πληροφορικής βρίσκουν όμως εφαρμογή σε πολλά άλλα επιστημονικά πεδία αλλά και καταστάσεις της καθημερινότητας. Το σημαντικό ερευνητικό ενδιαφέρον για την ΥΣ οδηγεί στον συνεχή εμπλουτισμό του ορισμού της (Wing, 2006; 2007; 2011) καθώς και των διαστάσεών της (Selby & Woollard, 2013; Fessakis et al., 2019). Επιπλέον, υπάρχουν διαρκείς προτάσεις για την ένταξή της στην εκπαιδευτική διαδικασία καθώς και νέοι τρόποι καλλιέργειας και αξιολόγησής της (Roman-Gonzalez et al., 2017).

Ένας από τους τρόπους προώθησης της καλλιέργειας και αποτίμησης ΥΣ στην εκπαιδευτική κοινότητα αποτελεί και ο διεθνής διαγωνισμός Πληροφορικής και ΥΣ Bebras (<https://bebras.gr/>). Η άντληση των θεμάτων του διαγωνισμού από τομείς ανεξάρτητους από την Πληροφορική και ταυτόχρονα η επίλυσή τους με τη βοήθεια εννοιολογικών εργαλείων της Πληροφορικής, κάνει την εμπλοκή των μαθητών πολύ ευχάριστη (Dagienė & Futschek, 2008; 2010). Το 2017 προτάθηκε μία διπλή κατηγοριοποίηση των θεμάτων (Dagienė et al., 2017), η οποία περιλαμβάνει τόσο τομείς της Πληροφορικής όπως Αλγόριθμοι και Προγραμματισμός (ALP), Δεδομένα, Δομές Δεδομένων, Αναπαραστάσεις (DSR), Υπολογιστικές Διαδικασίες και Υλικό (CPH), Επικοινωνίες και Δίκτυα (COM) και

Αλληλεπιδράσεις, Συστήματα και Κοινωνία (ISS)) όσο και συνιστώσες της ΥΣ όπως η Αφαίρεση, Αλγοριθμική σκέψη, Αποσύνθεση /Τμηματοποίηση, Αξιολόγηση και Γενίκευση (Selby & Woollard, 2013). Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια υπάρχουν αρκετές έρευνες που μελετούν τρόπους ένταξης της ΥΣ στην εκπαιδευτική πράξη όπως για παράδειγμα μέσω ομαδοσυνεργατικών δραστηριοτήτων που εμπλέκουν την Εκπαιδευτική Ρομποτική (Ατματζίδου, 2018; Chiazzese et al., 2019) ή μέσω αξιοποίησης δραστηριοτήτων Bebras (Lockwood & Mooney, 2018). Αν και σε ορισμένες χώρες υπάρχει η δυνατότητα συμμετοχής συνεργατικά στον διαγωνισμό Bebras και η συζήτηση μεταξύ των μαθητών είναι επιτρεπτή, (Hubwieser & Mühling, 2015), μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν μελέτες που να ερευνούν τον τρόπο αλληλεπίδρασης ομάδων μαθητών κατά την επίλυση δραστηριοτήτων Bebras.

Έχοντας ως ενδιαφέρον την διαρκώς αυξανόμενη συμμετοχή μαθητών στο διαγωνισμό Bebras παγκοσμίως και τη χρήση της ομαδοσυνεργατικής ως δυναμικό εργαλείο στην εκπαίδευση (Φρυδάκη, 2009), η παρούσα έρευνα έχει ως σκοπό να συμβάλει στο πεδίο διερευνώντας το πλαίσιο μέσα στο οποίο οι μαθητές αλληλεπιδρούν και αναπτύσσουν δεξιότητες ΥΣ κατά την επίλυση δραστηριοτήτων Bebras.

Ο βασικός σκοπός της έρευνας αφορά στον βαθμό και στον τρόπο με τον οποίο η εργασία των μαθητών σε ομάδες με στόχο την επίλυση δραστηριοτήτων Bebras, μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων ΥΣ. Επίσης, διερευνάται το είδος της ομαδοποίησης (ομοιογενής ή ετερογενής) η οποία μπορεί να αποδώσει καλύτερα αποτελέσματα στην επίδοση των μαθητών. Συγκεκριμένα, η έρευνα εστιάζει στα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

Ερώτημα 1: Πώς η συνεργατική επίλυση δραστηριοτήτων Bebras μπορεί να προωθήσει δεξιότητες ΥΣ;

Ερώτημα 2: Ποιο είδος ομαδοποίησης (ομοιογενής - ετερογενής) μπορεί να αποδώσει καλύτερα αποτελέσματα ως προς την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ;

Μεθοδολογία

Πλαίσιο - δείγμα

Η παρούσα έρευνα ξεκίνησε τον Μάρτιο του 2019 και πραγματοποιήθηκε σε Ιδιωτικό Γυμνάσιο της Αθήνας σε πραγματικές συνθήκες τάξης με μια ομάδα δώδεκα (12) μαθητών της Γ΄ Γυμνασίου. Κατά την υλοποίησή της λήφθηκαν υπόψη παράμετροι οι οποίες επηρεάζουν τις συνθήκες μίας τάξης όπως διδακτέα ύλη, διάρκεια μαθήματος, χώρος φυσικής τάξης. Πρόκειται για μία έρευνα δράσης στην οποία η μία ερευνήτρια είναι εκπαιδευτικός και συντονίστρια του διαγωνισμού Bebras στην συγκεκριμένη σχολική μονάδα.

Πρόκειται κυρίως για μία μεικτή έρευνα, ποιοτική στη Β΄ φάση της και με ποσοτικά περιγραφικά χαρακτηριστικά τα οποία μελετώνται και στις τρεις φάσεις της. Στην Α΄ Φάση οι μαθητές συμμετείχαν ατομικά στον πρώτο πιλοτικό διαγωνισμό Bebras που διοργανώθηκε στην Ελλάδα. Ένα μήνα μετά το πέρας του διαγωνισμού, οι επιδόσεις τους αξιολογήθηκαν από την εκπαιδευτικό και προέκυψαν συμπεράσματα για την επίδοσή τους ως προς τους δύο βασικούς τομείς Πληροφορικής, ALP και DSR, στους οποίους στόχευαν τα θέματα στα οποία οι μαθητές διαγωνίστηκαν την συγκεκριμένη χρονιά. Στη συνέχεια, η εκπαιδευτικός δημιούργησε δύο κοιζ, ένα για την φάση Β΄ και ένα για την φάση Γ΄ της έρευνας, με ερωτήσεις κλειστού τύπου και σύντομης απάντησης, με τη χρήση της τράπεζας θεμάτων Bebras προηγούμενων διαγωνισμών κυρίως Ελλάδας, Ηνωμένων Βασιλείων και Αυστραλίας. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως χρησιμοποιήθηκαν θέματα που σχετίζονται ταυτόχρονα με την δεξιότητα της Αλγοριθμικής Σκέψης, της Αφαίρεσης και της Αξιολόγησης και εμπλέκουν τους τομείς ALP και DSR.

Στη Β' Φάση, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της πρώτης φάσης, δημιουργήθηκαν 4 ομάδες των 3 ατόμων με διαφοροποίηση στον τρόπο σύνθεσης με σκοπό να λύσουν 4 θέματα Bebras με τη μορφή κουίζ τα οποία κατασκεύασε η εκπαιδευτικός-ερευνητρια. Δύο ομάδες συγκροτήθηκαν με γνώμονα την ομοιογένεια ως προς την επίδοσή τους στον ίδιο τομέα Πληροφορικής DSR: ομάδες DSR1 και DSR2. Άλλες δύο ομάδες συγκροτήθηκαν ως ετερογενείς ως προς την επίδοσή τους (μεικτό επίπεδο επιδόσεων: καλή, μέτρια και χαμηλή βαθμολογία) στον τομέα ALP: ομάδες ALP1 και ALP2.

Στη Γ' Φάση, οι μαθητές απάντησαν ατομικά ένα κουίζ 5 δραστηριοτήτων Bebras. Μετά την ολοκλήρωσή τους, συμπλήρωσαν ένα σύντομο ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης Δραστηριοτήτων για να αξιολογήσουν την εμπειρία τους στις τρεις φάσεις της έρευνας.

Συλλογή-Ανάλυση δεδομένων

Κατά τη διάρκεια των τριών φάσεων έγινε συλλογή δεδομένων σχετικά με τις επιδόσεις των μαθητών στον 1ο Πιλοτικό Διαγωνισμό Bebras και στα κουίζ (ομαδικά και ατομικά) που απάντησαν οι μαθητές κατά τη Β' και Γ' Φάση. Επιπλέον, κατά τη Β' φάση της έρευνας όπου οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες, βιντεοσκοπήθηκε, μέσω λογισμικού καταγραφής οθόνης, η δραστηριότητά τους στον υπολογιστή και παράλληλα ηχογραφήθηκαν οι συζητήσεις τους. Τέλος, με σκοπό να συλλεχθούν οι απόψεις των μαθητών από τις φάσεις της έρευνας, χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης Δραστηριοτήτων με ερωτήσεις ανοιχτού και κλειστού τύπου σε κλίμακα Likert ως ξεχωριστή ενότητα για κάθε φάση.

Ο τρόπος ανάλυσης των ποιοτικών δεδομένων της παρούσας έρευνας συμπέει με αυτόν του πλαισίου των ποιοτικών ερευνών που επιτρέπει την χρήση πιο ευέλικτων εργαλείων ανάλυσης και μίας πιο ολιστικής περιγραφής (Ισαρη & Πουρκός, 2015).

Αρχικά καταγράφηκε το σκορ των μαθητών στα θέματα του διαγωνισμού Bebras (Α' φάση) και στα κουίζ (Β & Γ φάσεις), σε ομαδικό και ατομικό επίπεδο. Τα αποτελέσματα, αφού μετατράπηκαν σε κλίμακα του 10, οργανώθηκαν στον Πίνακα 1 με στόχο την καταγραφή και παρατήρηση της επίδοσης του μαθητή αλλά και της ομάδας στην οποία ανήκει. Οι βιντεοσκοπήσεις των εργασιών στον υπολογιστή καθώς και οι ηχογραφήσεις των συζητήσεων των ομάδων αναλύθηκαν ως ποιοτικά δεδομένα προκειμένου να αναδειχθεί ο τρόπος αλληλεπίδρασης των μαθητών σε γνωστικό και κοινωνικό επίπεδο. Κατά την ανάλυση αυτών των δεδομένων, ένας πίνακας παρατήρησης δημιουργήθηκε για κάθε ομάδα, με μονάδα καταγραφής τη δραστηριότητα, στον οποίο καταγράφηκαν δεδομένα ως προς:

1. το *γνωστικό περιεχόμενο της συζήτησης* με αναφορά σε όρους ΥΣ: στις συζητήσεις των μαθητών εντοπίστηκαν αποσπάσματα στα οποία προκύπτει λεκτική αναφορά ή εφαρμογή σε κάποια διάσταση της ΥΣ.
2. την *αλληλεπίδραση στην ομάδα*: αναγνωρίστηκε ο ρόλος του κάθε μαθητή μέσα στην ομάδα και ο τρόπος που λαμβάνονται αποφάσεις στην ομάδα.
3. το *κλίμα συνεργασίας στην ομάδα*: αναγνωρίστηκαν κοινωνικές παράμετροι της συνεργασίας όπως η διάθεση και οι σχέσεις μεταξύ των μαθητών.

Τέλος οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις κλειστού τύπου του ερωτηματολογίου αναλύθηκαν ποσοτικά ως προς τη συχνότητα εμφάνισής τους ενώ οι απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου αναλύθηκαν θεματικά ως προς το περιεχόμενό τους.

Αποτελέσματα

Ερώτημα 1: Πως η συνεργατική επίλυση δραστηριοτήτων Bebras μπορεί να προωθήσει δεξιότητες ΥΣ;

Αρχικά μελετήθηκαν οι επιδόσεις των μαθητών στις τρεις φάσεις της έρευνας ώστε να διαπιστωθεί αν υπήρξε βελτίωση μετά την ομαδική εργασία. Προκειμένου να αναγνωριστούν πιθανά αίτια της ατομικής βελτίωσης των μαθητών στην Γ' φάση της έρευνας, μελετήθηκαν οι απόψεις των μαθητών για την ομαδική εργασία. Στη συνέχεια αναλύθηκαν οι συζητήσεις των ομάδων προκειμένου να διαπιστωθεί πως αντανακλά σε αυτές η ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ των μαθητών.

Α. Η σύγκριση των επιδόσεων των τριών φάσεων ανά μαθητή και ανά ομάδα εμφανίζεται στον Πίνακα 1 όπου παρουσιάζονται συγκεντρωτικά όλα τα αποτελέσματα.

Πίνακας 1.Επιδόσεις μαθητών ανά φάση της έρευνας (κλίμακα 1-10)

Ατομικός κωδικός	Ομάδα	Διαγωνισμός Bebras (Α')	Αξιολόγηση Ομάδας (Β')	Ατομική Αξιολόγηση (Γ')
teom76	ALP1	8,6/10	7,5/10	10/10
teom77		4,3/10		8/10
teom73		1,4/10		6/10
teom69	ALP2	5,7/10	7,5/10	10/10
teom70		4,3/10		8/10
teom81		1,4/10		4/10
teom82	DSR1	4,3/10	5/10	6/10
teom75		2,9/10		4/10
teom78		1,4/10		6/10
teom71	DSR2	4,3/7	5/10	6/10
teom68		2,9/10		4/10
teom72		1,4/10		4/10

Λαμβάνοντας υπόψη τις επιδόσεις κάθε μαθητή στη διάρκεια των τριών φάσεων όπως εμφανίζονται στον Πίνακα 1, προκύπτει το συμπέρασμα πως η συνεργασία ευνόησε τη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών στην επίλυση θεμάτων ΥΣ που εμπλέκουν Αλγοριθμική σκέψη, Αφαίρεση και Αξιολόγηση. Όλοι οι μαθητές στην ατομική αξιολόγηση της Γ' φάσης έχουν βαθμολογία τουλάχιστον 4/10 ενώ το 1/3 των συμμετεχόντων είχε αρχικά (Διαγωνισμός Bebras - Α' Φάση) επίδοση 1,4/10.

Με στόχο τον έλεγχο της εγκυρότητας των παραπάνω αποτελεσμάτων αντλήθηκαν δεδομένα από τις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης Δραστηριοτήτων. Στον Πίνακα 2 φαίνονται οι απαντήσεις των μαθητών για τη Β' φάση.

Πίνακας 2. Απόψεις μαθητών για την εργασία σε ομάδες (Σύνολο 12)

	Καθόλου	Πολύ Λίγο	Λίγο	Αρκετά	Πολύ
1. Πόσο σε βοήθησε η δραστηριότητα στην ομάδα;			2	10	
2. Πόσο θεωρείς ότι συνέβαλες στην ομάδα;			1	11	
3. Πόσο ικανοποιημένος είσαι από τη συνεργασία;				11	1
4. Πόσο θεωρείς ότι οι δραστηριότητες Bebras αυξάνουν τις γνώσεις σου για τους υπολογιστές;			2	5	5

Οι απαντήσεις των μαθητών ενισχύουν τα συμπεράσματα του Πίνακα 1 αφού 10 στους 12 μαθητές θεωρούν ότι η ομαδική εργασία ήταν βοηθητική για την εξέλιξή τους (βλέπε Πίνακας 2, Ερώτηση 1) καθώς και ότι είχαν συμβολή σε αυτήν (βλέπε Πίνακας 2, Ερώτηση 2) ενώ όλοι ήταν ικανοποιημένοι από τη συνεργασία (βλέπε Πίνακας 2, Ερώτηση 3). Από τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου των ερωτηματολογίων παρατίθενται ενδεικτικά κάποιες απόψεις μαθητών σχετικά με το ενδιαφέρον που βρήκαν κατά τη συνεργασία τους στην ομάδα. «*Ακούς τις ιδέες και τον τρόπο που σκέφτονται οι άλλοι*», «*μπαίνουμε στη διαδικασία να ακούμε τις απόψεις των άλλων...στη συνέχεια...τις υιοθετούμε ή να τις απορρίπτουμε*», «*μπορείς να λύσεις τα θέματα με μεγαλύτερη ακρίβεια*», «*διορθώνεις καλύτερα τα λάθη και διαμορφώνεις νέα γνώμη πάνω στα θέματα*», «*επειδή η ομάδα είναι πιο ωραία. ΤΕΛΟΣ*». Στην ερώτηση αν θα ήθελαν να λάβουν μέρος σε επόμενο διαγωνισμό ως άτομο ή ομάδα οι 10/12 απάντησαν ομαδικά.

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2, συγκριτικά με την επίδοση τους στον διαγωνισμό (φάση Α') και στο κομμάτι αξιολόγησης (φάση Γ'), οι 11 στους 12 μαθητές θεωρούν ότι βελτίωσαν την επίδοσή τους τουλάχιστον «Αρκετά». (7 Αρκετά και 4 Πολύ). Επίσης, 10 στους 12 απάντησαν πως οι δραστηριότητες Bebras βελτιώνουν τις γνώσεις τους για τους υπολογιστές τουλάχιστον «Αρκετά» (5 Αρκετά, 5 Πολύ).

Β. Από την ανάλυση των στιχομυθιών των ηχογραφημένων συζητήσεων των μαθητών, αναδειχθηκαν δύο διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους οι μαθητές, στη διάρκεια της συνεργασίας στην ομάδα, εκφράζουν τις δεξιότητες ΥΣ που αναπτύσσουν. Ο ένας σχετίζεται με τη χρήση λέξεων κλειδιών συνδεδεμένες με τις διαστάσεις της ΥΣ της εκάστοτε δραστηριότητας ενώ ο δεύτερος τρόπος αφορά στις προτάσεις κάποιων μαθητών να επιλύσουν το θέμα με διαφορετικό τρόπο.

Χρήση λέξεων κλειδιών. Συγκρίνοντας τους ορισμούς των διαστάσεων της ΥΣ από την βιβλιογραφία και τις συζητήσεις των ομάδων, παρατηρείται συσχέτιση η οποία φαίνεται στα ενδεικτικά παραδείγματα στιχομυθιών.

Αλγοριθμική σκέψη: Μ1:«Πρέπει να επαναλάβει μοτίβα δηλαδή...» Μ2:«*ναι, ένα μοτίβο επαναλαμβάνόμενο*», «*Ο Λαβύρινθος έχει ένα συγκεκριμένο pattern που επαναλαμβάνεται*»

Αφαίρεση: Μ1:«Μπορεί να πρέπει να μελετηθούν ξεχωριστά τα αγόρια και ξεχωριστά τα κορίτσια», Μ2:«*Ας σπάσουμε τη διαδρομή...*», Μ3:«*Σβήνω αυτά που σίγουρα εμποδίζουν πρώτα*», Μ2:«*Ωραία, πέτα κι αυτό*»

Αξιολόγηση: Μ1:«*μμμ πρέπει να κάνουμε τσεκ σε όλες τις διαδρομές..*» Μ2:«*ναι, αλλά μας νοιάζει η συντομότερη*», Μ3:«*Πρέπει να χουμε την ελάχιστη δυνατή απόκλιση...δεν μας ζητά απλά να βρούμε τη λύση..*», Μ3:«*Για αρχή θα πάρει το 13 γιατί περνά από εκεί..*» Μ1:«*Ναι, το 13 δεν το γλυτώνουμε..*»

Αξιζει να σημειωθεί πως κάποιιοι μαθητές, χωρίς να έχουν διδαχθεί τις σχετικές έννοιες στο μάθημα, περιγράφουν, και κατ' επέκταση αλληλοδιδάσκονται έννοιες της Πληροφορικής όπως η Θεωρία Γράφων, η Ουρές αναμονής (LIFO) και οι Άπληστοι Αλγόριθμοι. Ακολουθούν τα σχετικά αποσπάσματα από τη στιχομυθία δύο μαθητών, Μ1: «*...οι κόκκοι αντιστοιχούν σε χρήματα και οι γραμμές σε κατευθύνσεις οπότε πρέπει κάθε φορά να υπολογίζουμε τη διαδρομή*» Μ2: «*Ουσιαστικά αυτή που έπεσε πρώτη είναι η τελευταία που βγαίνει*».

Διαφορετικοί τρόποι επίλυσης του θέματος. Σε πολλά σημεία στις στιχομυθίες των μαθητών, κυρίως στις ανομοιογενείς ομάδες, μεταξύ μαθητών Μ1 και Μ2, προτείνονται τρόποι επίλυσης από κάποιο μέλος της ομάδας που στη συνέχεια αλλάζει το αρχικό σκεπτικό το οποίο ακολουθούσε η ομάδα είτε αποδεχοντάς το ως σωστό είτε συνεχίζοντας την επίλυση με τη συμβολή αυτή.

Στο παρακάτω απόσπασμα ο μαθητής, μετά από πολλές αποτυχημένες προσπάθειες στη δραστηριότητα προτείνει να αξιολογήσουν την καλύτερη διαδρομή «*Να το επαναλάβουμε νοητά*» και χωρίς τη δοκιμή με το ποντίκι ελέγχει τα επόμενα βήματα εντοπίζοντας γρήγορα

το σημείο στο οποίο υπήρχε λάθος, ενώ ακολουθεί η στιχομυθία: M1: «Ξέρεις τι..μην ξεκινάς όπως να ναι. Ας το πάρουμε από μία μεριά και να τα ελέγξουμε με τη σειρά...Έτσι μπορούμε να δώμε σημείο σημείο ποιο βολέει να κρατήσουμε»,

M2: «Ωραία!», M3« Πάμε, πάμε.» Εδώ ο μαθητής M1 προτείνει την βέλτιστη πρόταση για επίλυση καθώς είναι ακριβώς ο τρόπος λειτουργίας ενός Άπληστου Αλγόριθμου, δηλαδή να επιλέξουν τοπικά «σημείο σημείο» την καλύτερη επιλογή για την δεδομένη στιγμή. Είναι ουσιαστικά και ο ιδανικός τρόπος επίλυσης του θέματος που προτείνεται από τον συγγραφέα του θέματος στο διαγωνισμό Bebras.

Σε άλλο παράδειγμα, ένας μαθητής, με αρκετή επιμονή, προτείνει τη διαδικασία της οπισθοδρόμησης. «Αν δοκιμάσουμε την ανάποδη διαδρομή;» και ξανά λίγα δευτερόλεπτα αργότερα «Ας το πάρουμε ανάποδα!» Στο παράδειγμα αυτό Διαδικασία στον προγραμματισμό κατά την οποία προσπελώνεις αντίστροφα τις εντολές μέχρι να βρεις το λάθος. Το ίδιο παρατηρείται και στην άλλη ομάδα ALP αλλά όχι στο ίδιο θέμα. «Ωραία, κι ανάποδα μπορούμε να το δώμε. Δηλαδή ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός που μπορεί να κρατήσει»

Ερώτηση 2: Ποιο είδος ομαδοποίησης (ομοιογενής - ετερογενής) μπορεί να αποδώσει καλύτερα αποτελέσματα ως προς την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ;

Από τα δεδομένα του Πίνακα 3 προκύπτει πως οι δύο ετερογενείς ομάδες ALP1 και ALP2 έχουν τον μεγαλύτερο μέσο όρο βαθμολογιών τόσο στην Β' όσο και στην Γ' Φάση. Επίσης από την ανάλυση των στιχομυθιών ως προς το γνωστικό περιεχόμενο των συζητήσεων, συμπεραίνουμε πως στις ομάδες αυτές, οι μαθητές φαίνεται να αναπτύσσουν σε μεγαλύτερο βαθμό δεξιότητες της ΥΣ καθώς μόνο στις ομάδες ALP παρατηρήθηκε ο δεύτερος τρόπος αλληλεπίδρασης (Πρόταση διαφορετικών τρόπων επίλυσης). Αυτό σημαίνει πως σε αυτές τις ομάδες υπήρξε ένα είδος διαλόγου που εντοπίστηκε ελάχιστα στις άλλες δύο. Στη συνέχεια περιγράφονται και ερμηνεύονται τα μετρήσιμα αποτελέσματα των επιδόσεων των ομάδων.

Πίνακας 3. Μέσος όρος βαθμολογίας ομάδων ανά φάση της έρευνας

Ομάδα	Διαγωνισμός Bebras (φάση Α')	Αξιολόγηση Ομάδας (φάση Β')	Αξιολόγηση Ομάδας (φάση Γ')
ALP1	4,76/10	7,5/10	8/10
ALP2	3,8/10	7,5/10	7,3/10
DSR1	2,9/10	5/10	5,3/10
DSR2	2,9/10	5/10	4,6/10

Η ομάδα ALP1 είναι η ομάδα με τα καλύτερα αποτελέσματα. Στον Πίνακα 3 φαίνεται πως ο μέσος όρος της ομάδας είναι 7,5/10 και 8/10 στη Β' και στη Γ' φάση αντίστοιχα. Στον αντίποδα, η ομάδα DSR2 είναι η ομάδα που έχει τη χαμηλότερη βαθμολογία με αντίστοιχο μέσο όρο 5/10 και 4,6/10. Δεδομένου του μικρού δείγματος δεν επαρκούν τα αριθμητικά αυτά δεδομένα για να προκύψει ασφαλές συμπέρασμα σχετικά με το πιο αποδοτικό είδος ομαδοποίησης. Θεωρήθηκε χρήσιμο να ερμηνευτούν με βάση τις παρατηρήσεις που αφορούν κυρίως στην αλληλεπίδραση των μαθητών με τα μέλη της ομάδας.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται συνοπτικά οι παρατηρήσεις που αφορούν την αλληλεπίδραση των μαθητών ως προς τα θετικά και αρνητικά στοιχεία που παρουσιάστηκαν ανά ομάδα με βάση το γνωστικό περιεχόμενο των συζητήσεων, την αλληλεπίδραση στην ομάδα και το κλίμα συνεργασίας.

Πίνακας 4. Αλληλεπίδραση ομάδων

Ομάδα	Θετικά στοιχεία	Αρνητικά στοιχεία
ALP1	Πολύ ενεργός γνωστικός διάλογος Πολύ καλή επικοινωνία Πολύ θετικό κλίμα Σταδιακή βελτίωση μαθητή με χαμηλή βαθμολ.	Αρχικά υπήρχε εναλλαγή ρόλων μόνο ανάμεσα στα δύο μέλη με τις υψηλότερες βαθμολογίες
ALP2	Ενεργός Γνωστικός Διάλογος Θετικό κλίμα Ισότιμη συμμετοχή των 3 μελών	Ένταση στη συζήτηση (χιουμοριστική διάθεση) Ο μαθητής με την υψηλότερη βαθμολογία δίσταζε να εκθέσει τους συλλογισμούς του (αν και σωστοί) Ανασφάλεια στη λήψη αποφάσεων
DSR1	Πολύ Θετικό Κλίμα Πολύ ενεργός ρόλος του ενός μαθητή με χαμηλή αρχικά συμμετοχή	Δυσκολία επεξήγησης με όρους ΥΣ Ανασφάλεια στη λήψη αποφάσεων
DSR2	Θετικό κλίμα Καλή επικοινωνία μεταξύ δύο μαθητών	Μερική ανασφάλεια στη λήψη αποφάσεων Χαμηλή συμμετοχή του ενός μαθητή

Από τον Πίνακα 4 προκύπτει προβάδισμα των ετερογενών (ALP) ως προς τις ομοιογενείς ομάδες (DSR) ως προς την κοινωνική διάσταση καθώς παρατηρήθηκε έντονη κοινωνική συνοχή η οποία φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδοση με αποτέλεσμα οι μαθητές να έχουν τις καλύτερες επιδόσεις.

Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα

Συνοπτικά η παρούσα έρευνα παρέχει ενδείξεις για το πως η συνεργατική επίλυση θεμάτων Bebras σε πραγματικές συνθήκες μιας τάξης μπορεί να λειτουργήσει ως περιβάλλον προώθησης και καλλιέργειας δεξιοτήτων ΥΣ. Ανεξάρτητα από το είδος της σύνθεσης της ομάδας στην οποία ανήκαν, όλοι οι μαθητές φάνηκε να βελτιώνουν τις επιδόσεις τους τόσο στη φάση της ομαδικής εργασίας όσο και κατά την ατομική τελική αξιολόγηση συγκριτικά με την αρχική επίδοσή τους στον διαγωνισμό Bebras.

Επιπλέον, η στοχευμένη σύνθεση των ομάδων μαθητών με βάση την επίδοσή τους μπορεί να λειτουργήσει θετικά για την βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών. Η αλληλεπίδραση των μαθητών φαίνεται να προκαλεί ενεργό διάλογο με όρους μάθησης ΥΣ με δύο τρόπους. Κατά τον πρώτο τρόπο οι μαθητές περιγράφουν μέσω των προτάσεών τους για την επίλυση του προβλήματος τις βασικές συνιστώσες-όρους των δεξιοτήτων ΥΣ που μελετώνται στην παρούσα έρευνα (Αλγοριθμική σκέψη, Αφαίρεση, Αξιολόγηση). Ο δεύτερος τρόπος, που παρατηρείται κυρίως στις ομάδες με ετερογενή σύνθεση, αφορά στη νοηματοδότηση εννοιών που προκύπτει από τους νέους τρόπους επίλυσης προβλημάτων που διαπραγματεύονται τα μέλη της ομάδας.

Σχετικά με τις κατηγοριοποιήσεις ομάδων, αυτή που φαίνεται να έχει τα περισσότερα γνωστικά πλεονεκτήματα προς επιβεβαίωση της βιβλιογραφίας (Φρυδάκη, 2009), είναι η ετερογενής καθώς οι ομάδες ALP είχαν τις καλύτερες επιδόσεις. Αυτό φάνηκε επίσης από τον τρόπο που συνεργάστηκαν τόσο σε γνωστικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο.

Στα μελλοντικά σχέδιά μας είναι η υλοποίηση της έρευνας σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών διαφορετικής ηλικίας και από διαφορετικά σχολεία. Άλλη μία παράμετρος που αξίζει να μελετηθεί είναι ο χρόνος δραστηριότητας δηλ. ο αριθμός και η διάρκεια των συναντήσεων των μαθητών σε ομάδες. Τέλος, σκοπεύουμε να μελετήσουμε παρεμβάσεις στον τρόπο εργασίας των ομοιογενών ομάδων όπως η συνεργασία μαθητών με χαμηλή βαθμολογία οι οποίοι θα δουλεύουν συνεργατικά δραστηριότητες, αρχικά χαμηλής δυσκολίας και σταδιακά εφόσον υπάρχει πρόοδος, να ανεβαίνουν επίπεδο. Με αυτό τον τρόπο θα μπορούσε να ερευνηθεί κατά πόσο μπορεί να επιτευχθεί η μέγιστη ατομική επίδοση του κάθε μαθητή.

Αναφορές

- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education*. Joint Research Centre.
- Chiazzeze, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2019). *Educational Robotics in Primary School: Measuring the Development of Computational Thinking Skills with the Bebras Tasks*. Informatics, 6. <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>
- Dagienė, V., & Futschek, G. (2008). *Bebras International Contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for Good Tasks*. 19–30.
- Dagienė, V., Stupurienė, G., & Sentance, S. (2017). *Developing a Two-Dimensional Categorization System for Educational Tasks in Informatics*. INFORMATICA, Vol. 28, 23–44. <http://dx.doi.org/10.15388/Informatica.2017.119>
- Dagiene, Valentina, & Futschek, G. (2010). *Introducing informatics concepts through a contest*.
- Fesakis, G., Prantsoudi, S., Komis, V., S., P., & Dimitracopoulou, A. (2019). Η σημασία της ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση και ο διαγωνισμός Κάστορας (Bebras-GR) ως πρωτοβουλία προώθησης της ΥΣ στην Ελλάδα, Προσκεκλημένη κεντρική ομιλία στο 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ – Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη που πραγματοποιήθηκε στη Ρόδο στις 12, 13 και 14 Απριλίου 2019, e-diktyo.
- Hubwieser, P., & Mühling, A. (2015). *Investigating the Psychometric Structure of Bebras Contest. Towards measuring Computational Thinking skills*. International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering.
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2018, September). *Developing a Computational Thinking Test using Bebras problems*. TACKLE: the 1st Systems of Assessments for Computational Thinking Learning workshop at EC-TEL, United Kingdom.
- Roman-Gonzalez, M., Moreno-León, J., & Robles, G. (2017). *Complementary Tools for Computational Thinking Assessment*.
- Selby, C. C., & Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: The Developing Definition*.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. Vol. 49 (Communications of the ACM), 33–35.
- Wing, J. M. (2011). Research Notebook: *Computational Thinking – What and Why?* The Link Magazine. <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>
- Wing, J. M. (2017). *Computational thinking's influence on research and education for ai*. Italian Journal of Educational Technology, Vol. 25(Issue 2), 7–14. <https://doi.org/10.17471/2499-4324/922>
- Ατματζίδου, Σ. (2018). *Educational robotics as a means of developing students' computational thinking and metacognition*. [Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ)]. <http://hdl.handle.net/10442/hedi/42916>
- Ισαρη, Φ., & Πουρκός, Μ. (2015). *Ποιοτική μεθοδολογία έρευνας* [ηλεκτρ. Βιβλ.]. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. <http://hdl.handle.net/11419/5826>
- Μαυροδδή, Ε., Πέτρου, Α., & Φεσάκης, Γ. (2014). *Υπολογιστή Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών*. 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο: "Διδακτική Της Πληροφορικής."
- Φρυδάκη, Ε. (2009). *Η συνεργατική διδασκαλία στην μάθηση. Η διδασκαλία στην τομή της νεωτερικής και της μετανεωτερικής σκέψης*. Εκδόσεις Κριτική.

Εργαλεία διδασκαλίας αλγοριθμικών δομών στην προσχολική και πρωτοσχολική εκπαίδευση

Σωτήρης Γεωργίου, Θαρρενός Μπράτιτσης
samgeorg@gmail.com, bratitsis@uowm.gr
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται μία εκτενής παρουσίαση των διαθέσιμων εργαλείων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εκπαιδευτικοί για την διδασκαλία των αλγοριθμικών δομών. Η επιλογή της ηλικιακής ομάδας των μαθητών έγινε με στόχο την ένταξη του προγραμματισμού σε όσο το δυνατό νεότερους μαθητές. Οι αλγοριθμικές δομές που επιλέχθηκαν είναι, η δομή επιλογής, η δομή επανάληψης και η ακολουθία. Τα εργαλεία που παρουσιάζονται είναι διαθέσιμα στην ελληνική αγορά και έχουν επίσης δυνατότητες για περαιτέρω χρησιμότητα. Η επιλογή τους έγινε με βάση τις δυνατότητες των παιδιών, των υλικών που χρησιμοποιούν και την ταυτόχρονη χρήση άλλων μέσων. Τέλος παρουσιάζονται διδακτικές προσεγγίσεις διδασκαλίας για την ανάπτυξη της αλγοριθμικής σκέψης με προγραμματιστικά εργαλεία που ωθούν τη μάθηση, και συγκεκριμένα τη διδασκαλία προγραμματιστικών δομών και την μάθηση μέσα από παιχνίδι που δημιουργούν οι ίδιοι οι μαθητές.

Λέξεις κλειδιά: Αλγοριθμικές δομές, Προγραμματισμός, προσχολική ηλικία, πρωτοσχολική ηλικία, Kodable, Gigo, BlueBot, Scratch Jr

Εισαγωγή

Το 2001 το τμήμα Πληροφορικής του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου εισηγήθηκε την ένταξη των Νέων Τεχνολογιών στην Α/βαθμια και Προσχολική Αγωγή. Αργότερα εγκρίθηκε το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) (Φ.Ε.Κ. 1366 /τ.Β'/18-10-2001, 1373/τ.Β'/18-10-2001, 1374/τ.Β'/18-10-2001, 1375/τ.Β'/18-10-2001, 1376/τ.Β'/18-10-2001). Η εισαγωγή της πληροφορικής στο δημοτικό είχε σαν σκοπό να έρθουν οι μαθητές σε μια πρώτη επαφή με τον Η/Υ και βασικές του λειτουργίες. Ο Η/Υ στο δημοτικό, επιδιώχθηκε να χρησιμοποιηθεί σαν γνωστικό διερευνητικό εργαλείο με σκοπό την μάθηση, σαν εποπτικό μέσο διδασκαλίας σε βασικά γνωστικά αντικείμενα προάγοντας τη διαθεματικότητα, σαν εργαλείο επικοινωνίας και αναζήτησης πληροφοριών και σαν γνωστικό αντικείμενο (πληροφορικός αλφαριθμητισμός) αποκτώντας δεξιότητες στην χρήση ενός υπολογιστικού συστήματος. Η Επιστήμη της Πληροφορικής δεν περιορίζεται μόνο στη χρήση ενός υπολογιστή, αναπόσπαστο κομμάτι της αποτελεί η διαδικασία του προγραμματισμού αφού δίνει τη δυνατότητα στον καθένα να προσαρμόζει το υλικό και το λογισμικό ανάλογα με τις πραγματικές του ανάγκες (Φουντουλάκη, 2011).

Το πόσο σημαντικός είναι πλέον ο προγραμματισμός μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί αν ανατρέξει κανείς στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Έτσι ενώ την προηγούμενη δεκαετία τα μαθήματα πληροφορικής και προγραμματισμού υπήρχαν ουσιαστικά μόνο στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τα τελευταία χρόνια ο προγραμματισμός συμπεριλαμβάνεται στο πρόγραμμα σπουδών και της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, μια κίνηση που δηλώνει τη μεγάλη σημασία που έχει η εκμάθηση των αρχών του προγραμματισμού αλλά και η συμβολή του στην ανάπτυξη λογικής σκέψης στην επίλυση προβλημάτων. Η παραπάνω διαπίστωση υποστηρίζεται από όλη την ερευνητική και παιδαγωγική κοινότητα, με πρωτοπόρο τον Papert, σύμφωνα με τον οποίο ο

προγραμματισμός μπορεί να αποτελέσει εκπαιδευτικό εργαλείο για την καλλιέργεια και ανάπτυξη νοητικών δεξιοτήτων σε όσους μαθητές εμπλακούν με αυτόν, ανεξάρτητα με το φύλο και δίνει κίνητρα για ένα δομημένο τρόπο σκέψης και αντιμετώπισης προβλημάτων σε όλα σχεδόν τα γνωστικά αντικείμενα (Papert, 1980).

Η εισαγωγή της διδασκαλίας της πληροφορικής στο αναλυτικό πρόγραμμα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είχε ως αποτέλεσμα να αλλάξει τελείως ο ρόλος των Τηλεομοσφαιρών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση. Οι ΤΠΕ έγιναν ένα με τη σχολική ζωή και οι γλώσσες προγραμματισμού αποτελούν πλέον εργαλείο για την ένταξή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι αλλαγές αυτές κίνησαν το ενδιαφέρον για περαιτέρω έρευνες για τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στον προγραμματισμό και την εκπαίδευση (Γκαβρέση κ.α., 2011). Ο τρόπος διδασκαλίας εννοιών όπως ανάλυση προβλήματος, κατηγοριοποίηση προβλήματος, ιδιότητες, πολυπλοκότητα, δομές αλγορίθμων και πίνακες αποτελούν πλέον αντικείμενο έρευνας από πολλούς μελετητές (Αλεξοπούλου & Κυνηγός, 2008; Γλέζου κ.α., 2006; Εφραιμίδου, 2012).

Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται και ερευνά τα ποικίλα εργαλεία που είναι διαθέσιμα στην ελληνική αγορά και τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία αλγοριθμικών δομών. Τα εργαλεία που παρουσιάζονται είναι δωρεάν ή επί πληρωμή και είναι επλεγμένα με βάση την ηλικία των μαθητών και τις γνωστικές τους δυνατότητες. Αναφέρονται επίσης τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για κάθε εργαλείο με σκοπό να βοηθηθεί ο εκπαιδευτικός στην πλέον κατάλληλη επιλογή για το μάθημά του.

Η πληροφορική στο νηπιαγωγείο και στην πρωτοσχολική τάξη

Το ΔΕΠΠΣ για το νηπιαγωγείο (ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, 2001; 2003) προβλέπει μια διαθεματική προσέγγιση πέντε γνωστικών αντικειμένων, ενώ το πρόγραμμα για την πληροφορική εισάγει τη γνώριμία του Η/Υ ως εποπτικού μέσου διδασκαλίας και ως εργαλείου διερεύνησης και επικοινωνίας, με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών. Όμως δεν διευκρινίζει επαρκώς το θέμα της ενσωμάτωσης του Η/Υ σε άλλα γνωστικά αντικείμενα, ούτε προτείνει συγκεκριμένο αριθμό ωρών (Κόμης, 2005). Το Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην προσχολική και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, 2012), αναφέρει ως σκοπό χρήσης των ΤΠΕ στο νηπιαγωγείο, ότι τα παιδιά: «χρησιμοποιούν λογισμικό (εκπαιδευτικό και γενικής χρήσης) και υπηρεσίες του διαδικτύου, εντάσσοντας οργανικά τις ΤΠΕ στις καθημερινές δραστηριότητες του νηπιαγωγείου ως εποπτικά μέσα διδασκαλίας, ως εργαλεία διερεύνησης, πειραματισμού και επίλυσης προβλημάτων και ως εργαλεία διαχείρισης πληροφοριών, ψηφιακού γραμματισμού και έκφρασης με πολλαπλούς τρόπους δημιουργίας, επικοινωνίας και συνεργασίας». Η σημασία της ένταξης-ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην τάξη αναφέρεται τόσο στο πρόγραμμα σπουδών του νηπιαγωγείου όσο και στο τρέχον πρόγραμμα επιμόρφωσης εκπαιδευτικών Β' επιπέδου. Για παράδειγμα, στο πρόγραμμα επιμόρφωσης Β' επιπέδου αναφέρεται ότι για το νηπιαγωγείο το επιμορφωτικό υλικό θα πρέπει να εστιάζει στην ανάπτυξη ικανοτήτων που αφορούν την ενσωμάτωση κατάλληλων εφαρμογών των ΤΠΕ στα πέντε βασικά γνωστικά αντικείμενα του νηπιαγωγείου (Κόμης, 2010).

Το Υπουργείο Παιδείας έχει ξεκινήσει από το 2020 την ανανέωση των προγραμμάτων σπουδών και των βιβλίων σε όλες τις τάξεις της Πρωτοβάθμιας και της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Το νέο νομοσχέδιο αναμένεται να εφαρμοστεί το καλοκαίρι του 2021, σύμφωνα με τον σχεδιασμό του υπουργείου Παιδείας αλλά και του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) που έχει αναλάβει τη διεκπεραίωση του έργου. Πρόκειται για 453 προγράμματα σπουδών, τα οποία εφόσον τα χρονοδιαγράμματα τηρηθούν, θα εφαρμοστούν, αν όχι στο σύνολό τους, σε κάποιες τάξεις ξεκινώντας από τη βάση (σ.σ.: Νηπιαγωγείο και Δημοτικό) ακόμα και από τον Σεπτέμβριο του 2021. Στο νέο πρόγραμμα σπουδών του

νηπιαγωγείου και του δημοτικού θα εφαρμοστούν εργαστήρια δεξιοτήτων. Τα εργαστήρια αυτά θα αφορούν εργαστήρια κατασκευών, παιχνίδια, θεατρικά δρώμενα και projects με θεματικές που ποικίλλουν από την οικολογική συνείδηση και την οδική ασφάλεια μέχρι τη σεξουαλική αγωγή, τα ανθρώπινα δικαιώματα και τη ρομποτική. Οι παραπάνω θεματικές αποσκοπούν στο να καλλιεργήσουν δεξιότητες ζωής (life skills), ήπιες δεξιότητες (soft skills) και δεξιότητες τεχνολογίας και επιστήμης. Ενδεικτικά αναφέρονται, η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η συνεργασία, η επικοινωνία, η πρωτοβουλία, η οργανωτική ικανότητα, η ενσυναίσθηση, η επίλυση προβλημάτων, ο ψηφιακός και ο τεχνολογικός γραμματισμός. Με βάση το νέο νομοσχέδιο, μερικά επιλεγμένα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διενέργεια των projects είναι τα εξής:

- **Kodable:** on line πλατφόρμα (kodable.com)
- **Εκπαιδευτικό εργαλείο Gigo:** το πακέτο “Kids first coding and robotics” (gigotoys.com)
- **Blue Bot:** το προγραμματιζόμενο ρομπότ (tts-international.com)
- **Scratch Jr:** on line πλατφόρμα (scratchjr.org)

On line πλατφόρμα Kodable

Πρόκειται για μία on-line ηλεκτρονική πλατφόρμα, με υλικό για την εκμάθηση αλγοριθμικών εννοιών και παροχή μεγάλου πλήθους διδακτικών σεναρίων για τους εκπαιδευτικούς. Μπορεί να λειτουργήσει απευθείας διαδικτυακά, με την χρήση ενός φυλλομετρητή, σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές καθώς και να εγκατασταθεί σε έξυπνες συσκευές επιλέγοντας την αντίστοιχη εφαρμογή από τα αντίστοιχα app stores. Το περιβάλλον εργασίας είναι πολύ εύχρηστο και ευχάριστο για όλους τους χρήστες, μαθητές και εκπαιδευτικούς. Υπάρχουν δύο εκδόσεις, μία δωρεάν με περιορισμένες δυνατότητες και λειτουργίες και μία επί πληρωμή για πλήρη χρήση. Η δωρεάν έκδοση παρέχεται, ως στοιχείο συμμετοχής στην πανευρωπαϊκή δράση “Hour of Code”.

Ως βασικός σκοπός του Kodable είναι ο μαθητής να οδηγήσει ένα χνουδωτό ζώακι στον τερματισμό ακολουθώντας προγραμματιστικά τους διαδρόμους-λαβύρινθους που είναι σχεδιασμένοι σε κάθε πίστα. Στόχος είναι να συλλέξει όσο το δυνατόν περισσότερα νομίσματα κάνοντας τις λιγότερες δυνατές κινήσεις. Για να επιτευχθεί ο στόχος, ο μαθητής πρέπει να τοποθετήσει με συγκεκριμένη σειρά και σε συγκεκριμένο σημείο τις εντολές επίλυσης του προβλήματος. Οι εντολές έχουν τη μορφή συμβόλων, όπως βελάκια για την κίνηση, έγχρωμα πλακίδια για την δομή επιλογής και αγκύλες για τις επαναλήψεις και τις συναρτήσεις. Το επίπεδο δυσκολίας αυξάνεται σταδιακά. Η εμπειρία χτίζεται από πίστα σε πίστα, με αποτέλεσμα ο μαθητής να μην χρειάζεται να κάνει άλματα στον τρόπο σκέψης του. Το kodable έχει τέσσερις περιοχές για εκμάθηση των δομών:

- **Sequence Sector,** για την εκμάθηση της δομής ακολουθίας
- **Condition Canyon,** για την εκμάθηση της δομής επιλογής
- **Loopy Lagoon,** για την εκμάθηση δομών επανάληψης
- **Function Junction,** για την εκμάθηση μεθόδων/ συναρτήσεων

Για να προχωρήσει ένας μαθητής σε μια καινούρια περιοχή, πρέπει να έχει ολοκληρώσει τις προηγούμενες. Σε ορισμένες πίστες, οι μαθητές αφού ολοκληρώσουν την πίστα, κερδίζουν νέα χαρακτηριστικά για τον παίχτη τους.

Το kodable αποτελεί ένα πολύ διασκεδαστικό τρόπο μύησης των μικρών μαθητών στον προγραμματισμό. Βασικό πλεονέκτημα είναι ότι δεν απαιτεί γνώσεις ανάγνωσης και είναι κατάλληλο και για μαθητές μικρών ηλικιών. Επιπλέον, είναι δημιουργικό και καλλιεργεί την αυτοκαθοδηγούμενη και διερευνητική μάθηση, κάνοντας το ρόλο του δασκάλου

υποστηρικτικό. Ένα ακόμα πλεονέκτημα που πρέπει να επισημανθεί είναι η δημιουργία ψηφιακής τάξης. Στην τάξη μπορούν να εγγραφούν μέχρι και 50 μαθητές και να παρακολουθείται ηλεκτρονικά η πρόοδός τους. Επίσης δίνεται η δυνατότητα σχεδίασης πιστών από τους μαθητές, δυνατότητα που επασυξάνει την δημιουργικότητά τους. Στα μειονεκτήματα θα πρέπει να σημειωθεί ότι η γλώσσα της πλατφόρμας είναι η Αγγλική, χωρίς όμως να δυσχεραίνει τον χειρισμό. Επιπλέον, στη δωρεάν έκδοση υπάρχουν περιορισμένες λειτουργίες και πίστες. Το συγκεκριμένο εργαλείο μπορεί να αξιοποιηθεί άμεσα, καθώς υπάρχει ο απαραίτητος εξοπλισμός (H/Y) στα νηπιαγωγεία και δημοτικά σχολεία. Προτείνεται οι μαθητές να χρησιμοποιούν ομαδοσυνεργατικά το kodable, ώστε να καλλιεργήσουν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων μέσα από τη συνεργασία. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι σε προηγούμενη έκδοση της εφαρμογής για έξυπνες συσκευές υπήρχαν λίγο περισσότερες δυνατότητες και δεν είναι ιδιαίτερα δύσκολο να την αναζητήσει και να την εγκαταστήσει κανείς από διαδικτυακά αποθετήρια.

Καταληκτικά, είναι ένα περιβάλλον που έχει αξιοποιηθεί ερευνητικά για τη διδασκαλία αλγοριθμικών δομών σε μικρές ηλικίες (Κανδροούδη και Μπράττιτσης, 2016).

Εκπαιδευτικό εργαλείο Gigo

Το εκπαιδευτικό πακέτο της Gigo που μελετά η παρούσα εργασία είναι το Kids First Coding & Robotics. Πρόκειται για ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι, ιδανικό, ώστε να κατανοήσουν τα παιδιά από την προσχολική ηλικία τη βασική λογική του προγραμματισμού. Η διδασκαλία των αλγοριθμικών δομών γίνεται μέσα από βιωματικές δραστηριότητες που δίνουν στα παιδιά κίνητρα για μάθηση. Το πακέτο περιέχει:

- 30 κάρτες με ιστορίες για να δημιουργήσουν τα παιδιά διαφορετικές πίστες
- 120 κάρτες προγραμματισμού
- 1 μονάδα - βάση
- ποικιλία μπλοκ (τουβλάκια) για την κατασκευή διαφορετικών μοντέλων.
- Οδηγό με 34 μαθήματα

Τα 34 μαθήματα ευθυγραμμίζονται με τα πρότυπα για την εκπαίδευση των υπολογιστών που αναπτύχθηκαν από την Ένωση Εκπαιδευτικών Επιστημών Πληροφορικής (CSTA) και την Εκπαίδευση της Διεθνούς Εταιρείας Τεχνολογίας (ISTE), καθώς και μαθήματα από το Code.org. Τα μαθήματα αναπτύσσονται μέσω του εικονογραφημένου οδηγού δραστηριοτήτων, επιτρέποντας το kit να είναι κατάλληλο για παιδιά ηλικίας από τεσσάρων ετών, με τη βοήθεια ενός ενήλικα, και μέχρι την ηλικία των οκτώ ετών. Τα μαθήματα καλύπτουν έξι βασικά πεδία στον προγραμματισμό: ακολουθία, επανάληψη, επιλογή, προϋποθέσεις, λειτουργίες και μεταβλητές. Ο εκπαιδευτικός μπορεί πολύ εύκολα να εφαρμόσει τα προτεινόμενα μαθήματα ή να σχεδιάσει δικά του.

Δεν απαιτεί χρήση tablet, smartphone ή υπολογιστή για τον προγραμματισμό του. Τα προγράμματα δημιουργούνται απλά και μόνο με τη δημιουργία μιας σειράς από κάρτες εντολών που δημιουργούν το αλγοριθμικό «μονοπάτι». Καθώς το ρομπότ περνά πάνω από τις κάρτες εντολών, ένας αισθητήρας στο κάτω μέρος του ρομπότ τις διαβάσει μια προς μια και φορτώνει το πρόγραμμα. Στη συνέχεια, τοποθετείται το ρομπότ στην πίστα που έχουν σχεδιάσει οι μαθητές και εκτελεί το πρόγραμμα. Το ρομπότ προγραμματίζεται να κινείται προς διαφορετικές κατευθύνσεις, να ενεργοποιεί το γρανάζι, να ανάβει τα φώτα LED, να αναπαράγει ήχους και να ανταποκρίνεται σε διαφορετικές κάρτες ενεργειών. Το ενσωματωμένο γρανάζι επιτρέπει την κατασκευή απλών ρομποτικών κατασκευών με βραχίονες ή άλλα κινούμενα μέρη που ανταποκρίνονται σύμφωνα με τις οδηγίες του προγράμματος. Οι μαθητές με την εμπλοκή τους στα σενάρια μπορούν να αναπτύξουν

δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, λογική σκέψη, βασικές γνώσεις προγραμματισμού, καινοτόμο τρόπο σκέψης, συνεργατικό πνεύμα και εσωτερικά κίνητρα μάθησης.

Η προγραμματιζόμενη συσκευή BlueBot

Το BlueBot είναι μια προγραμματιζόμενη συσκευή που ανήκει στην κατηγορία των περιπατητών εδάφους (floor roamers) που ελέγχονται από τον χρήστη. Αξιοποιείται αρκετά στην προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία και αποτελεί μια εξελιγμένη έκδοση του BeeBot. Η σημαντικότερη διαφοροποίηση του BlueBot είναι ότι ενσωματώνει τη δυνατότητα Bluetooth επικοινωνίας, που του επιτρέπει να προγραμματίζεται εξ αποστάσεως, μέσω απτικών μέσων ή φορητών συσκευών. Τα παιδιά μέσα από αυτό το παιχνίδι μαθαίνουν να το κινούν μπροστά-πίσω, δεξιά-αριστερά (90° και 45°, σε αντίθεση με το BeeBot που στρίβει κατά 90° μόνο), και να το καθοδηγούν σε συγκεκριμένα μονοπάτια και πορείες. Αναπτύσσουν έτσι δεξιότητες βασικού προγραμματισμού και αναπτύσσουν την αλγοριθμική σκέψη για να επιλύουν προβλήματα. (Μπράιττσης & Ιωάννου, 2018)

Το Tactile reader είναι ένα απτικό μέσο που χρησιμοποιεί πλακίδια με εντολές - σύμβολα, που ο χρήστης πρέπει να τοποθετήσει στην σωστή σειρά ώστε να αποσταλούν, μέσω Bluetooth, στο ρομπότ για να τις εκτελέσει. Μπορούν να επεκταθούν οι προγραμματιστικές δυνατότητες του reader με το TacTile Extension Pack. Το συγκεκριμένο πακέτο περιέχει περισσότερες εντολές όπως για παράδειγμα στροφές 45° και επαναλήψεις (repeats), που μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να ανακαλύψουν έννοιες γεωμετρίας και να κατασκευάσουν αποτελεσματικούς αλγορίθμους. Η ίδια ακριβώς διαδικασία προγραμματισμού μπορεί να γίνει μέσω της δωρεάν εφαρμογής για φορητές συσκευές.

Η βασική διδακτική πρακτική που χρησιμοποιείται για το BlueBot, το αξιοποιεί συνδυαστικά με τα ειδικά σχεδιασμένα “χαλάκια - πίστες”. Ο μαθητής πρέπει να προγραμματίσει το ρομπότ να ακολουθήσει συγκεκριμένη διαδρομή, ώστε να καταλήξει στο σημείο τερματισμού. Πλεονέκτημα μπορεί να θεωρηθεί ότι, τα “χαλάκια - πίστες” μπορούν είτε να αγοραστούν είτε να δημιουργηθούν από τους εκπαιδευτικούς με την συμβολή των παιδιών. Επίσης δεν είναι απαραίτητη η χρήση φορητής συσκευής γιατί μπορεί να προγραμματιστεί από τον Tactile reader. Το μειονέκτημα όμως είναι, ότι δεν υπάρχουν εντολές και δυνατότητες για την διδασκαλία της δομής επιλογής. Έτσι ο εκπαιδευτικός μπορεί να σχεδιάσει project μόνο για τα δομές ακολουθίας και επανάληψης. Το BeeBot το οποίο είναι το πλέον διαδεδομένο ρομπότ στην προσχολική εκπαίδευση, έχει απαρχαιωμένο σύστημα προγραμματισμού και γι’ αυτό προτείνεται η χρήση του εξελιγμένου “αδερφού” BlueBot, το οποίο έχει προσαρμοστεί και για οπτικό προγραμματισμό, αν και σχετικά πρόσφατα διανεμήθηκαν στα νηπιαγωγεία της χώρας .

Το εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού Scratch Jr

Το ανοιχτό περιβάλλον προγραμματισμού Scratch Jr και οι εφαρμογές του για φορητές συσκευές Android και iOS αποτελούν τα προϊόντα σχεδιασμού και δημιουργίας που προέκυψαν από την συνεργασία των Τμημάτων Developmental Technologies Research Group και Media Lab’s Lifelong Kindergarten Group των αμερικανικών πανεπιστημίων Tufts και Massachusetts Institute of Technology (MIT) και της ιδιωτικής εταιρείας Playful Invention (Chaplin, 2012). Το Scratch Jr αποτελεί μία γλώσσα προγραμματισμού, η οποία επιτρέπει σε παιδιά νηπιακής ηλικίας να «ανακαλύψουν» τις βασικές προγραμματιστικές έννοιες μέσω της δημιουργίας έργων υπό τη μορφή διαδραστικών ιστοριών και παιχνιδιών. Το Scratch Jr διαθέτει έμφυτα χαρακτηριστικά, τα οποία διευκολύνουν την καλλιέργεια υπολογιστικής σκέψης. Τα χαρακτηριστικά αυτά έχουν ως στόχο να δημιουργήσουν μια

αίσθηση συνοχής στην αφήγηση ενός έργου (Flannery et al., 2013). Οι διαδικασίες ανάπτυξης ενός έργου ενισχύουν την δυνατότητα διαφοροποίησης και πολυπλοκότητας σε αυτό.

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται από το περιβάλλον Scratch Jr αποτελείται από «προγραμματιστικά blocks», με τα οποία τα παιδιά μπορούν να δημιουργήσουν σενάρια προγραμματισμού με την δυνατότητα «σύρε -άσε» (drag & drop) οργανώνοντας ακολουθίες blogs, έτσι ώστε να μπορούν να ελέγξουν τους χαρακτήρες, τις κινήσεις και τις αλληλεπιδράσεις αυτών (Portelance, Strawhacker & Bers, 2015). Ο σχεδιασμός και η λειτουργία των blocks εξασφαλίζει το γεγονός ότι δεν υπάρχει περίπτωση στο να γίνει κάποιο συντακτικό λάθος από τους χρήστες. Τα blocks προγραμματισμού στη Scratch Jr έχουν σχεδιαστεί, ώστε να μοιάζουν με κομμάτια πάζλ, όπου οι οπτικές ιδιότητές τους παραπέμπουν στις συντακτικές ιδιότητες των κομματιών αυτών (Portelance, Strawhacker & Bers, 2015).

Υπάρχουν 6 διαφορετικές κατηγορίες blocks προγραμματισμού στο Scratch Jr, τις οποίες μπορούν τα παιδιά να επιλέξουν. Κάθε κατηγορία αντιπροσωπεύεται από ένα διαφορετικό χρώμα. Οι κατηγορίες είναι: η κίτρινη κατηγορία εκκίνησης, η μπλε κατηγορία κίνησης, η μωβ κατηγορία εμφάνισης, η πράσινη κατηγορία ήχου, η πορτοκαλί κατηγορία ελέγχου ροής και η κόκκινη κατηγορία τερματισμού. Οι διαφορετικές κατηγορίες εμφανίζονται με την μορφή παλέτας, όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει χρώμα ανάλογα με την λειτουργία που επιθυμεί να επιτελέσει. Το παιδί μπορεί να σύρει από την παλέτα το χρώμα και την λειτουργία που επιθυμεί στον χώρο του προγραμματισμού που υπάρχει ακριβώς κάτω από την παλέτα, ώστε να ξεκινήσει την δημιουργία των σεναρίων του. (Γάκη, 2016).

Η χρήση του Scratch Jr προϋποθέτει ο εκπαιδευτικός να έχει επιμορφωθεί και να είναι εξοικειωμένος με τις λειτουργίες του. Το λογισμικό διαθέτει τις κατάλληλες εντολές για την διδασκαλία των βασικών αλγοριθμικών δομών καθώς και για περαιτέρω επέκταση όπως τη δημιουργία συναρτήσεων και μεταβλητών. Η εφαρμογή διατίθεται δωρεάν και το περιβάλλον είναι ελκυστικό και εύκολα κατανοητό από τους μαθητές. Δεν προϋποθέτει οι χρήστες να γνωρίζουν ανάγνωση και έχει αρκετά παιγνιώδη αλληλεπίδραση. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα που διαφαίνεται από την εξοικείωση των παιδιών, από μικρή ηλικία, με τον τρόπο λειτουργίας και χειρισμού του λογισμικού, είναι ότι σε μεγαλύτερες τάξεις θα ασχοληθούν με την βασική έκδοση του Scratch. Και το Scratch Jr έχει μελετηθεί στον ελληνικό χώρο (Κανδρούδη και Μπράττυσης, 2016), ενώ σημαντικό είναι ότι επιτρέπει να προσεγγιστεί ο προγραμματισμός με αφηγηματικές τεχνικές, αφού τα προϊόντα του Scratch Jr θυμίζουν μικρές animated ιστορίες.

Συμπεράσματα

Σε περιβάλλοντα μάθησης προσχολικής ηλικίας ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καθοριστικής σημασίας καθώς καλείται να διευκολύνει τις διαδικασίες οικοδόμησης της γνώσης, με τον σχεδιασμό και την παροχή κατάλληλων δραστηριοτήτων καλλιεργώντας τη συνεργασία και τη συλλογική ευθύνη (Zhang, 2007). Ο εκπαιδευτικός καλείται να ενθαρρύνει τη συνεργατικότητα αποδεχόμενος την αυτονομία και την ανάπτυξη πρωτοβουλιών. Ο συντονισμός των ομάδων θα πρέπει να γίνεται διακριτικά αφήνοντας χώρο για αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μελών της ομάδας (Δαφέρμου κ.α., 2006). Ο εκπαιδευτικός καλό είναι να παρακολουθεί την πορεία των εργασιών των ομάδων, χωρίς να κατευθύνει ο ίδιος τις διαδικασίες. Όταν όμως απαιτείται, υποβάλλει κατάλληλες ερωτήσεις και να συνεισφέρει στην λύση τυχόν συγκρούσεων. Οι ερωτήσεις που διατυπώνει πρέπει να είναι ανοιχτού τύπου, ώστε να μην επιδέχονται μία και μόνο απάντηση, αλλά να υπάρχει η δυνατότητα και η αποδοχή όσων επιχειρηματολογώντας προτείνει ο μαθητής (Δαφέρμου κ.α., 2006).

Τέλος, τα λάθη των μαθητών θα πρέπει να αξιοποιούνται κατά την μαθησιακή διαδικασία. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να χρησιμοποιεί βιωματικές προσεγγίσεις, φυσική αναπαράσταση

των εννοιών και παιχνίδια ρόλων με σκοπό οι ίδιοι οι μαθητές να εντοπίζουν τα λάθη τους και να ανακατασκευάζουν την νέα γνώση υπό φθίνουσα καθοδήγηση (Τζελέπη & Κοτίνη, 2013). Οι ερευνητές φαίνονται να επιλέγουν διάφορα προγραμματιζόμενα παιχνίδια καθώς απέδειξαν ότι αυτό ενισχύει την ανάπτυξη δεξιοτήτων που σχετίζονται με έννοιες μαθηματικών, αλγοριθμικής σκέψης και στρατηγικές επίλυσης προβλήματος.

Οι μαθητές «παίζοντας» και προγραμματίζοντας, δύνανται να χρησιμοποιούν διάφορες στρατηγικές προγραμματισμού και είναι σε θέση να οικοδομήσουν αλγοριθμικές διαδοχές σε ένα σχετικά μεγάλο αριθμό ελέγχων τόσο σε απτή μορφή όσο και σε επίπεδο παιχνιδιού. Τέλος η εξοικείωση με τις λειτουργίες και τον χειρισμό του ρομπότ ή του ψηφιακού χαρακτήρα δίνει την δυνατότητα στους μαθητές να διορθώσουν τις λανθασμένες επιλογές τους μέσα από την προσέγγιση της δοκιμής και σφάλματος (trial and error).

Το ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα DALIE (Didactique et apprentissage de l'informatique à l'école - <https://www.unilim.fr/dalie/>), το οποίο υλοποιήθηκε από το 2017 μέχρι το 2018, αφορά τη διδασκαλία Πληροφορικής στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Το πρόγραμμα στόχευε στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης στα μικρά παιδιά μέσα από τον προγραμματισμό και την εκπαιδευτική ρομποτική. Το πρόγραμμα DALIE στόχευε στην διδασκαλία του προγραμματισμού σε παιδιά όσο και στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σχετικά με τις γλώσσες προγραμματισμού. Στην έρευνα αναφέρεται ότι τα περισσότερα παιδιά είχαν πλήρη κατανόηση των προγραμματιστικών εννοιών και είναι σε θέση να κάνουν και εκσφαλμάτωση (Debugging). Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές είναι έτοιμοι νοητικά τα κατακτήσουν και να χρησιμοποιήσουν αλγοριθμικές δομές, οι οποίες θα τους φανούν χρήσιμες, όχι μόνο στην περαιτέρω μαθητική τους πορεία, αλλά και σε όλη τους τη ζωή. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να επιλέξει το κατάλληλο εργαλείο και να μεταλαμπαδεύσει την γνώση.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) παραθέτετε ένας σύντομος οπτικά συγκριτικός οδηγός που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός στην επιλογή του κατάλληλου εργαλείου, ανάλογα με την χρήση και της επιδιώξεις του.

Πίνακας 1. Συγκριτικός πίνακας χαρακτηριστικών των εργαλείων

	Χωρίς προϋπόθεση ανάγνωσης	Απαραίτητη ηλεκτρονική συσκευή	Τρεις βασικές δομές	Δωρεάν Διάθεση	STEAM Δυνατότητες	Ηλεκτρονική τάξη
Kodable	●	●	●	●	●	●
Gigo	●		●			
BlueBot	●				●	
Scratch Jr	●	●	●	●	●	●

Τα εργαλεία που παρουσιάστηκαν σε αυτή την εργασία είναι είτε ελεύθερα διαθέσιμα (Scratch Jr και περιορισμένη έκδοση Kodable) είτε μικρού σχετικά κόστους (Kodable, Gigo, Bluebot). Επιπλέον είναι ειδικά σχεδιασμένα για χρήση από την προσχολική ηλικία (δεν απαιτείται ανάγνωση), ενώ υπάρχουν ήδη σχετικές εργασίες στη βιβλιογραφία. Είναι ιδιαίτερα εύχρηστα και σχετικά σύγχρονα (ειδικά το kit της Gigo), ενώ ήδη η μεγαλύτερη έκδοση του Scratch χρησιμοποιείται με μεγάλη επιτυχία για περίπου 10 χρόνια και ρομποτικές συσκευές BeeBot έχουν διανεμηθεί από το ΥΠΑΙΘ στα νηπιαγωγεία της χώρας. Λαμβάνοντας υπόψη τόσο την απήχηση των διαγωνισμών ρομποτικής όσο και την ερευνητική τάση για τη μελέτη της σημασίας της υπολογιστικής σκέψης, φαίνεται ότι οι συνθήκες είναι ώριμες για πιο συστηματική μελέτη στην προσχολική ηλικία, ειδικά.

Αναφορές

- Chaplin, H., (2012). *Programming with Scratch Jr: When it comes to Screen Time and Young Kids, Content and Context Are Important. Spotlight on Digital Media and Learning*. Ανακτήθηκε 25/4/2016 από <http://goo.gl/DCrsY9>.
- Flannery, L.P., & Bers, M. (2013). Let's dance the "Robot Hokey-Pokey!": Children's programming approaches and achievement throughout early cognitive development. *Journal of Research on Technology in Education*, 46(1), 81-101.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. NY: Basic Books.
- Portelance, D., Strawhacker, A., & Bers., M. (2015). Constructing the ScratchJr programming language in the early childhood classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(3), 293-319.
- Zhang, J.W., Scardamalia, M., Lamou, M., Messina, R., & Reeve, R. (2007). Socio-cognitive dynamics of knowledge building in 9- and 10-year-olds. *Educational Technology Research and Development*, 55, 117-145.
- Αλεξοπούλου, Ε., & Κωνηγός, Χ. (2008). Οι κανόνες μισοψηφισμένων παιχνιδιών ως πλαίσιο κατανόησης και εφαρμογής της δομής επιλογής. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής* (σσ 71-80). Πάτρα.
- Γάκη, Ο. (2016). *Εισαγωγή του προγραμματισμού με Scratch Jr στο Νηπιαγωγείο: Σχεδιασμός μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης και μελέτη της συμβολής της στην ανάπτυξη των μαθητών*, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος.
- Γκαβρέση, Λ., Θεοδόρου, Α., Πάνου, Γ., & Πλατιή, Δ. (2011). Η Διδακτική της Πληροφορικής στην Ελλάδα: Μία πρώτη κριτική θεώρηση. *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής* (σσ 1-10). Ιωάννινα: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.
- Δαφέρμου, Χ., Κουλοῦρη, Π., & Μπασαγιάννη, Ε. (2006). *Οδηγός Νηπιαγωγού*. Αθήνα: Π.Ι.
- ΔΕΠΠΣ (2003). *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Ανακτήθηκε στις 19 Νοεμβρίου 2009 από <http://www.pi-schools.gr/programs/depps>
- Εφραμιδίου, Μ. (2012). *Μία διδακτική πρόταση για τη χρήση της Δομής Επιλογής στο Περιβάλλον Προγραμματισμού MicroWorlds Pro της Logo*. Στο Θ. Μπράτιτσης (επιμ.), *6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σσ 31-39), Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα, 20-22 Απριλίου 2012
- Λαμπροπούλου, Κ. , Ξυρόγαλος, Σ. (2011). Σχεδίαση και Ανάπτυξη ενός Δικτυακού Τύπου για την Εκμάθηση του Διαδικαστικού Προγραμματισμού με τη χρήση Πολλαπλών Αναπαραστάσεων. Στο Κ Γλέζου & Ν. Τζιμόπουλος (Επιμ.), *Πρακτικά Εισηγήσεων 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη* . Ερμούπολη: Αυτοέκδοση.
- Κανδροῦδη, Μ., Μπράτιτσης, Θ. (2016). Διδάσκοντας προγραμματισμό σε μικρές ηλικίες με φορητές συσκευές μέσω του παιχνιδιού Kodable και του ScratchJr: Μελέτη περίπτωσης. Στο Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σσ 133-140), Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016.
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Κόμης, Β. (2010). *Επιμορφωτικό υλικό για την εκπαίδευση εκπαιδευτικών. Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Β' Επιπέδου*. Πάτρα: ΕΑΙΤΥ.
- Μπράτιτσης, Θ. (2013). Η Πληροφορική στο Ελληνικό Σχολείο: Τάσεις, προσεγγίσεις, προοπτικές. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 6(3), 111-115.
- Μπράτιτσης, Θ. , Ιωάννου, Μ. (2018). Αντιλήψεις μαθητών Νηπιαγωγείου για τους εναλλακτικούς τρόπους προγραμματισμού του BlueBot. Στο Σ. Δημητριάδης, Β. Δαγδιλέλης, Θρ. Τσιάτσος, Ι. Μαγνήσαλης, Δ. Τζήμας (επιμ.), *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σσ 78-85), ΑΠΘ - ΠΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018.
- Τζελέπη, Σ., & Κοτίνη, Ι. (2013). Ο εποικοδομητισμός ως μοντέλο διδασκαλίας της Πληροφορικής. *5th Conference on Informatics in Education: Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση*. Πειραιάς, Ελλάδα.
- Φουντουλάκη Μ. (2011). Μελέτη περίπτωσης: Η συμβολή του Scratch στη διδασκαλία του προγραμματισμού στη Β'/Θμια Εκπαίδευση, Αδημοσίευτη Διπλωματική εργασία, Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιά

Ένα επιτραπέζιο παιχνίδι για τη διδασκαλία θεμάτων Πληροφορικής στην προσχολική ηλικία.

Θαρρενός Μπράτιτσης, Άννα Κοντοβουνησίου

bratitsis@uowm.gr, annak98@hotmail.gr

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια ιδέα ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού που έχει σχεδιαστεί για τη διδασκαλία θεμάτων σχετικών με την πληροφορική σε νηπιαγωγεία. Η ιδέα προέκυψε μέσα από ένα μάθημα για μάθηση με βάση το παιχνίδι και εξετάστηκαν δημοφιλείς ιδέες για επιτραπέζια παιχνίδια. Με βάση μια συνεδρία καταγιοισμού ιδεών, επιλέχθηκε η κατάλληλη μορφή πίστας. Στη συνέχεια, τα θέματα επιλέχθηκαν, αντιμετωπίζοντας το ζήτημα της χρήσης του Διαδικτύου από μικρά παιδιά. Τα υποθέματα που εντοπίστηκαν ήταν αυτά της ασφάλειας κατά την πρόσβαση στο Διαδίκτυο, σωστή χρήση υπολογιστή, τεχνολογικά θέματα και λειτουργικό δυναμικό (όλα εξηγούνται λεπτομερώς στο έγγραφο). Η ιδέα του παιχνιδιού, η μηχανική και ο σχεδιασμός παρουσιάζονται σε αυτή την εργασία.

Λέξεις κλειδιά: Προσχολική Εκπαίδευση, Πληροφορική, Διαδίκτυο, Επιτραπέζια παιχνίδια, Εκπαιδευτικά παιχνίδια.

Εισαγωγή

Η χρήση παιχνιδιών, ψηφιακών ή μη, στην εκπαίδευση είναι ένα ανερχόμενο πεδίο τα τελευταία χρόνια. Βασίζεται στην ιδέα ότι στη σύγχρονη εκπαίδευση απαιτείται οι μαθητές να συμμετέχουν ενεργά και η συνολική μάθηση πρέπει να είναι διασκεδαστική. Παιχνίδια με κάρτες, επιτραπέζια ή και ψηφιακά μετατρέπουν τη μαθησιακή διαδικασία από μια δραστηριότητα που συχνά θεωρείται ως υποχρεωτική εργασία σε ψυχαγωγική δραστηριότητα (Kirriemuir & McFarlane, 2003; Bragg, 2007). Τα παιχνίδια διευκολύνουν την ενεργή μάθηση. Ειδικά στην περίπτωση των Εκπαιδευτικών Επιτραπέζιων Παιχνιδιών, γνώσεις μπορούν να βελτιωθούν και ικανότητες μπορούν να καλλιεργηθούν ακόμη και χωρίς την επίβλεψη δασκάλου (Mostowfia, 2016). Το παιχνίδι υποστηρίζει την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων, πληροφορικών και γραπτών δεξιοτήτων επικοινωνίας και των ικανοτήτων ανάλυσης πληροφοριών (Alvarez, 2017).

Η χρήση του παιχνιδιού για εκπαιδευτικούς σκοπούς έχει τεκμηριωθεί επαρκώς (Prensky, 2006; Kiili, 2004; Hoy, 2018) και αναφέρεται σε διάφορα είδη παιχνιδιών (ψηφιακά, διαδικτυακά, επιτραπέζια ή ακόμα και κινητικά). Η παρούσα εργασία εστιάζει στα επιτραπέζια, μια πολύ δημοφιλή κατηγορία παιχνιδιών. Κατά τους Helliar et al. (2000) η χρήση επιτραπέζιων παιχνιδιών στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να οδηγήσει σε μια διαδραστική μαθησιακή εμπειρία, τονίζοντας την προστιθέμενη αξία τέτοιων παιχνιδιών.

Ακολουθώντας αυτήν την προσέγγιση, σχεδιάστηκε ένα επιτραπέζιο παιχνίδι για την πληροφορική και συγκεκριμένα την απαιτούμενη τεχνολογία και τη χρήση του Διαδικτύου. Στην εργασία περιγράφεται η ιδέα και ο σχεδιασμός του παιχνιδιού (πίστα, μηχανικής και των πόροι του παιχνιδιού). Η εργασία δομείται ως εξής: αρχικά γίνεται μια σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη μάθηση μέσω παιχνιδιών. Στη συνέχεια περιγράφεται το προτεινόμενο παιχνίδι. Δεδομένου ότι δεν έχει δοκιμαστεί ακόμα λόγω της πανδημίας, η εργασία ολοκληρώνεται με μια συζήτηση για τη μελλοντική έρευνα με αυτό το παιχνίδι.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Στην ενότητα αυτή αναπτύσσονται οι θεωρητικοί άξονες της εργασίας, εστιάζοντας στη μάθηση μέσω παιχνιδιών και ιδιαίτερα στα επιτραπέζια παιχνίδια.

Μάθηση με βάση το παιχνίδι

Ο Christophel (1990) υποστήριξε ότι η διδασκαλία πρέπει να επικεντρώνεται στο πώς και όχι στο τι οποίο πρέπει να διδάσκονται οι μαθητές, επιχειρηματολογώντας υπέρ των μαθητοκεντρικών δραστηριοτήτων. Ο Gee (2003) υποστηρίζει ότι η χρήση παιχνιδιών στην εκπαίδευση επηρεάζει θετικά τη μάθηση, τα παιχνίδια μπορούν να ενισχύσουν το κίνητρο και την ικανότητα των μαθητών (Ebner & Holzinger, 2007; Wang & Chen, 2010). Οι Kandroudi et al. (2014) προσδιορίζουν τα κίνητρα ως σημαντικό παράγοντα μάθησης, καθώς προωθούν την εμπλοκή. Για τον Gee (2003) το κίνητρο είναι το βασικό στοιχείο για τους μαθητές και για την αίσθηση της μάθησης. Είναι ένας τρόπος να ενισχυθούν οι μαθητές με θετική στάση για να ολοκληρώσουν μια δραστηριότητα, ανεξάρτητα από το πόσο δύσκολο και σκληρό μπορεί να είναι (Elofsson et al., 2016).

Ο Prensky (2002) ανέδειξε την αντίθεση μεταξύ της ελκυστικής φύσης του παιχνιδιού και της μάλλον επώδυνης για τα παιδιά διαδικασίας μάθησης. Επιπλέον, οι Garris et al. (2002) συνέδεσαν την αποτελεσματικότητα της εμπλοκής με αυτή της μάθησης, υποστηρίζοντας ότι η χρήση των παιχνιδιών διευκολύνει την επίτευξη ενός τέτοιου στόχου. Ο Brown (2001) υποστήριξε επίσης ότι η μάθηση δεν είναι αποτέλεσμα διδασκαλίας, αλλά ότι προέρχεται από ένα κατάλληλα υποστηρικτικό περιβάλλον, κάτι που ισχύει και για τα παιχνίδια.

Ο Gros (2007) τονίζει ότι ένα παιχνίδι πρέπει επίσης να είναι εκπαιδευτικά κατάλληλο λόγω το ότι το κίνητρο δεν είναι ποτέ αρκετό. Ο Kiili (2004) συνδέει περαιτέρω τα εκπαιδευτικά οφέλη ενός παιχνιδιού μέσω της παροχής προκλήσεων σε μια κύρια εκπαιδευτική δραστηριότητα. Ο Oblinger (2006) τονίζει επίσης τη σημασία του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιείται ένα παιχνίδι. Υποστηρίζει ότι οι μαθητές μέσω παιχνιδιών πρέπει: α) να εμπλακούν με τις θεωρίες του θέματος, β) να αποκτήσουν γνώσεις μέσω αυτόνομης μάθησης και ανακαλυπτικής μάθησης, γ) να καλλιεργήσουν δεξιότητες σκέψης, δ) να μάθουν πώς να μαθαίνουν (μεταγνώση), ε) να αλληλεπιδρούν και να επικοινωνούν, και στ) να λειτουργούν ως ενεργοί παραγωγοί γνώσης.

Για τον Kim et al (2009), το παιχνίδι μοιάζει με την επίλυση προβλημάτων που μπορεί επίσης να διευκολύνει μεταγνωστικές στρατηγικές όπως η αυτο-παρακολούθηση, η μοντελοποίηση και το να σκέφτεται κανείς δυνατά. Αυτό είναι σύμφωνο με την κοινωνικοπολιτισμική θεωρία του Vygotsky (1978) που υποδηλώνει ότι οι μαθητές κατασκευάζουν τις γνώσεις τους μέσω βιωματικών και αναστοχαστικών δραστηριοτήτων, κάνοντας ουσιαστική σύνδεση με τις δικές τους εμπειρίες, ατομικά ή συνεργατικά.

Έτσι, τα συνολικά παιχνίδια περιγράφονται ως παρέχοντα κίνητρα στους μαθητές και ευκαιρίες για βιωματική μάθηση, όταν χρησιμοποιούνται με τον κατάλληλο τρόπο.

Επιτραπέζια παιχνίδια

Σύμφωνα με τον Juul (2005), «ένα παιχνίδι είναι ένα σύστημα βασισμένο σε κανόνες με μεταβλητό και μετρήσιμο αποτέλεσμα, όπου διαφορετικά αποτελέσματα αντιστοιχούν σε διαφορετικές τιμές, ο παίκτης καταβάλλει προσπάθειες για να επηρεάσει το αποτέλεσμα, αισθάνεται συνδεδεμένος με αυτό και οι συνέπειες της δραστηριότητας είναι προαιρετικές και διαπραγματεύσιμες». Τα κύρια στοιχεία του παιχνιδιού που συμβάλλουν στη μάθηση είναι το θέμα του παιχνιδιού, οι στόχοι, οι κανόνες, η προσαρμοστικότητα στο επίπεδο ικανότητας των μαθητών και η δυνατότητα ελέγχου (Zsoldos-Marchis (2011).

Ένα παιχνίδι πλαισιοποιείται από το επλεγμένο θέμα (Juul, 2005) που έχει σημαντικό αντίκτυπο στο ενδιαφέρον και τα κίνητρα των παικτών για συμμετοχή. Οι στόχοι του παιχνιδιού αντικατοπτρίζουν τις συνθήκες νίκης και, επομένως, τους κανόνες του παιχνιδιού και το κίνητρο των παικτών (Wilson et al., 2009). Είναι επίσης σημαντικό για ένα παιχνίδι να έχει πολύ σαφείς οδηγίες (Pronel, 2011). Είναι σύνθηρες για τους παίκτες να συμβουλευούνται τους ομοτίμους τους για να παίξουν ένα παιχνίδι (Van Staalduinen, 2012) και έτσι η συζήτηση εντός του παιχνιδιού πρέπει να ενισχυθεί. Συνήθως υπάρχουν επίπεδα δυσκολίας και γενικά οι μαθητές θέλουν να πετυχαίνουν τους στόχους ενός παιχνιδιού χρησιμοποιώντας δεξιότητες και γνώσεις, όχι καθαρή τύχη (Van Staalduinen, 2012), γιατί αλλιώς το παιχνίδι γίνεται μάλλον βαρετό ή περιστασιακά απογοητευτικό (Pronel, 2011). Ένας παίκτης πρέπει να μπορεί να λαμβάνει αποφάσεις εντός παιχνιδιού, αποκτώντας έτσι τον έλεγχο (Wilson et al., 2009). Φυσικά, η αισθητική είναι επίσης σημαντική, καθώς ένα παιχνίδι, ειδικά ένα επιτραπέζιο παιχνίδι προσεγγίζεται πρώτα από την εξωτερική του εμφάνιση. Τέλος, η αλληλεπίδραση με τη μορφή ανταγωνισμού ή συνεργασίας ενισχύει το κίνητρο των παικτών (Malone & Lepper, 1987), όπως και ο απαιτούμενος χρόνος για να παιχτεί το παιχνίδι που μπορεί να είναι καθοριστικός παράγοντας για τους παίκτες όταν επενδύουν σε ένα παιχνίδι ενώ αισθάνονται δεσμευμένοι.

«Τα επιτραπέζια παιχνίδια είναι σημαντικό εργαλείο για την εξάσκηση και την άμεση ανάπτυξη δεξιοτήτων και γνώσεων για άτομα όλων των ηλικιών, σε όλα τα θέματα. Τα καλά σχεδιασμένα παιχνίδια δημιουργούν μια συναρπαστική ατμόσφαιρα, αλλά και παρέχουν ένα ασφαλές, παιγνιώδες, αλλά ανταγωνιστικό περιβάλλον στο οποίο ο παίκτης πρέπει να επικεντρωθεί στο περιεχόμενο, να ενισχύσει και να εφαρμόσει τη μάθηση» (Treher, 2011). Η πίστα πρέπει να έχει νόημα για τους παίκτες και να λειτουργεί ως οπτική μεταφορά, διευκολύνοντας τη σύνδεση πληροφοριών. Τα λάθη είναι ευπρόσδεκτα και συνδέονται στενά με τη μηχανική του παιχνιδιού, αποκαλύπτοντας τι πρέπει να μάθει κανείς.

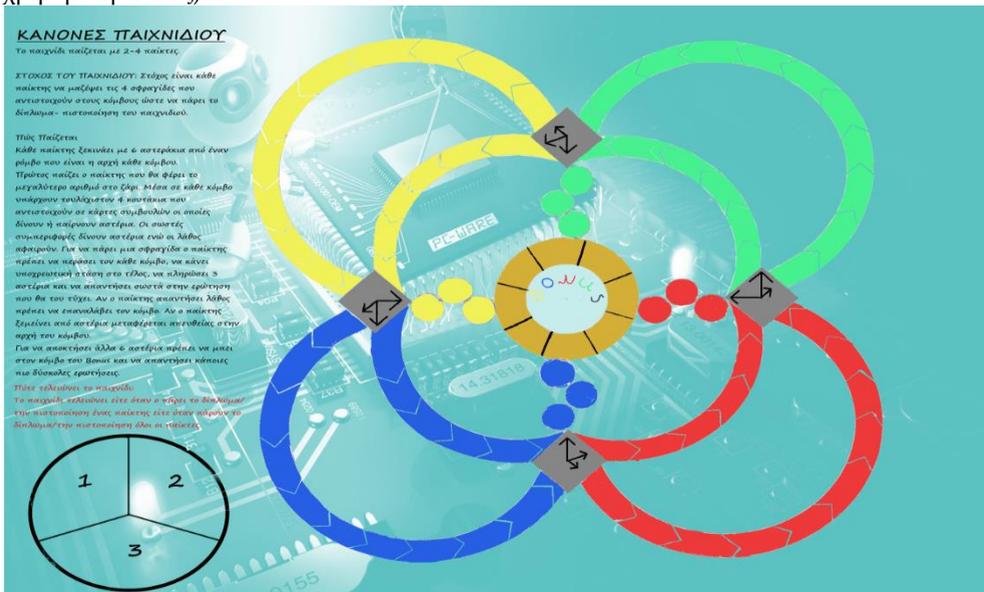
Σε ένα επιτραπέζιο παιχνίδι χρησιμοποιείται μια πίστα, πάνω στην οποία τοποθετούνται άλλα απτά στοιχεία (π.χ. πιόνια). Η τοποθέτηση των στοιχείων συνδέεται με τη συνολική οπτικοποιημένη μεταφορά και το θέμα του παιχνιδιού. Οι παίκτες με τη σειρά κινούνται στην πίστα, χρησιμοποιώντας κάποιο μηχανισμό (π.χ. ρίχνοντας ζάρια). Στη συνέχεια, προχωρούν σε ενέργειες, όπως περιγράφονται από τους κανόνες του παιχνιδιού. Είναι επίσης σημαντικό να επισημανθεί ότι το επιτραπέζιο παιχνίδι παίζεται μέσω φυσικής παρουσίας. Έτσι η κοινωνική πτυχή της μάθησης ενισχύεται περαιτέρω μέσω τέτοιων παιχνιδιών, καθώς οι παίκτες πρέπει να κάθονται γύρω από την πίστα και να κοινωνικοποιούνται, ελεύθερα περιστασιακά, ενώ παίζουν και μαθαίνουν.

Συνολικά, τα επιτραπέζια παιχνίδια φαίνεται να έχουν μερικά ενδιαφέροντα πλεονεκτήματα που περιλαμβάνουν επίσης την ανεξαρτησία τους από την τεχνολογική υποδομή και τη φορητότητά τους. Έτσι, σε αυτή την εργασία περιγράφεται η ιδέα και ο σχεδιασμός ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού για τη διδασκαλία θεμάτων σχετικών με την πληροφορική σε παιδιά Νηπιαγωγείου. Παρόμοιες προσεγγίσεις, αλλά για μεγαλύτερες ηλικίες δεν είναι πολύ συχνές, αλλά υπάρχουν στη βιβλιογραφία (Bezákóná et al., 2013; Tsabara et al., 2018), που αφορούν επίσης άλλες γνωστικές περιοχές (Hoy, 2018; Drake & Sung, 2011; Taspinar et al., 2016).

Περιγραφή παιχνιδιού

Η παρούσα εργασία αφορά τη δημιουργία ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού για ένα γενικό θέμα που εμπίπτει στο πεδίο της πληροφορικής. Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα, τα παιδιά του Νηπιαγωγείου εξοικειώνονται με διάφορες τεχνολογίες, αλλά και κατανοούν τη χρήση και τη χρησιμότητά τους. Επιπλέον, τον τελευταίο καιρό εκπαιδευτικές προσεγγίσεις

επικεντρώνονται στην καλλιέργεια ικανοτήτων, που ορίζονται ως σύνολα γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων/αξιών (EU, 2006). Χρησιμοποιώντας την εμπειρία από προηγούμενες εργασίες (Bratitsis, 2018), το παιχνίδι σχεδιάστηκε στο πλαίσιο ενός προπτυχιακού μαθήματος. Μετά από μια συνεδρία καταγωγής ιδεών έγινε η επιλογή το παιχνίδι αποφασίστηκε να εστιάσει στις τεχνολογίες και τις χρήσεις του Διαδικτύου, λαμβάνοντας υπόψη ότι σήμερα τα παιδιά στην ηλικία των 4-5 είναι ήδη καλοί χρήστες διαδικτύου και έξυπνων συσκευών. Έτσι, ο στόχος ήταν να προσδιοριστούν οι κατάλληλες γνώσεις σχετικά με τις αντίστοιχες τεχνολογίες και τη σωστή χρήση (συμπεριλαμβανομένων των θεμάτων ασφάλειας), οι απαραίτητες δεξιότητες και τις αντίστοιχες στάσεις απέναντι στη χρήση του Διαδικτύου (που περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των υπηρεσιών και τη χρησιμότητά τους).



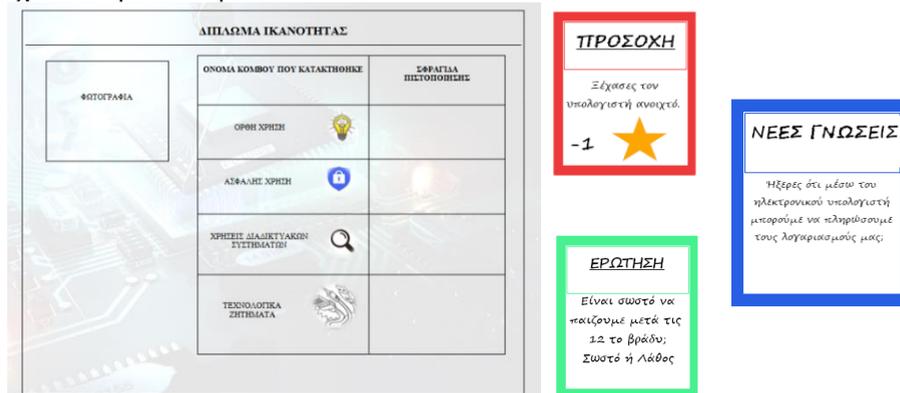
Εικ. 1. Το διοικητικό συμβούλιο του προτεινόμενου παιχνιδιού.

Αρχικά εξετάστηκαν διάφορα παιχνίδια που περιλαμβάνουν κατηγορίες ενεργειών ή / και καρτών και τελικά αποφασίστηκε η πίστα του παιχνιδιού να βασιστεί στο επιτραπέζιο Game of Life. Σε όλες τις παραλλαγές του υπάρχει μια κύρια διαδρομή (που αντιστοιχεί σε μια βασική ιδέα) και συνδεδεμένες δευτερεύουσες, κλειστές διαδρομές (που αντιστοιχούν σε υποθέματα). Όπως προαναφέρθηκε, το κύριο θέμα που επιλέχθηκε ήταν το Διαδίκτυο. Συνολικά εντοπίστηκαν 4 υποθέματα: α) ασφαλής χρήση, β) σωστή χρήση, γ) λειτουργικές δυνατότητες, και δ) τεχνικά / τεχνολογικά ζητήματα. Η ιδέα ήταν ότι τα παιδιά πρέπει να αποκτήσουν γνώσεις (τι είναι το Διαδίκτυο και τι χρειάζομαι για να το συνδέσω και να το χρησιμοποιήσω), δεξιότητες (σωστή χρήση) και στάσεις (ασφαλής χρήση αλλά και χρήσιμες λειτουργίες), καλλιεργώντας έτσι ικανότητες στο θέμα. Το υπόθεμα «ασφαλής χρήση» αφορά ζητήματα όπως ο κυβερνο-εκφοβισμός, ο σεβασμός άλλων χρηστών, ο εντοπισμός απάτης στο Διαδίκτυο, ζητήματα που σχετίζονται με προσωπικά δεδομένα κ.λπ. Η υποκατηγορία «ασφαλής χρήση» αφορά ζητήματα όπως ημερήσια διάρκεια χρήσης διαδικτύου, ανάλογα την ηλικία, στάση σώματος κατά τη χρήση υπολογιστή ή έξυπνης συσκευής, η σύνδεση της χρήσης Διαδικτύου με άλλες υποχρεώσεις ενός μαθητή (π.χ. πρέπει να ολοκληρώσει τις

εργασίες του πριν του επιτραπεί να παίξει ένα διαδικτυακό παιχνίδι) κ.λπ. Οι «λειτουργικές δυνατότητες» αναφέρονται σε χρήσεις του Διαδικτύου. Για παράδειγμα, ένα παιδί μπορεί να μιλήσει με τους παππούδες μέσω τηλεδιάσκεψης, κάποιος μπορεί να αγοράσει αγαθά στο διαδίκτυο και να πραγματοποιήσει συναλλαγές, νέα και γνώσεις μπορούν να βρεθούν στο διαδίκτυο.

Το παιχνίδι έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να παίζεται από 2-4 παίκτες. Φυσικά σε μια τάξη, αυτό μπορεί να προσαρμοστεί στον πληθυσμό της σχηματίζοντας 2-4 ομάδες παιδιών που θα διαπραγματευτούν και θα παρέχουν την απαιτούμενη απάντηση ή δράση όταν χρειάζεται. Σε αυτήν την έκδοση του παιχνιδιού σχεδιάστηκαν επίσης τυπωμένες κάρτες που περιέχουν ερωτήσεις ή ασκήσεις (εξηγούνται παρακάτω). Έτσι, απαιτείται ένας επιβλέπων ενήλικας για να διαβάσει το περιεχόμενο. Εξετάστηκε η ιδέα της καταγραφής του περιεχομένου της κάθε κάρτας και χρήσης κωδικών QR που θα οδηγούσαν σε αρχεία ήχου, εικόνας ή βίντεο για την ερώτηση, αλλά λόγω των χρονικών περιορισμών και των προβλημάτων που προέκυψαν από την πανδημία, αποφασίστηκε να υλοποιηθούν σε μια επόμενη έκδοση του παιχνιδιού. Επιπλέον, αυτό θα απαιτούσε σύνδεση στο Διαδίκτυο και έξυπνη συσκευή για να παιχτεί το παιχνίδι, ενώ αυτή η έκδοση με κάρτες θα μπορούσε να παιχτεί οπουδήποτε, οποτεδήποτε.

Όσον αφορά τους κανόνες, όλοι οι παίκτες γυρίζουν τον περιστρεφόμενο δείκτη (Σχήμα 1) για προκύψει η σειρά με την οποία θα παίξουν. Κάθε παίκτης επιλέγει 1 από τα 4 τετράγωνα εκκίνησης διαδρομών (υποδεικνύεται με τα 3 βέλη στο Σχήμα 1) και τοποθετεί το πόνι του. Τα πόνια θα αντιστοιχούν σε συσκευές που σχετίζονται με το Διαδίκτυο (π.χ. tablet, δρομολογητής) και θα δημιουργηθούν με τρισδιάστατο εκτυπωτή. Στην αρχή κάθε παίκτης έχει αποθέμα 6 αστεριών.



Σχήμα 2. Πιστοποιητικά και κάρτες δράσης.

Ο στόχος είναι ο παίκτης να συλλέξει 4 σφραγίδες που αντιστοιχούν στις 4 διαδρομές της πίστας. Οι σφραγίδες θα μπουν στο πιστοποιητικό του Ικανού Χρήστη Διαδικτύου (Σχήμα 2 - αριστερή πλευρά). Σε κάθε διαδρομή, τουλάχιστον 4 τετράγωνα αντιστοιχούν σε συμβουλευτικές κάρτες που οδηγούν στην απόκτηση ή απώλεια αστεριών. Ένα τέτοιο παράδειγμα η κόκκινη στο Σχήμα 2 με την ένδειξη "ΠΡΟΣΟΧΗ: ξεχάσατε να απενεργοποιήσετε τον υπολογιστή σας" και επιφέρει απώλεια 1 αστεριού. Για να κερδίσει ο παίκτης τη σφραγίδα, πρέπει να απαντήσει σε μια ερώτηση (Σχήμα 2 - πράσινη κάρτα) μετά από υποχρεωτική στάση στο τέλος της αντίστοιχης διαδρομής. Για να «ακούσει» την ερώτηση, ο παίκτης πρέπει να «πληρώσει» 3 αστέρια και φυσικά πρέπει να δώσει τη σωστή απάντηση. Στο παράδειγμα στο Σχήμα 2, η κάρτα γράφει «Είναι σωστό να παίζουμε μετά τις 12 το βράδυ;

Σωστό ή λάθος;». Με βάση την ηλικία των παικτών, φυσικά η σωστή απάντηση είναι Λάθος. Άλλες ερωτήσεις είναι πολλαπλής επιλογής. Εάν ο παίκτης απαντήσει λάθος, τότε πρέπει να διατρέξει το μονοπάτι ξανά αρχή, αφού φτάσει ξανά στο αρχικό τετράγωνο. Έτσι, πρέπει να κάνει γύρους για να ξαναφτάσει στην αρχή του.

Εάν ο παίκτης μείνει χωρίς αστέρια μεταφέρεται αυτόματα στην αρχή του μονοπατιού που βρίσκεται εκείνη τη στιγμή. Υπάρχει η επιλογή συλλογής 6 επιπλέον αστεριών εάν ο παίκτης εισέλθει στη διαδρομή μπόνους, ακολουθώντας την πλησιέστερη παράκαμψη. Για να επιτευχθεί αυτό, ο παίκτης πρέπει να απαντήσει σε πιο δύσκολες ερωτήσεις και μπορεί να επαναλάβει τη διαδικασία όσες φορές θέλει. Επίσης, στην εσωτερική κύρια διαδρομή που χρησιμοποιείται απλώς για να επιτρέψει στους παίκτες να μετακινούνται και να φτάσουν στην επιθυμητή υποδιαδρομή, αντιστοιχούν μπλε κάρτες (Σχήμα 2). Αυτές είναι κάρτες γνώσης και διαβάζονται δυνατά κάθε φορά που ο παίκτης σταματά σε ένα τετράγωνο του κεντρικού μονοπατιού. Το παράδειγμα στο Σχήμα 2 λέει «ΝΕΑ ΓΝΩΣΗ: Ήξερες ότι μέσω υπολογιστή μπορούμε να πληρώνουμε τους λογαριασμούς μας;». Αυτές οι κάρτες συνδέονται άμεσα με τις πράσινες κάρτες και έτσι δεν απαιτείται από τον παίκτη να κατέχει όλες τις απαραίτητες γνώσεις πριν παίξει. Η γνώση ενσωματώνεται στο παιχνίδι μέσω των μπλε καρτών και αξιολογείται μέσω των πράσινων.

Το παιχνίδι ολοκληρώνεται όταν ένας ή όλοι οι παίκτες αποκτήσουν την πιστοποίησή τους. Φυσικά όσο πιο γρήγορα λάβει κανείς την πιστοποίηση, τόσο καλύτερη είναι η επίδοσή του. Στην περίπτωση που παίζεται το παιχνίδι σε μικρές ομάδες, ο δάσκαλος μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά να αποφασίσουν μια διαδικασία επίτευξης συναίνεσης πριν δώσουν μια απάντηση (π.χ. μπορούν να ψηφίζουν και έτσι το παιχνίδι γίνεται μάλλον διαθεματικό)

Λαμβάνοντας υπόψη τους κανόνες του παιχνιδιού που περιγράφονται μέχρι αυτό το σημείο, είναι σαφές ότι μπορούν να ακολουθηθούν διαφορετικές στρατηγικές. Για παράδειγμα, ένας παίκτης μπορεί αρχικά να προσπαθήσει να αυξήσει το απόθεμα αστεριών και έπειτα να προσπαθήσει να συλλέξει τις σφραγίδες. Αυτό επιτρέπει λιγότερη κίνηση γύρω στην πίστα, καθώς στην περίπτωση έλλειψης αστεριών, πρέπει να ακολουθηθούν μεγαλύτερες συνολικές διαδρομές για να επαναληφθούν οι προσπάθειες. Έχοντας ένα μεγαλύτερο απόθεμα αστεριών, ο παίκτης μπορεί να ακολουθήσει συνεχόμενα τις διαδρομές που οδηγούν σε σφραγίδες, αντί να μετακινηθεί για να πάρει περισσότερα αστέρια και στη συνέχεια να δοκιμάσει ξανά. Μια άλλη στρατηγική είναι να μετακινηθεί στο εσωτερικό μονοπάτι για να «συλλέξει γνώσεις» (μπλε κάρτες) και μετά να δοκιμάσει να αποκτήσει τις σφραγίδες, όταν ο αισθάνεται αρκετά σίγουρος για να το κάνει. Έτσι, υπάρχουν πολλοί τρόποι προσέγγισης του παιχνιδιού και είναι η εντύπωση των συγγραφέων ότι αυτό θα παρακινήσει τα παιδιά να παίξουν το παιχνίδι επανειλημμένα προκειμένου να βρουν την καλύτερη στρατηγική και να επιτύχουν ένα καλύτερο σκορ (να αποκτήσουν την πιστοποίηση με τις ελάχιστες δυνατές κινήσεις).

Συζήτηση και περαιτέρω σχέδια

Όπως αναφέρθηκε στόχος ήταν να σχεδιαστεί ένα επιτραπέζιο παιχνίδι για να διδαχθούν θέματα σχετικά με το Διαδίκτυο σε παιδιά Νηπιαγωγείου. Φυσικά, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το κλείσιμο των σχολείων και των πανεπιστημίων λόγω της πανδημίας δεν επέτρεψε τη βελτίωση του σχεδιασμού και της εφαρμογής του παιχνιδιού σε τάξη. Το τελευταίο έχει προγραμματιστεί για να εφαρμοστεί μετά το Πάσχα του 2021.

Η πίστα έχει σχεδιαστεί και εκτυπωθεί σε αρκετά μεγάλο μέγεθος (σε μουσαμά). Τα πόνια είναι τρισδιάστατα. Έχουν σχεδιαστεί και εκτυπωθεί οι κάρτες του παιχνιδιού. Αμέσως μετά το Πάσχα του 2021, στόχος είναι η υλοποίηση μιας έρευνα μικρής κλίμακας με καθηγητές και ακαδημαϊκούς προκειμένου να εξετάσουν την καταλληλότητα του περιεχομένου των καρτών.

Στη συνέχεια, το παιχνίδι σχεδιάζεται να δοκιμαστεί σε τουλάχιστον μία τάξη, χρησιμοποιώντας επίσης φύλλα εργασίας ως pre- και post-tests, προκειμένου να αξιολογηθεί η γνώση των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση. Θα διεξαχθούν συνεντεύξεις προκειμένου να αξιολογηθούν διάφορες πτυχές του παιχνιδιού. Επίσης, σχεδιάζεται μια παρόμοια έρευνα με ενήλικες (π.χ. φοιτητές και εκπαιδευτικούς).

Όσον αφορά μελλοντικά σχέδια, οι συγγραφείς σκοπεύουν να δημιουργήσουν μια ψηφιακή έκδοση του παιχνιδιού με κωδικούς QR και υλικό πολυμέσων, όπως εξηγείται στην προηγούμενη ενότητα. Άλλες ιδέες περιλαμβάνουν την κατασκευή μιας επεκτάσιμης και αρθρωτής πίστας που θα μπορεί να ενσωματώνει περισσότερα από 4 μονοπάτια. Αυτό θα επέτρεπε στους εκπαιδευτικούς να εργαστούν στα θέματα πληροφορικής της επιλογής τους, με βάση το σχεδιασμό και τη στρατηγική διδασκαλίας τους. Έτσι, ο δάσκαλος θα ήταν σε θέση να συγκεντρώσει τις αντίστοιχες διαδρομές και να χρησιμοποιήσει τις σχετικές κάρτες δράσης για το παιχνίδι ώστε να ταιριάζει με τα εκπαιδευτικά του σχέδια. Όπως είναι, η πίστα μπορεί να υποστηρίξει 4 υποθέματα/διαδρομές που μπορούν να επιλεγούν από τον εκπαιδευτικό, ανεξάρτητα από το γεγονός ότι οι κάρτες δράσης σχεδιάστηκαν για θέματα που σχετίζονται με το Διαδίκτυο. Μια ιδέα σ' αυτή την κατεύθυνση είναι η προσθήκη ενός μικρού τετραγώνου μέσα σε κάθε διαδρομή που θα περιέχει ένα γραφικό στοιχείο που να αντιστοιχεί στην ενότητα της πιστοποίησης/σφραγίδας. Αυτό το γραφικό (σχήμα 2) θα εκτυπωθεί στο πίσω μέρος των κόκκινων και πράσινων καρτών που αντιστοιχούν σε αυτήν τη διαδρομή/θέμα. Αργότερα, μια ψηφιακή έκδοση θα μπορούσε να βασίζεται στην επαυξημένη πραγματικότητα και θα ήταν ενδιαφέρον να δοκιμαστεί ένα τέτοιο παιχνίδι σε σύγκριση με τη μη ψηφιακή έκδοση που περιγράφεται σε αυτή την εργασία.

Αναφορές

- Kirriemuir, J., McFarlane, A. (2003) *Literature Review in Games and Learning*. Futurelab Series: Futurelab
- Bragg, A. (2007). Students' conflicting attitudes toward games as a vehicle for learning mathematics: A methodological dilemma. *Mathematics Education Research Journal*, 19(1), 29-44
- Mostowfia, S., Mamaghanib, N.K., Khorramarb, M. (2016). Designing Playful Learning by Using Educational Board Game for Children In The Age Range of 7-12: (A Case Study: Recycling and Waste Separation Education Board Game). *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(12), 5453-5476
- Alvarez, V. (2017). Engaging Students in the Library through Tabletop Gaming. *Knowledge Quest*, 45(4), 40-48
- Prensky, M. (2006). *Don't bother me, mom, I'm learning!* St. Paul, MN: Paragon House
- Kiili, K. (2004). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *Internet and Higher Education*, 8, 13-24
- Tanner, M.M. Lindquist, T.M. (1998). Using Monopoly and teams-games-tournaments in accounting education: A cooperative learning teaching resource. *Accounting Education*, 7(2), 139-162
- Elofsson, J., Gustafson, S., Samuelsson, J., Träff, U. (2016). Playing number board games supports 5-year-old children's early mathematical development. *The Journal of Mathematical Behavior*, 43(2016), 134-147
- Hoy, B. (2018). Teaching History With Custom-Built Board Games. *Simulation & Gaming*, 49(2), 115-133
- Helliari, C.V., Michaelson, R., Power, D.M., Sinclair, C.D. (2000). Using a portfolio management game (Finesse) to teach finance. *Accounting Education*, 9(1), 37-51
- Christophel, D.M. (1990). The relationships among teacher immediacy behaviors, student motivation, and learning. *Communication Education*, 39(4), 323-340
- Gee, J.P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 20.
- Ebner, M., Holzinger, A. (2010). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: an example from civil engineering. *Computers & Education*, 49(3), 873-890
- Wang, L.C., Chen, M.P. (2010). The effects of game strategy and preference-matching on flow experience and programming performance in game-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(1), 39-52

- Kandroudi, M., Bratitsis, T., Lambropoulos, N. (2014). Pedagogical and immersive design principles in motion-sensing games: demonstration on Alteneville for physics. In *proceedings of the 8th European Conference on Games Based Learning*. University of Applied Sciences HTW Berlin, 9-10 October 2014, Berlin, Germany.
- Cook, D.A., Artino A.R. (2016). Motivation to learn: an overview of contemporary theories. *Medical Education*, 50(10), 997-1014
- Prensky, M. (2002). The motivation of gameplay: The real twenty-first century learning revolution. *On the horizon*, 10(1), 5-11
- Garris, R., Ahlers, R., Driskell, J.E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, 33(4), 441-467
- Brown, J.S. (2001). *Learning in the digital age*. In *The Internet and the university*: Forum, Washington, DC: Educause.
- Gros, B. (2007). Digital Games in Education: The Design of Games-Based Learning Environments. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(1), 23-38
- Oblinger, D. (2006). Games and learning. *Educause Quarterly Magazine*, 29(3), 5-7
- Kim, B., Park, H., Baek, Y. (2009). Not just fun, but serious strategies: Using meta-cognitive strategies in game-based learning. *Computers & Education*, 52(4), 800-810
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the development of children*, 34-41
- Juul, J. (2005). *Half-real: Video Games between Real Rules and Fictional Worlds*. Cambridge: MIT Press
- Zsoldos-Marchis, I. (2011). Design board-games for developing pre-service primary school teachers' mental calculation skills. *Proceedings of EDULEARN19 Conference*, 1-3 July 2019, Palma, Mallorca, Spain.
- Wilson, K.A., Bedwell, W.L., Lazarra, E.H., Salas, E., Burke, C.S., Estock, J.L., Orvis, K.L., Conkey, C. (2009). Relationships between Game Attributes and Learning Outcomes. *Simulation & Gaming*, 40(2), 217-266
- Pornel, J.B. (2011). Factors that Make Educational Games Engaging to Students. *Philippine Journal of Social Sciences and Humanities*, 16(2), 1-9
- Van Staalkuinen, J.P. (2012). *Gamers on Games and Gaming Implications for Educational Game Design*. PhD thesis, Delft University of Technology
- Malone, T.W., Lepper, M. (1987) Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivation for learning. In R.E. Snow & M.J. Farr (Eds.), *Aptitude learning, and instruction III: Cognitive and affective process analysis*. Hilldale, NJ: Erlbaum
- Treher, E. (2011). *Learning with board games. Tools for learning and retention*. The learning Key, Inc
- Bezáková, I., Heliotis, J., Strout, S. (2013). Board game strategies in introductory computer science. In *Proceedings of SIGCSE'13*, March 6-9, 2013, Denver, Colorado, USA
- Tsavara, K., Moeller, K., Ninaus, M. (2018). Training computational thinking through board games: the case of crabs & turtles. *International Journal of Serious Games*, 5(2), 25-44
- Drake, P. Sung, K. (2011). Teaching introductory programming with popular board game. In *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education SIGCSE '11*, March 2011, Dallas TX USA
- Taspinar, B., Schmidt, W., Schuhbauer, H. (2016). Gamification in education: a board game approach to knowledge acquisition, *Procedia Computer Science*, 99, 101-116
- European Union. (2006). *Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong Learning*. Official Journal of the European Union, Publications Office of the European Union
- Bratitsis, T. (2018). Demonstrating Online Game Design and Exploitation for Interdisciplinary Teaching in Primary School through the WeAreEurope Game for EU Citizenship Education. In A. Mikropoulos (ed), *Research on e-Learning and ICT in Education. Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives* (pp 213-229), Springer International.



Χορηγός

ORACLE
Academy

ISBN: 978-618-83186-6-3