ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2018)

11ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Ενσωμάτωση του προγραμματισμού στη διδασκαλία μαθητών έκτης δημοτικού και η επίδρασή του στην υπολογιστική σκέψη

Νεόφυτος Νεοφυτίδης, Άντρη Ιωάννου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Νεοφυτίδης Ν., & Ιωάννου Ά. (2022). Ενσωμάτωση του προγραμματισμού στη διδασκαλία μαθητών έκτης δημοτικού και η επίδρασή του στην υπολογιστική σκέψη. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 515–521. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4343

Ενσωμάτωση του προγραμματισμού στη διδασκαλία μαθητών έκτης δημοτικού και η επίδρασή του στην υπολογιστική σκέψη

Νεοφυτίδης Νεόφυτος, Ιωάννου Άντρη
neophytos.neophytides@gmail.com, andri@cyprusinteractionlab.com
Cyprus Interaction Lab/ Cyprus University of Technology

Περίληψη

Η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) έχει αναγνωριστεί ως μια σημαντική δεξιότητα του 21ου αιώνα, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντιμετωπιστούν αυθεντικά προβλήματα και να αναπτυχθούν οι δεξιότητες επίλυσης προβλήματος. Η έρευνα αυτή είχε σκοπό να εξετάσει πώς μια σειρά μαθημάτων προγραμματισμού επέδρασε στην ικανότητα της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών. Για τον σκοπό αυτό επιλέγηκαν δύο τάξεις έκτης δημοτικού από ένα αστικό σχολείο της Λεμεσού, οι οποίες αποτέλεσαν την πειραματική και την ομάδα ελέγχου. Η συλλογή δεδομένων έγινε με τη χρήση δοκιμίου μέτρησης της ΥΣ και ηχογράφησης των συζητήσεων των μαθητών. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως η αύξηση στο μέσο όρο της πειραματικής ομάδας μετά την παρέμβαση ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον η ανάλυση των συζητήσεων των μαθητών αποκάλυψε πολλές δεξιότητες και πτυχές της ΥΣ, όπως η ενσώματη μάθηση και η αιτιολόγηση.

Λέξεις κλειδιά: Υπολογιστική σκέψη, δημοτική εκπαίδευση, προγραμματισμός, προγραμματιστικά εργαλεία, code.org

Εισαγωγή

Ο προγραμματισμός έχει αναγνωριστεί ως μια δεξιότητα που απαιτεί από τους χρήστες να χρησιμοποιούν υπολογιστικά εργαλεία για να αντιμετωπίζουν πραγματικά προβλήματα του 21ου αιώνα (Grover & Pea, 2013). Προγραμματισμός είναι κάτι περισσότερο από το να μαθαίνει κανείς πώς να γράφεις κώδικα: Καλλιεργεί στους χρήστες την Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ), η οποία σύμφωνα με το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας περιλαμβάνει την επίλυση προβλήματος χρησιμοποιώντας έννοιες από την επιστήμη των υπολογιστών όπως σύνθεση, αναγνώριση προτύπων, αφαιρετική και αλγοριθμική ικανότητα.

Στα σύγχρονα εκπαιδευτικά πλαίσια η δημιουργία εύκολης οπτικής γλώσσας προγραμματισμού που έχει σχεδιαστεί ειδικά για νεαρούς μαθητές, αναθέρμανε το ενδιαφέρον για τη χρησιμοποίηση του προγραμματισμού ως παιδαγωγικό εργαλείο για την ανάπτυξη υπολογιστικών δεξιοτήτων σκέψης (Resnick et al., 2009). Οι ειδικοί σε θέματα τεχνολογίας ζητούν την ένταξη της ΥΣ και του προγραμματισμού στο αναλυτικό πρόγραμμα (Grover & Pea, 2013; Lee et al., 2014; Kafai & Burke, 2013), προκειμένου να κατανοήσουμε καλύτερα πως οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν την κατανόηση συγκεκριμένων εννοιών του αναλυτικού προγράμματος. Τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα θεωρούνται οικοδομιστικά υπολογιστικά μέσα, τα οποία βοηθούν τους μαθητές να αναλύσουν, να εκφράσουν, να οργανώσουν και να αξιολογήσουν τις σκέψεις τους με σαφή και ακριβή τρόπο κατά τη διάρκεια επίλυσης προβλημάτων (Duncan et al., 2014; Ioannou & Makridou, 2018). Ο προγραμματισμός μπορεί να διδαχθεί από μικρή ηλικία (Gibson, 2003) και κατά τη διάρκεια των χρόνων υπάρχει ένας αριθμός προγραμματιστικών περιβαλλόντων που έχει αναπτυχθεί για μη – έμπειρους χρήστες (Kelleher & Pausch, 2005).

Σύμφωνα με τους Saez-Lopez et al. (2016) υπάρχει ένα συνεχές ενδιαφέρον για τη διδασκαλία προγραμματισμού σε μαθητές δημοτικού. Παρά το γεγονός ότι η ΥΣ είναι μια αναδυόμενη ιδέα που κερδίζει έδαφος στα εκπαιδευτικά πλαίσια και στην επιστήμη των υπολογιστών, υπάρχει λίγη έρευνα που να εφαρμόζει τις τρέχοντες υπολογιστικές γλώσσες και λογισμικό σε μαθησιακά περιβάλλοντα. Η έρευνα αυτή είχε σκοπό να εξετάσει στο πώς η ενασχόληση των μαθητών ηλικίας 11 χρονών με τον προγραμματισμό επιδρά στις δεξιότητες ΥΣ. Συγκεκριμένα μέσα από τη μέτρηση της ΥΣ των μαθητών και μέσα από τη συζήτηση των μαθητών έχει διαφανεί ποιες πτυχές της υπολογιστικής σκέψης εμφανίζονται, όταν οι μαθητές χρησιμοποιούν προγραμματιστικά εργαλεία.

Θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας

Η Υπολογιστική Σκέψη (Computational Thinking) παρέχει το εννοιολογικό υπόβαθρο γύρω από τα ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας. Ο Papert ήταν ο πρώτος που προσπάθησε να εντάξει τον προγραμματισμό στη σχολική τάξη δημιουργώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Logo με σκοπό παιδιά οποιαδήποτε ηλικίας να μάθουν να προγραμματίζουν κάτω από καλές συνθήκες, έχοντας άφθονο χρόνο μπροστά τους (Papert, 1980). Ο Seymour Papert ήταν επίσης ο πρώτος που χρησιμοποίησε τον όρο Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) και έδειξε τη σημαντικότητα της ικανότητας να σκέφτεσαι υπολογιστικά (Papert, 1980; Papert, 1996).

Ο όρος ΥΣ έγινε ευρέως γνωστός από την Wing (2006). Σύμφωνα με την Wing (2006) «η ΥΣ περιλαμβάνει την επίλυση προβλήματος, το σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, αντλώντας από τις βασικές έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών» (σελ.33). Έτσι η ουσία της ΥΣ είναι να σκέπτεσαι σαν επιστήμονας των υπολογιστών όταν αντιμετωπίζεις ένα πρόβλημα. Αυτός ο αρχικός ορισμός έχει αναθεωρηθεί και συγκεκριμενοποιηθεί από πολλούς ερευνητές κατά τη διάρκεια των χρόνων. Έτσι ο ορισμός της ΥΣ απλοποιήθηκε και ορίστηκε ως η διανοητική δραστηριότητα που περιλαμβάνει μοντελοποίηση προβλημάτων, έτσι ώστε οι λύσεις τους να μπορούν να αναπαρασταθούν με λογικά βήματα και αλγόριθμους (Pulimood et al., 2016). Μαθαίνοντας προγραμματισμό είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για να διδαχθούν οι δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης, η οποία θεωρείται ως μια από τις πιο σημαντικές δεξιότητες του 21ου αιώνα. (Smith, 2016; Wing, 2006, 2011).

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας υιοθετήθηκε το πλαίσιο της ΥΣ που προτείνουν οι Brennan and Resnick (2012) για το Scratch. Το Scratch είναι ένα δημοφιλές προγραμματιστικό περιβάλλον που έχει χρησιμοποιηθεί στο αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου σε πολλές έρευνες (Baytak & Land, 2011; Boyer, 2010). Οι Brennan και Resnick (2012) πρότειναν τρεις διαστάσεις της ΥΣ: υπολογιστικές έννοιες, υπολογιστικές πρακτικές και υπολογιστική προοπτική. Ο πίνακας 1 καταγράφει τις κυριότερες ιδέες των τριών αυτών διαστάσεων.

Μεθοδολογία

Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκε η μεικτή μέθοδος συλλογής δεδομένων. Ειδικότερα συλλέχθηκαν ποσοτικά δεδομένα (δοκίμιο ΥΣ) για να μετρηθεί η ΥΣ των μαθητών, ενώ χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές τεχνικές (ηχογράφηση συζήτησης) για να εξεταστούν οι αναδυόμενες ιδέες και στοιχεία που αφορούσαν την ΥΣ.

Πίνακας 1. Διαστάσεις της ΥΣ με βάση το μοντέλο των Brennan and Resnick (2012)

Διαστάσεις	Περιγραφή	Στοιχεία (παραδείγματα)

Υπολογιστικές έννοιες	Έννοιες που χρησιμοποιεί ένας προγραμματιστής	Επανάληψη
Υπολογιστικές πρακτικές	Πρακτικές επίλυσης προβλήματος που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού	Έλεγχος και διόρθωση σφαλμάτων
Υπολογιστικές προοπτικές	Προοπτικές των μαθητών που εμπλέκονται στον προγραμματισμό	Έκφραση και διαμοιρασμός της εργασίας

Δείγμα της έρευνας

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν δύο τάξεις με σύνολο 39 μαθητών ηλικίας 11 χρονών από ένα δημοτικό σχολείο της Λεμεσού, οι οποίοι δεν είχαν καμιά προηγούμενη εμπειρία προγραμματισμού. Το πιο πάνω ήταν δείγμα ευκολίας, διότι ο ερευνητής δίδασκε μαθήματα στους συγκεκριμένους μαθητές και έτσι μπορούσε να έχει άμεση πρόσβαση στο δείγμα. Το μειονέκτημα της δειγματοληψίας ευκολίας είναι πως το δείγμα δεν είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού. Η μία τάξη αποτελούσε την ομάδα ελέγχου (20 άτομα) και η άλλη την πειραματική ομάδα (19 άτομα).

Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν τα εξής:
1. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών στο δοκίμιο ΥΣ, μεταξύ πειραματικής και ομάδας ελέγχου;
2. Ποιες δεξιότητες και πτυχές της ΥΣ αναδύονται μέσα από τη συζήτηση των μαθητών κατά τη διάρκεια των μαθημάτων προγραμματισμού;

Μέσα συλλογής δεδομένων

Για την επίτευξη των στόχων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε το δοκίμιο μέτρησης της ΥΣ του Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández (2017). Το δοκίμιο δοκιμάστηκε σε ένα δείγμα 1251 μαθητών ηλικίας 11 – 16 χρονών και βρέθηκε να έχει συντελεστή αξιοπιστίας (reliability coefficient) 0.80 που θεωρείται πολύ καλός δείκτης αξιοπιστίας. Επιπλέον διαφάνηκαν υψηλές συσχετίσεις του δοκιμίου με άλλα δοκίμια παρόμοιου τύπου, γεγονός που φανερώνει υψηλό βαθμό εγκυρότητας (Román-González et al., 2017).

Το τεστ περιλαμβάνει 28 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με τέσσερις επιλογές κάθε φορά (μία μόνο ήταν η σωστή). Οι ερωτήσεις για σκοπούς ανάλυσης των δεδομένων κατηγοριοποιηθήκαν στις ακόλουθες υπολογιστικές έννοιες διαβαθμισμένες από τις πιο εύκολες στις πιο δύσκολες: Σειρά και ακολουθία (ερ.1-4), επανάληψη (ερ.5-8), επανάληψη μέχρις ότου (ερ.9-12), απλή συνθήκη εάν (ερ.13-16), πολύπλοκη συνθήκη εάν – τότε (17-20), συνθήκη με όρους (ερ.21-24) και απλές συναρτήσεις (ερ.25-28). Αυτές οι υπολογιστικές έννοιες συνδέονται με κάποιες από τις έννοιες που προτείνουν στο μοντέλο τους οι Brennan and Resnick (2012).

Τα μαθήματα προγραμματισμού πραγματοποιηθήκαν χρησιμοποιώντας μέρος του υλικού της ιστοσελίδας code.org. Η ιστοσελίδα code.org δημιουργήθηκε το 2013 με σκοπό να ενθαρρύνει κυρίως τους μαθητές να μάθουν βασικές έννοιες της επιστήμης της πληροφορικής. Περιλαμβάνει μια σειρά από δωρεάν μαθήματα προγραμματισμού διαβαθμισμένων επιπέδων δυσκολίας. Ένα βασικό της πλεονέκτημα είναι πως μπορείς να κάνεις εγγραφή δωρεάν. Αυτό σημαίνει πως ο κάθε μαθητής κάνοντας είσοδο στο λογαριασμό του μπορεί να συνεχίσει από το σημείο που έμεινε.

Διαδικασία εκτέλεσης της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα δημόσιο δημοτικό σχολείο της Λεμεσού, τον Οκτώβριο του 2017. Αρχικά, δόθηκε σε όλους τους μαθητές το δοκίμιο μέτρησης της ΥΣ. Στη συνέχεια η πειραματική ομάδα παρακολούθησε μια σειρά 8 μαθημάτων διάρκειας 40 λεπτών, χρησιμοποιώντας το υλικό που υπήρχε στην ιστοσελίδα code.org. Τα μαθήματα πραγματοποιήθηκαν σε εργαστήριο υπολογιστών κατά τη διάρκεια του σχολείου. Οι μαθητές δούλευαν σε ζευγάρια. Η ομάδα ελέγχου δεν παρακολούθησε μαθήματα προγραμματισμού, αλλά ακολούθησε κανονικά το ωρολόγιο πρόγραμμα. Με το τέλος των διδασκαλιών δόθηκε ξανά και στις δύο ομάδες μαθητών το δοκίμιο ΥΣ. Επιπρόσθετα, κρίθηκε αναγκαίο σε κάποια ζευγάρια της πειραματικής ομάδας να τοποθετηθούν συσκευές ηχογράφησης της φωνής, προκειμένου να μελετηθούν οι συζητήσεις των μαθητών σχετικά με τις διαστάσεις της ΥΣ.

Ανάλυση δεδομένων

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS. Ειδικότερα χρησιμοποιήθηκε η μικτή ανάλυση διακύμανσης (between-within subjects ANOVA) για τη διερεύνηση των διαφορών των μέσων όρων επίδοσης των μαθητών στο δοκίμιο μέτρησης της ΥΣ πριν και μετά την εφαρμογή της παρέμβασης. Στην ανάλυση (2×2 ANOVA) οι ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν η ομάδα (πειραματική και ελέγχου) και οι μετρήσεις στους δύο χρόνους (πριν και μετά την παρέμβαση) και η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η επίδοση των μαθητών στο δοκίμιο. Για την αποδοχή ή απόρριψη των υποθέσεων της έρευνας έγινε δεκτή η τιμή 0.05 για το επίπεδο σημαντικότητας.

Αποτελέσματα

Στην πρώτη ανάλυση διακύμανσης που αφορούσε στην κατηγορία *σειρά και ακολουθία*, εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση (interaction effect) μεταξύ χρόνου και ομάδας, $F(1,37) = 5.17$, $p<0.05$. Όπως φαίνεται από τους μέσους όρους στον πίνακα 2, η αύξηση στο μέσο όρο της ΥΣ (*σειρά και ακολουθία)* ήταν μεγαλύτερη για την πειραματική ομάδα. Στην κατηγορία *απλή συνθήκη* τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική επίδραση του χρόνου (main effect), $F(1,37) =8.70$, $p<0.001$, καθώς και οι δύο ομάδες παρουσίασαν αύξηση στους μέσους όρους τους. Στην κατηγορία *συναρτήσεις* διαφάνηκε και πάλι στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση (interaction effect) μεταξύ χρόνου και ομάδας, $F(1,37) = 0.86$, $p<0.05$) προς όφελος της πειραματικής ομάδας. Στις υπόλοιπες κατηγορίες δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Παρόλ΄ αυτά παρατηρούμε πως οι μέσοι όροι της πειραματικής ομάδας μετά τη παρέμβαση είναι υψηλότεροι σε όλες τις κατηγορίες της ΥΣ. Τέλος, υπολογίστηκε η διαφορά στο συνολικό μέσο όρο του δοκιμίου ΥΣ. Η ανάλυση κατέδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση (interaction effect) μεταξύ ομάδας και χρόνου, $F(1,37) = 9.14$, $p<0.01$. Οι μέσοι όροι (βλέπε πίνακα 5) καταδεικνύουν ότι η αύξηση στο μέσο όρο της πειραματικής ομάδας ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή της ομάδας ελέγχου.

Ποιοτική ανάλυση των δεδομένων

Κατά την ανάλυση των συζητήσεων των μαθητών καταγράφτηκαν τα κυριότερα θέματα που επαναλαμβάνονταν και σχετίζονταν με τις δεξιότητες ΥΣ. Τα θέματα κατηγοριοποιήθηκαν στη διάσταση υπολογιστικές πρακτικές.

Αιτιολόγηση: Οι μαθητές καθόλη τη διάρκεια της ενασχόλησης τους αιτιολογούσαν τις αποφάσεις που έπαιρναν. Το πιο σημαντικό ήταν πως η αιτιολόγηση γινόταν ως προσπάθεια να εξηγήσουν στο ζευγάρι τους γιατί επέλεξαν τη συγκεκριμένη ενέργεια.

Δοκιμή και έλεγχος σφαλμάτων: Οι μαθητές δοκίμαζαν τις εντολές και προσπαθούσαν να βρουν τι πήγε λάθος. Αυτό μπορούσε να γίνει μερικές δεκάδες φορές, χωρίς τα παιδιά να σταματήσουν την προσπάθεια. Σε κάθε αποτυχημένη δοκιμή τα παιδιά παρατηρούσαν προσεχτικά τις εντολές, έβλεπαν τα αποτελέσματα των ενεργειών τους και ανάλογα αποφάσιζαν πώς θα προχωρούσαν και τι θα άλλαζαν.
Ενσώματη μάθηση: Επιπλέον, η ανάλυση των συζητήσεων των μαθητών παραπέμπει σε πρακτικές ενσώματης μάθησης, οι οποίες συνάδουν με την εμπειρία και παρατήρηση του εκπαιδευτικού. Καθώς τα παιδιά προσπαθούσαν να βρουν τις λύσεις, ο ερευνητής παρατήρησε ότι τα παιδιά έκαναν κινήσεις με το σώμα τους. Η 'φυσική αναπαράσταση' της άσκησης τους βοηθούσε να σιγουρευτούν για τη σωστή λύση, πριν πατήσουν το κουμπί εκτέλεση.

Πίνακας 2. Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις της ΥΣ και τις Δυο Μετρήσεις

Υπολ. Έννοιες	Ομάδα Ελέγχου		Ομάδα Πειραματική (μεσολάβηση παρέμβασης)	
	Μέτρηση 1 Μ.Ο. (Τ.Α.)	Μέτρηση 2 Μ.Ο. (Τ.Α.)	Μέτρηση 1 Μ.Ο. (Τ.Α.)	Μέτρηση 2 Μ.Ο. (Τ.Α.)
Σειρά - ακολουθία	2.50 (1.15)	2.80 (1.01)	2.32 (0.75)	3.32 (1.03) $^{\beta}$
Επανάληψη	1.90 (0.97)	2.20 (1.06)	2.79 (0.98)	2.95 (1.08)
Επανάληψη μέχρι	1.95 (0.85)	2.00 (0.92)	2.0 (0.88)	2.56 (1.02)
Απλή Συνθήκη	1.15 (0.67)	1.75 (0.91)	1.21 (0.71)	1.94 (0.71) $^{\alpha}$
Πολύπλοκη Συνθ.	1.45 (1.32)	1.50 (1.19)	1.52 (1.02)	2.0 (1.33)
Συνθήκη με όρους	1.0 (0.79)	1.25 (1.02)	1.63 (0.90)	1.84 (1.07)
Συναρτήσεις	1.50 (1.15)	1.75 (1.16)	1.21 (1.22)	2.53 (1.16) $^{\beta}$
Συνολικό	**11.45 (3.79)**	**13.25 (3.93)**	**12.68 (2.54)**	**17.16 (3.45)** $^{\beta}$

Μ.Ο. = Μέσοι Όροι, Τ.Α. = Τυπικές Αποκλίσεις α = στατιστικά σημαντική επίδραση του χρόνου, β = στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου και ομάδας

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Οι περισσότερες έρευνες μέχρι τώρα χρησιμοποίησαν ποιοτικά δεδομένα, όπως ανάλυση συνεντεύξεων ή βιντεογράφηση της πορείας εργασίας των μαθητών, προκειμένου να παρθούν πληροφορίες για πτυχές της ΥΣ (Calder, 2010; Baytak & Land, 2011; Burke, 2010). Αντιθέτως πολύ λίγες είναι οι ποσοτικές έρευνες (Shin & Park, 2014; Saez – Lopez et al., 2016) που χρησιμοποιούν ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα, έτσι ώστε να διαφανεί η επίδραση του προγραμματισμού στις επιδόσεις των μαθητών σε δοκίμια ΥΣ. Επομένως το αποτέλεσμα της παρούσας έρευνας καταδεικνύει με ποσοτικά δεδομένα τη θετική επίδραση των μαθημάτων προγραμματισμού στην ΥΣ και στην ικανότητα των μαθητών να λύνουν προβλήματα.

Ένα άλλο σημαντικό εύρημα της έρευνας αφορά τις πτυχές της ΥΣ που οι μαθητές μπορούν να εξασκήσουν μέσα με τον προγραμματισμό. Οι μαθητές, βελτιώθηκαν σε απλές προγραμματιστικές έννοιες, αλλά και σε πολυπλοκότερες, όπως η συνάρτηση. Η κατηγορία σειρά ήταν η πιο εύκολη από τις υπόλοιπες και το αναμενόμενο αποτέλεσμα θα ήταν να μην υπάρχουν διαφορές μεταξύ ομάδας ελέγχου και πειραματικής. Παρόλα αυτά, η παρέμβαση επίδρασε στους μαθητές της πειραματικής ομάδας, οι οποίοι είχαν πολύ ψηλό μέσο όρο στο τελικό δοκίμιο (Μ.Ο.=3.32). Από την άλλη διαφάνηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά

στους μέσους όρους στην πιο δύσκολη έννοια του δοκιμίου που ήταν οι συναρτήσεις. Σύμφωνα με τον Boyer (2010), οι μαθητές δυσκολεύονται με πολύπλοκες έννοιες, όπως οι συναρτήσεις και τα παράλληλα γεγονότα, με αποτέλεσμα να μην τα χρησιμοποιούν στα παιχνίδια που κατασκεύαζαν παρά μόνο με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού. Ωστόσο στην παρούσα έρευνα οι μαθητές φάνηκε να κατανοούν τη χρήση της συγκεκριμένης έννοιας, γεγονός που φαίνεται από τα υψηλά σκορ που είχαν στις ερωτήσεις που αφορούσαν τις συναρτήσεις.

Η παρούσα έρευνα χρησιμοποίησε το πλαίσιο που προτείνουν οι Brennan and Resnick (2012) για το Scratch. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι μαθητές χρησιμοποίησαν πολλές από τις πτυχές των διαστάσεων υπολογιστικών εννοιών και υπολογιστικών πρακτικών που υιοθετούν οι ερευνητές. Ωστόσο στη διάσταση υπολογιστικών πρακτικών βρέθηκαν και άλλες πτυχές και πρακτικές, όπως η ενσώματη μάθηση που αξίζει περεταίρω μελέτη. Επιπλέον, η ανασκόπηση βιβλιογραφίας εντόπισε και άλλες πρακτικές που οι μαθητές φαίνεται να αναπτύσσουν καθώς ασχολούνται με τον προγραμματισμό (Shin & Park, 2014; Werner et.al, 2011; Calder, 2010). Η αποκλίνουσα σκέψη, η λήψη απόφασης, ο έλεγχος απάντησης, η ανάδρομη πορεία και η αλγοριθμική σκέψη είναι μερικές δεξιότητες που οι μαθητές καλλιέργησαν ή βελτίωσαν μέσα από τα προγραμματιστικά εργαλεία. Έτσι υπάρχει η ανάγκη το μοντέλο που αφορά τις πτυχές και πρακτικές των υπολογιστικών πρακτικών να διευρυνθεί περεταίρω και να επεκταθεί.

Επίλογος

Η ασχολία των μαθητών με προγραμματιστικά εργαλεία κατέδειξε θετικές και υποσχόμενες προοπτικές. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να χαρακτηριστούν ως τεχνολογικά εργαλεία μάθησης που μπορούν να βοηθήσουν στην προώθηση της ΥΣ σε μικρές ηλικίες. Το μικρό και μη αντιπροσωπευτικό δείγμα που έλαβε μέρος στην έρευνα είναι σοβαρός περιορισμός της έρευνας που εμποδίζει την γενίκευση των αποτελεσμάτων της. Εντούτοις, με βάση τα αρχικά ενθαρρυντικά αποτελέσματα της έρευνας, σε συνδυασμό με παρόμοια ευρήματα από τον διεθνή χώρο, οι ερευνητές θα ενθάρρυναν την ενσωμάτωση του προγραμματισμού στη δημοτική εκπαίδευση, ώστε να υπάρχουν ευκαιρίες ανάπτυξης των δεξιοτήτων ΥΣ από μέρους των μαθητών. Εκπαιδευτικοί, σχολεία και φορείς εκπαιδευτικής πολιτικής θα ήταν καλό να παρέχουν στους μαθητές των δημόσιων και ιδιωτικών σχολείων της Κύπρου ευκαιρίες εκμάθησης προγραμματιστικών γλωσσών. Τα αναλυτικά προγράμματα στην Κύπρο δεν έχουν ακόμη εντάξει την ΥΣ στο πρόγραμμα σπουδών. Η ΥΣ όμως μπορεί να αποτελέσει ένα καινοτόμο τρόπο έκφρασης διαφόρων ιδεών και εννοιών του αναλυτικού προγράμματος, ενώ περιλαμβάνει πολλές από τις δεξιότητες του 21ου αιώνα όπως δημιουργικότητα, επίλυση προβλήματος και κριτική σκέψη.

Ευχαριστίες

Η έρευνα επιχορηγήθηκε από το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Horizon 2020, μέσω του έργου NOTRE (H2020-TWINN-2015, Grant Agreement Number: 692058).

Αναφορές

Baytak, A., & Land, S. M. (2011). An investigation of the artifacts and process of constructing computers games about environmental science in a fifth grade classroom. *Educational Technology Research and Development,* 59(6), 1-18.

Boyer, J. T. (2010). *Using Scratch for learner-constructed multimedia: A design-based research inquiry of constructionism in practice.* (University of Florida Ph.D.), University of Florida,United States -- Florida. Retrieved from http://search.proquest.com/docview/817401431?accountid=9838.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada* (pp. 1-25).

Burke, Q. (2012). The markings of a new pencil: Introducing programming-as-writing in the middle school classroom. *The Journal of Media Literacy Education,* 4(2), 121-135.

Calder, N. (2010). Using Scratch: An Integrated Problem-Solving Approach to Mathematical Thinking. *Australian Primary Mathematics Classroom,* 15(4), 9-14.

Duncan, C., Bell, T., & Tanimoto, S. (2014). Should your 8-year-old learn coding?. *In Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 60-69). ACM.

Gibson, J. P. (2003). A noughts and crosses Java applet to teach programming to primary school children. In *Proceedings of the 2nd international conference on Principles and practice of programming in Java* (pp. 85-88). Computer Science Press, Inc.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Using a discourse-intensive pedagogy and android's app inventor for introducing computational concepts to middle school students. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 723-728). ACM.

Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, *72*, 678-691.

Ioannou, A., & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work Education and Information Technologies: https://doi.org/10.1007/s10639-018-9729-z

Kafai, Y. B., & Resnick, M. (1996). *Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world*. Routledge.

Kelleher, C., & Pausch, R. (2005). Lowering the barriers to programming: A taxonomy of programming environments and languages for novice programmers. ACM *Computing Surveys,* 37(2), 83–137. doi:10.1145/1089733.1089734.

Lee, I., Martin, F., & Apone, K. (2014). Integrating computational thinking across the K—8 curriculum. *ACM Inroads, 5*(4), 64-71.

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

Papert, S. (1996). A word for learning. *Constructionism in practice: Designing, thinking and learning in a digital world,* 2-24.

Pulimood, S. M., Pearson, K., & Bates, D. C. (2016). A study on the impact of multidisciplinary collaboration on computational thinking. *Proceedings of the 47th ACM technical symposium on computing science education* (pp. 30-35). New York, NY: ACM.

Resnick, M., Flanagan, M., Kelleher, C., MacLaurin, M., Ohshima, Y., Perlin, K., & Torres, R. (2009). *Growing up programming: Democratizing the creation of dynamic, interactive media*. Boston, MA: ACM. doi:10.1145/1520340.1520472.

Sáez-López, J. M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using "Scratch" in five schools. *Computers & Education,* 97, 129-141.

Shin, S., & Park, P. (2014). A study on the problem solving ability of primary students through mathematics logic solving with Scratch. *International Information Institute (Tokyo). Information,* 17(10) (B), 5277.

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