ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2014)

7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής

Εισαγωγή στον προγραμματισμό με χρήση του περιβάλλοντος του Scratch και υποστήριξη της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών

Αναστασία Τόλα, Μακρίνα Σαρπασίδου, Σουμέλα Ατματζίδου, Σταύρος Δημητριάδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Τόλα Α., Σαρπασίδου Μ., Ατματζίδου Σ., & Δημητριάδης Σ. (2022). Εισαγωγή στον προγραμματισμό με χρήση του περιβάλλοντος του Scratch και υποστήριξη της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 040–050. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4372

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 05/12/2025 17:56:45

Εισαγωγή στον προγραμματισμό με χρήση του περιβάλλοντος του Scratch και υποστήριξη της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών

Τόλα Αναστασία, Σαρπασίδου Μακρίνα, Ατματζίδου Σουμέλα, Δημητριάδης Σταύρος
{tolaanas, makrinas, atmatzid, sdemetri}@csd.auth.gr
Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στον 21ο αιώνα υπάρχει έντονη ερευνητική δραστηριότητα με στόχο τη διερεύνηση της υπολογιστικής σκέψης (ΥΣ), η οποία περιγράφει και προωθεί νέους τρόπους σκέψης σε μία αναπτυσσόμενη ψηφιακή εποχή. Η ΥΣ αποτελεί θεμελιώδη δεξιότητα για τους μαθητές, η οποία τους βοηθά να αναπτύξουν δημιουργικό τρόπο σκέψης. Η παρούσα μελέτη διερευνά την υποστήριξη των δεξιοτήτων ΥΣ σε μαθητές Γυμνασίου, με εκπαιδευτικές δραστηριότητες στο εποικοδομικό εργαλείο ψυχαγωγικού προγραμματισμού Scratch. Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες με καθοδηγούμενα φύλλα εργασίας, για την υποστήριξη βασικών δεξιοτήτων της ΥΣ: αφαίρεση, γενίκευση, αλγόριθμος, διαδικασία και τμηματοποίηση. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν μέσα από ερωτηματολόγια και προσωπικές συνεντεύξεις. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές εξοικειώθηκαν με τις έννοιες της ΥΣ τις οποίες ενσωμάτωσαν σε ικανοποιητικό βαθμό κατά την διαδικασία επίλυσης προβλημάτων στο εκπαιδευτικό περιβάλλον Scratch.

Λέξεις κλειδιά: υπολογιστική σκέψη, επίλυση προβλήματος, Scratch

Εισαγωγή

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης αποτελεί ζήτημα πρωταρχικής σημασίας όχι μόνο για τα άτομα που εμπλέκονται στην επιστήμη των υπολογιστών αλλά και για κάθε σπουδαστή και μαθητή ξεκινώντας από το δημοτικό σχολείο. Όπως επισημαίνει η Wing, στις ικανότητες γραφής, ανάγνωσης και αριθμητικής του κάθε παιδιού θα πρέπει να προσθέσουμε και την ΥΣ (Wing 2006). Τα τελευταία έτη, υπάρχει μια αυξανόμενη αναγνώριση της σημασίας της υπολογιστικής σκέψης για την κατανόηση και την επίλυση προβλημάτων, όχι μόνο στον τομέα της επιστήμης των υπολογιστών αλλά σε ένα ευρύ φάσμα πλαισίων (Guzdial, 2008;Wing, 2006; 2008).

Το Scratch υποστηρίζει την καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης, η οποία αποτελεί ένα σύνολο εννοιών, στρατηγικών, δεξιοτήτων και ικανοτήτων που αντλούν τις ιδέες από τον κόσμο των υπολογιστών (π.χ. αφαίρεση, διόρθωση σφαλμάτων και ανάλυση προβλημάτων). Η ενασχόληση των νέων με τον προγραμματισμό και τον διαμοιρασμό έργων στο Scratch, συντελεί στο να μάθουν βασικές υπολογιστικές και μαθηματικές έννοιες, σημαντικές στρατηγικές για το σχεδιασμό, την επίλυση προβλημάτων και τη συνεργασία (Resnick et al., 2003).

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσουμε: (α) πώς μπορεί η ανάπτυξη των δεξιοτήτων ΥΣ και η επίλυση προβλημάτων να υποστηριχτούν αποτελεσματικά μέσω καθοδηγούμενων συνεργατικών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων στο προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch, και (β) ποιες είναι οι κατάλληλες στρατηγικές για την αξιολόγηση της υποστήριξης της ΥΣ.

Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο, 3-5 Οκτωβρίου 2014.

Εκπαιδευτικό εργαλείο Scratch

Το Scratch (Resnick et al., 2003), είναι ένα ανοικτού κώδικα οπτικό προγραμματιστικό περιβάλλον που αναπτύχθηκε από το ερευνητικό εργαστήριο του MIT με σκοπό να ενθαρρύνει τους αρχάριους προγραμματιστές να δημιουργήσουν εύκολα πολυμεσικές εφαρμογές. Το εκπαιδευτικό του περιβάλλον αποτελείται από μπλοκ εντολών τα οποία αναπαριστούν βασικές προγραμματιστικές δομές, κατάλληλα σχεδιασμένες, ώστε να «δένουν» μεταξύ τους, μόνο αν δεν υπάρχει συντακτικό λάθος στο πρόγραμμα (Resnick et al., 2003).

Η γλώσσα Scratch χρησιμοποιείται: σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων (Brown et al., 2008; Dongsoo et al., 2010; Calder & Taylor, 2010; Siever & Heeler, 2011) για την ανάπτυξη δεξιοτήτων τεχνολογίας λογισμικού (Sivilotti & Laugel, 2008), για την εισαγωγή μαθητών σε υψηλού επιπέδου γλώσσες προγραμματισμού, όπως η Java (Malan & Leitner, 2007), με τις οποίες οι αρχάριοι προγραμματιστές συνήθως αντιμετωπίζουν προβλήματα (Mc Cracken et al., 2001), για την εισαγωγή των σπουδαστών σε προχωρημένες έννοιες του προγραμματισμού (Wolz et al., 2009) και για τη διδασκαλία εργαστηριακών μαθημάτων φυσικής στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Δαπόντες, 2010).

Σχετικά με την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ κατά την υλοποίηση δραστηριοτήτων με το εργαλείο του Scratch, οι έρευνες βρίσκονται σε αρχικό στάδιο. Σε μία έρευνα του Fadjo (2012) που είχε ως επίκεντρο έννοιες της ΥΣ και το σχεδιασμό ενός ψηφιακού προϊόντος με το εργαλείο Scratch, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ενθάρρυνση του μαθητή και η χρήση του Scratch είχαν μια επίδραση στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων ΥΣ. Στην έρευνα συμμετείχαν 150 μαθητές ενός γυμνασίου στο New Hampshire, οι οποίοι προετοιμάστηκαν μέσα από 15 συνεδρίες, εργαζόμενοι ανά ζεύγη.

Υπολογιστική σκέψη

Η υπολογιστική σκέψη είναι ένας όρος που επινοήθηκε από τη Jannette Wing για να περιγράψει μία σειρά από δεξιότητες, σκέψεις, συνήθειες και προσεγγίσεις για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων. Αναφέρεται σε τρόπους αλγοριθμικής επίλυσης προβλημάτων και την απόκτηση τεχνολογικής ευχέρειας. Η ΥΣ είναι ένα είδος αναλυτικής σκέψης που συμμερίζεται πολλές ομοιότητες με τα Μαθηματικά, τη Μηχανική και την επιστημονική σκέψη. Επίσης, περιλαμβάνει την ικανότητα λογικής σε πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης, (Allan et al., 2010; Yadav et al., 2011).

Σύμφωνα με την Wing (2006), η ΥΣ περιλαμβάνει: (α) την αφαίρεση, (β) την αποδόμηση ενός μεγάλου προβλήματος, (γ) τον διαχωρισμό ενός προβλήματος σε πολλά μέρη, τα οποία αποτελούν ξεχωριστές δομές, (δ) την επιλογή κατάλληλης αναπαράστασης του προβλήματος ή τη μοντελοποίηση του.

Κατά τους Barr et al. (2011), η ΥΣ αποτελεί μία διαδικασία επίλυσης προβλήματος, η οποία περιλαμβάνει: (α) διατύπωση του προβλήματος με τρόπο που δίνει τη δυνατότητα χρήσης του υπολογιστή και άλλων εργαλείων προκειμένου να βρεθεί η επίλυση του, (β) λογική οργάνωση και ανάλυση δεδομένων, (γ) αναπαράσταση των δεδομένων μέσω αφαίρεσης, όπως μοντέλα και προσομοιώσεις, (δ) αυτοματοποίηση των λύσεων μέσω αλγοριθμικής σκέψης (μία σειρά από οργανωμένα βήματα), (ε) αναγνώριση, ανάλυση και εφαρμογή πιθανών λύσεων με στόχο την επίτευξη του πλέον αποδοτικού και αποτελεσματικού συνδυασμού των σταδίων και πηγών, (στ) γενίκευση και μεταφορά της διαδικασίας επίλυσης προβλήματος σε μία μεγάλη ποικιλία προβλημάτων.

Αξιολόγηση υπολογιστικής σκέψης

Η εύρεση ενός ενιαίου πλαισίου αξιολόγησης της ΥΣ δεν έχει επιτευχθεί και για το λόγο αυτό υπάρχει μικρή συμφωνία σχετικά με το τι στρατηγικές θα πρέπει να εφαρμοσθούν προκειμένου να αξιολογηθεί η ανάπτυξης της σε νέους ανθρώπους (Allan et al., 2010; Barr & Stephenson, 2011). Η δομή της ΥΣ δεν προσφέρεται για εκτιμήσεις μόνο μέσω ερωτηματολογίων, αλλά απαιτεί πιο ποιοτικές μετρήσεις. Οι περισσότερες στρατηγικές για την αξιολόγηση της ανάπτυξη των δεξιοτήτων ΥΣ ανάμεσα σε παιδιά, χρησιμοποιούν τα τελικά προϊόντα που αυτά έχουν προγραμματίσει (π.χ. παιχνίδια ή μοντέλα) ως ένδειξη για το υψηλότερο επίπεδο σκέψης τους (Denner et al., 2012).

Σχετικά με το εργαλείο του Scratch, οι Brennan και Resnick (2012) μέσα από ένα online σεμινάριο (webinar) που πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή χρηστών του Scratch από όλον τον κόσμο και τη μελέτη των δραστηριοτήτων τους, πρότειναν ένα πλαίσιο αξιολόγησης της ΥΣ. Το πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει:

1. Ανάλυση χαρτοφυλακίου (portfolio) του σχεδιαστή, με τη χρήση ενός εργαλείου «scrapetool», το οποίο δημιουργεί μια οπτική και χρωματική απεικόνιση των μπλοκ που χρησιμοποιούνται ή όχι σε κάθε έργο.
2. Συνεντεύξεις που βασίζονται στις δημιουργίες των νέων που ασχολούνται με το Scratch και των οποίων το πρωτόκολλο αποτελείται από ερωτήσεις για το υπόβαθρο του χρήστη σχετικά με αυτό, για το σχεδιασμό του έργου (project), για την σχέση τους με την online κοινότητα, και, τέλος, τις προτιμήσεις του σχεδιαστή όσον αφορά την τεχνολογία και το Scratch.
3. Ανάλυση και επέκταση σεναρίου μέσα σε σχολική τάξη. Δίνονται έτοιμα σενάρια στο Scratch και οι μαθητές καλούνται να εξηγήσουν τί κάνει το κάθε έργο, πώς θα μπορούσε να επεκταθεί, να διακρίνουν ένα σφάλμα, να το διορθώσουν και να διασκευάσουν το έργο, προσθέτοντας επιπλέον χαρακτηριστικά.

Έρευνα

Παρά το γεγονός ότι η ΥΣ είναι μια έννοια που έχει λάβει ιδιαίτερη προσοχή κατά τα τελευταία χρόνια, η βιβλιογραφία σχετικά με την εφαρμογή της ΥΣ σε ηλικίες Κ - 12 εξακολουθεί να βρίσκεται σε αρχικό στάδιο (Yadav et al., 2011).

Οι Lu και Fletcher (2009), υποστηρίζουν ότι η διδασκαλία της ΥΣ πρέπει να επικεντρωθεί στη θέσπιση γλωσσών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σχολιασμό και την περιγραφή των εννοιών της ΥΣ

Στη μελέτη μας, προκειμένου να διερευνηθεί η συμβολή του εκπαιδευτικού εργαλείου Scratch για την υποστήριξη της ανάπτυξης δεξιοτήτων ΥΣ σε μαθητές γυμνασίου, προτείνουμε το παρακάτω μοντέλο το οποίο εστιάζει στις έννοιες:

1. Αφαίρεση: η διαδικασία απόσυρσης των λεπτομερειών για την απλοποίηση ενός προβλήματος και η αναγνώριση της κοινής συμπεριφοράς ή των κοινών ενεργειών. (Kramer, 2007; Koppelman et al, 2010)
2. Γενίκευση: η μεταβίβαση της διαδικασίας επίλυσης ενός προβλήματος σε μια ευρεία ποικιλία προβλημάτων (Barr et al., 2011)
3. Αλγόριθμος: η καταγραφή οδηγιών βήμα προς βήμα, συγκεκριμένες και ξεκάθαρες για την διεξαγωγή μιας διαδικασίας. (Howland et al, 2009)
4. Διαδικασία: η χρήση διαδικασιών για την ενσωμάτωση μιας σειράς συχνά επαναλαμβανόμενων εντολών που εκτελούν μια συγκεκριμένη λειτουργία. (Barr et al., 2011)

5. Τμηματοποίηση: η διαδικασία της διάσπασης προβλημάτων σε μικρότερα τμήματα τα οποία είναι ευκολότερο να επιλυθούν. (Wing, 2006; Howland et al., 2009)

Για την υποστήριξη της καθοδήγησης των εννοιών της ΥΣ ακολουθήθηκαν οι παρακάτω προτροπές στα φύλλα εργασίας:

1. Αφαίρεση: (1) διαχωρίστε τις σημαντικές από τις περιττές πληροφορίες, (2) αναλύστε και προσδιορίστε τις κοινές ενέργειες ή τις κοινές προγραμματιστικές δομές.
2. Γενίκευση: προτείνετε μια γενικότερη λύση η οποία θα καλύπτει περισσότερο όλες τις δυνατές περιπτώσεις.
3. Αλγόριθμος: γράψτε βήμα προς βήμα, τα στάδια για την επίλυση του προβλήματος με σαφήνεια.
4. Διαδικασία: δημιουργήστε ανεξάρτητα τμήματα κώδικα, τα οποία εκτελούν μία συγκεκριμένη λειτουργία, και τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο ίδιο ή σε διαφορετικά προβλήματα.
5. Τμηματοποίηση: διαχωρίστε τα προβλήματα σε μικρότερα/επιμέρους προβλήματα τα οποία είναι πιο εύκολο να επιλυθούν.

Μέθοδος

Στην έρευνα μας, οι μαθητές που συμμετείχαν χωρίστηκαν σε ομάδες των δύο ατόμων με δική τους επιλογή. Κάθε μέλος αναλαμβάνει έναν ρόλο, αυτόν του αναλυτή ή του προγραμματιστή οι οποίοι εναλλάσσονται σε κάθε δραστηριότητα. Κατά την εισαγωγική συνεδρία, γίνεται μια παρουσίαση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Scratch και δίνεται ένα αρχικό ερωτηματολόγιο για τη σκιαγράφηση του προφίλ των μαθητών σχετικά με το κίνητρο τους να ασχοληθούν με αυτό, την εμπειρία τους σε εκπαιδευτικά εργαλεία και τον προγραμματισμό.

Στις συνεδρίες που ακολουθούν, οι οποίες έχουν ως στόχο την εξοικείωση των μαθητών με το περιβάλλον του Scratch και την αφομοίωση των εννοιών της ΥΣ, δίνονται φύλλα εργασίας στα οποία υπάρχει καθοδήγηση για την υλοποίηση δραστηριοτήτων κλιμακούμενης δυσκολίας. Για την αποδοτικότερη καθοδήγηση των μελών της ομάδας εφαρμόσθηκε σεναριογραφημένη συνεργασία με τη χρήση γνωστικών ρόλων (αναλυτής, προγραμματιστής) (Morris et al., 2010). Κατά τη διάρκεια των συνεδριών δίνονται ερωτηματολόγια (κουίζ) για να διερευνηθεί αν οι μαθητές κατανόησαν τις έννοιες της ΥΣ και ο ρόλος των εκπαιδευτικών είναι υποστηρικτικός και καθοδηγητικός. Για την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής μας προσέγγισης, μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων, δίνεται (α) τελικό ερωτηματολόγιο για την καταγραφή των απόψεων των μαθητών σχετικά με τη διαδικασία και τα οφέλη που αποκόμισαν και (β) οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν ατομικά ένα σύνθετο πρόβλημα και να απαντήσουν σε συνέντευξη σχετικά με τη διαδικασία των δραστηριοτήτων.

Συλλογή δεδομένων

Για τη συλλογή δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε ποσοτική και ποιοτική μεθοδολογία αξιολόγησης. Τα παρακάτω εργαλεία αξιολόγησης επικεντρώνονται σε 5 άξονες που αφορούν: (1) την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ, (2) την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος, (3) τη συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας, (4) την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού και (5) την εκμάθηση του εκπαιδευτικού εργαλείου Scratch.

Τα ποσοτικά αποτελέσματα προέκυψαν από: (α) ένα αρχικό και ένα τελικό ερωτηματολόγιο 5-βαθμού κλίμακας Likert, (β) ερωτηματολόγια (κουίζ) που δίνονται κατά τη διάρκεια των συνεδριών, τα οποία περιέχουν προβλήματα, προκειμένου να διερευνηθεί η

κατανόηση και η αφομοίωση των εννοιών ΥΣ, (γ) τη συνέντευξη, κατά την οποία δίνεται ένα πρόβλημα και ζητείται από τους μαθητές να περιγράψουν τη διαδικασία που ακολούθησαν για την επίλυση του, λέγοντας τις σκέψεις τους σύμφωνα με την τεχνική think aloud (Meichenbaum et al., 1985). Σε περίπτωση που οι μαθητές δεν δίνουν τις αναμενόμενες απαντήσεις, υπάρχει παρέμβαση από την πλευρά του εκπαιδευτικού μέσω ερωτήσεων, προκειμένου να διαπιστωθεί αν οι μαθητές γνωρίζουν και έχουν κατανοήσει τις έννοιες της ΥΣ, τις οποίες διερευνούμε στο συγκεκριμένο πρόβλημα. Προκειμένου να μη μεταφέρονται οι απαντήσεις από τον έναν μαθητή στον άλλο, δημιουργήθηκε μία λίστα προβλημάτων ίδιου επιπέδου δυσκολίας. Η αξιολόγηση των ερωτηματολογίων (κουίζ) καθώς και του προβλήματος που δίνεται στη συνέντευξη γίνεται με τη χρήση διαβαθμισμένων κριτηρίων αξιολόγησης (ρουμπρίκας) 4-βάθμιας κλίμακας, τα οποία δημιουργήσαμε με άξονες τις έννοιες του υπολογιστικού μοντέλου και της επίλυσης προβλήματος.

Τα ποιοτικά αποτελέσματα εξήχθησαν από: (α) την καταγραφή των παρατηρήσεων κατά τη διάρκεια των συνεδριών από τον εκπαιδευτικό σε δομημένο έντυπο και (β) τη συνέντευξη ερωτήσεων ανοιχτού τύπου προκειμένου να καταγραφούν οι απόψεις των μαθητών. Στις απαντήσεις που συγκεντρώθηκαν πραγματοποιήθηκε ανάλυση περιεχομένου για την καταγραφή των απόψεων.

Έρευνα1

Συμμετέχοντες

Στην πρώτη έρευνα οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες έλαβαν χώρα στο 3ο Γυμνάσιο Ανατολικής Θεσσαλονίκης όπου συμμετείχαν 64 μαθητές (26 αγόρια και 38 κορίτσια).

Υλοποίηση

Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκαν συνολικά 16 ωριαίες συνεδρίες.

Στην πρώτη συνεδρία πραγματοποιήθηκε μία παρουσίαση του εκπαιδευτικού εργαλείου Scratch σχετικά με τις δυνατότητες του, την online κοινότητα του προγράμματος και των ποικίλων έτοιμων έργων που είναι διαθέσιμα σ' αυτή.

Στη δεύτερη συνεδρία δόθηκε στους μαθητές το αρχικό ερωτηματολόγιο, καθώς και δύο δραστηριότητες προς επίλυση που αφορούσαν τη διερεύνηση των δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος των μαθητών.

Από την τρίτη έως την πέμπτη συνεδρία δόθηκαν φύλλα εργασίας που στόχο είχαν την εξοικείωση των μαθητών με το περιβάλλον, τα συστατικά του προγράμματος και με εντολές από την παλέτα κίνησης, πένας, ήχου και ελέγχου.

Από την έκτη συνεδρία έως την όγδοη δόθηκαν φύλλα εργασίας, στα οποίο οι μαθητές ασχολήθηκαν με δραστηριότητες που περιείχαν δομές επιλογής και επανάληψης, εντολές από την παλέτα όψεις, αισθητήρες και τελεστές.

Στην ένατη συνεδρία δόθηκε στους μαθητές το πρώτο ατομικό ερωτηματολόγιο (κουίζ), το οποίο περιείχε δύο προβλήματα στα οποία καλούνταν αξιολογήσουν τη λύση που δόθηκε για το πρώτο, να λύσουν το δεύτερο και να εντοπίσουν σ' αυτά έννοιες της ΥΣ που είχαν διδαχτεί.

Από την δέκατη έως την δέκατη πέμπτη συνεδρία έγινε μία επανάληψη των δομών που είχαν διδαχτεί και εισαγωγή στις εμφωλευμένες δομές επιλογής. Οι δραστηριότητες που δόθηκαν είναι πιο σύνθετες και αφορούσαν το «χτίσιμο» ενός παιχνιδιού με θέμα την

ανακύκλωση ώστε οι μαθητές να συνδυάσουν τις γνώσεις που αποκόμισαν από την όλη εκπαιδευτική διαδικασία.

Στην δέκατη έκτη συνεδρία δόθηκε το δεύτερο ατομικό ερωτηματολόγιο (κουίζ), στο οποίο έπρεπε να λύσουν δύο προβλήματα των οποίων οι λύσεις δίνονταν αλλά ήταν ελλιπείς και λανθασμένες, να εντοπίσουν την κοινή προγραμματιστική δομή και το σύνολο εντολών που επιτελούν μία συγκεκριμένη λειτουργία ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, να προτείνουν μία γενική λύση, να τα χωρίσουν σε υποπροβλήματα και να δώσουν με σαφήνεια τα βήματα επίλυσης τους.

Τέλος, ακολούθησε η διαδικασία της αξιολόγησης με το τελικό ερωτηματολόγιο και την συνέντευξη.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων των δύο ερωτηματολογίων έδειξε ότι οι μέσοι όροι των ερωτηματολογίων, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 1, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά, που σημαίνει ότι οι μαθητές εξοικειώθηκαν με τις έννοιες της ΥΣ.

Πίνακας 1. Ερωτηματολόγιο 1- Ερωτηματολόγιο 2

Έρευνα 1	Ερωτηματολόγιο 1	Ερωτηματολόγιο 2	Statistics t-test
Scratch	M=13.98, SD=3,23	M=16.13, SD=2,39	T(64)=-6.91, p=0.000

Τα αποτελέσματα της ρουμπρίκας με την οποία αναλύθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών για το τελικό πρόβλημα και τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 2, έδειξαν ότι οι περισσότεροι μαθητές κατανόησαν την έννοια του αλγορίθμου (M=3,14) και την έννοια της διαδικασίας (M=3,18). Επίσης, πολλοί ήταν και οι μαθητές που αφομοίωσαν την έννοια της αφαίρεσης (M=3,07). Ωστόσο, οι έννοιες που δυσκόλεψαν τους περισσότερους μαθητές ήταν η έννοια της γενίκευσης (M=2,82) και της τμηματοποίησης (M=2,87). Επίσης, μικρό ήταν το ποσοστό των μαθητών (M=2,67) που εξοικειώθηκαν και ενσωμάτωσαν τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος όπως φαίνεται από τον πίνακα 3.

Πίνακας 2. Πρόβλημα Συνέντευξης – Έννοιες ΥΣ

Έννοια ΥΣ	Mean	St. Devation
Αφαίρεση	3,07	0,72
Γενίκευση	2,82	0,82
Τμηματοποίηση	2,87	0,89
Διαδικασία	3,18	0,81
Αλγόριθμος	3,14	0,59

Πίνακας 3. Τελικό Πρόβλημα – Επίλυση προβλήματος

Έννοια	Mean	St. Devation
Επίλυση προβλήματος	2,67	0,73

Από το έντυπο παρατήρησης διαπιστώθηκε ότι στις περισσότερες ομάδες οι μαθητές εκτελούσαν τους προτεινόμενους ρόλους χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα. Ωστόσο, υπήρχαν και ομάδες οι οποίες δεν καταλάβαιναν πλήρως τον τρόπο με τον οποίο έπρεπε να συνεργαστούν και χρειάζονταν συνεχή καθοδήγηση και παρότρυνση. Επιπλέον, ως προς το εργαλείο του Scratch υπήρχαν μαθητές που δεν ήθελαν να ακολουθήσουν τα φύλλα εργασίας αλλά να δημιουργήσουν δικά τους έργα. Το Scratch κέντρισε το ενδιαφέρον των μαθητών καθώς οι περισσότεροι το αντιμετώπισαν σαν παιχνίδι και σαν ένα ευχάριστο περιβάλλον μέσω του οποίου, μπορούν να μάθουν προγραμματισμό. Σχετικά με τις έννοιες της ΥΣ οι μαθητές στην αρχή δυσκολεύτηκαν αλλά έδειξαν να εξοικειώνονται γρήγορα.

Από την ανάλυση περιεχομένου των συνεντεύξεων αξίζει να σημειωθεί ότι στον άξονα της υπολογιστικής σκέψης οι περισσότεροι μαθητές δήλωσαν ότι τους φάνηκε πολύ χρήσιμη η έννοια της τμηματοποίησης, γιατί τους βοηθά να λύσουν το πρόβλημα πιο εύκολα και γρήγορα, αν και όπως δήλωσαν πολλοί, «Θα πρέπει πρώτα να συνηθίσω να σκέφτομαι μ' αυτόν τον τρόπο». Επίσης, σχετικά με την έννοια της γενίκευσης, οι μαθητές δυσκολεύτηκαν αρκετά να προτείνουν πιο γενικές λύσεις για τα προβλήματα που τους δίνονταν. Σχετικά με την έννοια της αφαίρεσης, αρκετοί κατάφεραν να εντοπίσουν την κοινή προγραμματιστική δομή και έννοια που κρυβόταν στα προβλήματα. Η έννοια της διαδικασίας που αφορά την επαναχρησιμοποίηση κώδικα δεν τους δυσκόλεψε ιδιαίτερα. Τέλος, οι περισσότεροι μαθητές δεν ήθελαν να περιγράψουν τον αλγόριθμο με σαφήνεια, γιατί, όπως χαρακτηριστικά δήλωσαν πολλοί, «Θεωρώ ότι δε χρειάζεται να γράψω τα βήματα εφόσον τα εφαρμόζω στο πρόγραμμα». Σχετικά με τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος πολλοί δήλωσαν ότι, αν εξοικειωθούν μ' αυτή, θα τους βοηθά να λύνουν τα προβλήματα με περισσότερη σιγουριά και να τη χρησιμοποιούν και σε άλλα μαθήματα, όπως τα Μαθηματικά και τη Φυσική. Συγκεκριμένα, μια μαθήτρια δήλωσε «Τα βήματα με βοήθησαν να σκέφτομαι διαφορετικά και να λύνω πιο εύκολα τα προβλήματα». Όσον αφορά τη συνεργασία, η πλειονότητα των μαθητών δήλωσε ότι προτιμά το ρόλο του προγραμματιστή και πολλοί ήταν αυτοί που δήλωσαν ότι τους άρεσε η συνεργασία, καθώς νιώθουν μεγαλύτερη σιγουριά όταν εργάζονται σε ομάδες. Τέλος, σχετικά με τον προγραμματισμό, οι περισσότεροι μαθητές εξοικειώθηκαν με τις βασικές προγραμματιστικές δομές και μάλιστα αρκετοί δήλωσαν ότι θα ήθελαν να συνεχίσουν την ενασχόληση τους με τον προγραμματισμό μετά την εμπειρία τους με το Scratch.

Έρευνα2

Συμμετέχοντες

Η δεύτερη έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Πειραματικό Γυμνάσιο Θεσσαλονίκης όπου συμμετείχαν 24 μαθητές (11 αγόρια και 13 κορίτσια).

Υλοποίηση

Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκαν συνολικά 4 δίωρες συνεδρίες. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η ίδια με την πρώτη έρευνα, με τη διαφορά ότι σε αυτήν υπήρξε αναλυτικότερη επεξήγηση των εννοιών της ΥΣ πριν την εισαγωγή των μαθητών στα φύλλα εργασίας. Στους μαθητές που συμμετείχαν είχε γίνει παρουσίαση του εργαλείου Scratch από τον εκπαιδευτικό της τάξης.

Στην πρώτη συνεδρία δόθηκε το πρώτο φύλλο εργασίας, όπου οι μαθητές ασχολήθηκαν με δραστηριότητες που περιείχαν εντολές κίνησης και εντολές από την παλέτα όψεων.

Στην δεύτερη συνεδρία δόθηκε φύλλο εργασίας, στο οποίο οι μαθητές κλήθηκαν να «χτίσουν» σταδιακά ένα παιχνίδι με θέμα την ανακύκλωση και εστίαζε σε δομές επιλογής και επανάληψης.

Στην τρίτη συνεδρία οι μαθητές μαθαίνουν εντολές από την παλέτα, όψεις, αισθητήρες και τελεστές. Στο φύλλο εργασίας που δόθηκε οι μαθητές μπορούσαν να προτείνουν νέους ρόλους και να υλοποιήσουν τις δικές τους ιδέες και προτάσεις για την ολοκλήρωση του παιχνιδιού. Επίσης, δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο (κουίζ), το οποίο περιείχε εκφωνήσεις αυθεντικών προβλημάτων με ερωτήσεις που αντιστοιχούσαν σε έννοιες της ΥΣ που είχαν διδαχτεί. Σε περίπτωση που έδιναν σωστή απάντηση βαθμολογούνταν με ένα, ενώ σε περίπτωση λανθασμένης απάντησης με μηδέν. Στην τέταρτη συνεδρία δόθηκε φύλλο εργασίας, στο οποίο οι μαθητές μαθαίνουν την έννοια των μεταβλητών ενσωματώνοντας την στην δραστηριότητα με το παιχνίδι ανακύκλωσης, κάνοντας το πιο σύνθετο.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Όπως προκύπτει από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων μέσω της ρουμπρίκας για το τελικό πρόβλημα σύμφωνα με τον πίνακα 4, οι περισσότεροι μαθητές κατανόησαν σχεδόν όλες τις έννοιες ΥΣ. Πιο συγκεκριμένα, την έννοια της διαδικασίας την κατανόησαν οι περισσότεροι μαθητές (M=3,58), την έννοια της τμηματοποίησης προβλήματος επίσης πολλοί (M=3,45), όπως την έννοια του αλγορίθμου (M=3,35) και της γενίκευσης (M=3,33). Λιγότερο αφομοίωσαν την έννοια της αφαίρεσης (M=3,20). Τέλος, μικρό ήταν το ποσοστό των μαθητών (M=2,95) που αφομοίωσε τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος όπως δίνεται από τον πίνακα 5.

Πίνακας 4. Τελικό Πρόβλημα – Έννοιες ΥΣ

Έννοια ΥΣ	Mean	St. Devation
Αφαίρεση	3,20	0,70
Γενίκευση	3,33	1,01
Τμηματοποίηση	3,45	0,83
Διαδικασία	3,58	0,50
Αλγόριθμος	3,35	0,60

Πίνακας 5. Πρόβλημα Συνέντευξης – Επίλυση προβλήματος

Έννοια	Mean	St. Devation
Επίλυση προβλήματος	2,95	0,75

Από το ερωτηματολόγιο (κουίζ) προκύπτει ότι το ποσοστό των μαθητών που κατανόησαν την έννοια του αρθρώματος ήταν 79%, σχεδόν όλοι οι μαθητές, το 92%, κατανόησε την έννοια της γενίκευσης, την έννοια του αλγορίθμου επίσης την κατανόησε μεγάλο ποσοστό των μαθητών, 88% και την έννοια του διαχωρισμού την κατανόησε το 79% των μαθητών. Ωστόσο, η πλειοψηφία των μαθητών δεν κατανόησε την έννοια της αφαίρεσης, σε ποσοστό 76%. Από τις παρατηρήσεις διαπιστώθηκε ότι στις περισσότερες ομάδες οι μαθητές συνεργάζονταν χωρίς να αντιμετωπίζουν κάποιο πρόβλημα. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι μαθητές που είχαν λιγότερη αυτοπεποίθηση λαμβάνοντας τους ρόλους στην ομάδα, έδειξαν

ικανοποιημένοι και ευχαριστημένοι, αφού ένιωθαν ότι προσέφεραν σε αυτήν κάτι σημαντικό.

Από την ανάλυση περιεχομένου των συνεντεύξεων αξίζει να σημειωθεί ότι, στον άξονα της υπολογιστικής σκέψης, οι περισσότεροι μαθητές δήλωσαν ότι τους φάνηκε πολύ χρήσιμη η έννοια της τμηματοποίησης γιατί τους βοηθά να λύσουν το πρόβλημα πιο εύκολα και γρήγορα. Ακόμα, η έννοια της διαδικασίας τους φάνηκε πολύ χρήσιμη γιατί, όπως επεσήμαναν, τους βοηθά να υλοποιούν το έργο στο Scratch πιο γρήγορα. Επίσης, σχετικά με την έννοια της γενίκευσης, οι μαθητές αφομοίωσαν την έννοια από πολύ νωρίς καθώς έδιναν ενδιαφέρουσες γενικεύσεις στα προβλήματα που τους δίνονταν. Ωστόσο, δε συνέβη το ίδιο με την έννοια της αφαίρεσης, την οποία η πλειονότητα των μαθητών δεν κατάφεραν να την κατανοήσουν πλήρως. Σχετικά με την έννοια του αλγορίθμου δήλωσαν ότι θεωρούν άσκοπο να διατυπώνουν τα βήματα της άσκησης, εφόσον τα υλοποιούν. Τέλος, οι μαθητές δήλωσαν ότι η διαδικασία επίλυσης προβλήματος τους βοήθησε στο να λύνουν τα προβλήματα με περισσότερη σιγουριά και ότι τη χρησιμοποιούν και σε άλλα μαθήματα όπως τα Μαθηματικά και τη Φυσική. Συγκεκριμένα, ένας μαθητής δήλωσε «Η διαδικασία αυτή με βοηθά να σκέφτομαι πιο τακτοποιημένα και να νιώθω πιο σίγουρος όταν λύνω προβλήματα». Σχετικά με τον άξονα της συνεργασίας, όλοι οι μαθητές δήλωσαν ικανοποιημένοι, χαρακτηριστικά, ένας μαθητής δήλωσε ότι «Η συνεργασία και οι ρόλοι με κάνουν να νιώθω πιο σίγουρος για τον εαυτό μου και τη σκέψη μου». Τέλος, όσον αφορά το εργαλείο του Scratch, οι περισσότεροι μαθητές δήλωσαν ότι επιθυμούν να συνεχίσουν την ενασχόληση τους μ' αυτό γιατί είναι ένας εύκολος τρόπος να μάθουν να προγραμματίζουν.

Συμπεράσματα

Σε αυτό το άρθρο εξετάσαμε αν οι καθοδηγούμενες δραστηριότητες με το εκπαιδευτικό εργαλείο Scratch, οι οποίες βασίζονται στο προτεινόμενο υπολογιστικό μας μοντέλο, υποστηρίζουν την ανάπτυξη των δεξιοτήτων ΥΣ και τις δεξιότητες επίλυσης προβλήματος. Οι έννοιες του προτεινόμενου υπολογιστικού μας μοντέλου είναι: η αφαίρεση, η γενίκευση, ο αλγόριθμος, η διαδικασία και η τμηματοποίηση, οι οποίες συναντώνται σε άρθρα που πραγματεύονται την έννοια της ΥΣ σύμφωνα με τους Barr. Howland, Kramer, Koppelman, Wing, Yadav κ.ά. Με βάση τα αποτελέσματα της ρουμπρίκας, η οποία εφαρμόστηκε στα ερωτηματολόγια (κουίζ) και στο τελικό πρόβλημα, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές ανάπτυξαν δεξιότητες ΥΣ σε ικανοποιητικό βαθμό. Από τις δηλώσεις των μαθητών στις συνεντεύξεις διαφαίνεται ότι η εμπειρία των δραστηριοτήτων τους ικανοποίησε στο σύνολο της. Ωστόσο, απαιτούνται περισσότερες συνεδρίες και εμπλοκή με πολύπλοκα αυθεντικά προβλήματα για την υποστήριξη της ανάπτυξης των δεξιοτήτων ΥΣ. Μελλοντικός μας στόχος είναι (α) η βελτίωση των φύλλων εργασίας με περισσότερο στοχευμένες δραστηριότητες για την καθοδήγηση και υποστήριξη των μαθητών στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων της ΥΣ, και (β) η εκτενέστερη έρευνα σχετικά με τον τρόπο αξιολόγησης της ΥΣ.

Αναφορές

Allan, W., Coulter, B., Denner, J., Erickson, J., Lee, I., Malyn-Smith, J., Martin, F. (2010). *Computational thinking for youth. White Paper for the ITEST Small Working Group on Computational Thinking* (CT).

Barr, D., Harrison, J. & Conery, L. (2011). *Computational thinking: a digital age skill for everyone*. ISTE (International Society for Technology in Education) Retrieved10 January 2014 from "A Digital Age"

Barr, V., Stephenson, C. (2011). Computational thinking to K-12 : what is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads, 2(1),* pp. 48–54.

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

Brown, Q., Mongan, W., Garbarine, E., Kusic, D., Fromm, E. & Fontecchio, A. (2008). Computer aided instruction as a vehicle for problem solving: Scratch programming environment in the middle years classroom. *Proceedings of the American Society for Engineering Education.*

Calder&Taylor (2010). Scratching below the surface: mathematics through an alternative digital lens?. Shaping the future of mathematics education: *Proceedings of the 33rd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia. Fremantle*. Retrieved 10 January 2014 http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED520871.pdf

Denner, J., Werner, L., & Ortiz, E. (2012). Computer games created by middle school girls: can they be used to measure understanding of computer science concepts? *Communications of the ACM 58 (1),* 240-249.

Dongsoo, N., Yungsik, K.&Taewook L., (2010). The Effects of Scaffolding-Based Courseware for The Scratch Programming Learning on Student Problem Solving Skill, *Proceedings of the 18th International Conference on Computers in Education. Putrajaya, Malaysia: Asia-Pacific Society for Computers in Education.*

Fadjo, C., L., (2012). *Developing computational thinking through grounded embodied cognition* (Doctoral dissertation, Columbia University). Retrieved 10 January 2014 from http://academiccommons.columbia.edu/item/ac:146732

Guzdial, M., (2008). Paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM.* 51(8), 25–27

Howland, K., Good, J., Nicholson, K., (2009). Language-based support for computational thinking *Proceedings of the 2009 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing* (pp.147-150).

Kramer, J., (2007). Is abstraction the key to computing? *Communications of the ACM.* 50(4), 36–42.

Koppelman, H., Dijk, van B., (2010). Teaching Abstraction in Introductory Courses. *Proceedings of the fifteenth annual conference on Innovation and technology in computer science education* pp.174-178.

Lu, J., & Fletcher, G. (2009). Thinking about computational thinking. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(1), 260–264.

Malan, D., & Leitner, H., (2007). Scratch for Budding Computer Scientists. *The Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education* (pp.223–227).

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

Meichenbaum, D., Burland, S., Gruson, L. & Cameron, R. (1985). Metacognitive assessment. In S.R. Yussen, (ed.), *The growth of reflection in children* (pp. 3–27). NY: Academic Press.

Morris, R., Hadwin, A.F., Gress, C.L.Z., Miller, M., Fior, M., Church, H. & Winne, P.H., (2010). Designing roles, scripts, and prompts to support CSCL in Study. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 815-824.

Resnick, M., Kafai, Y., Maeda, J. (2003). *A Networked, Media-Rich Programming Environment to Enhance Technological Fluency at After-School Centers in Economically-Disadvantaged Communities.* s.l.: Proposal to National Science Foundation

Siever, W., Heeler, L. & Heeler, P. (2011). Multi-step problem solving using Scratch: a preliminary report. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 26 (5)

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

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

Wing, J. M., (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions of the royal society. Series A* 366(1881), 3717–3725.

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

Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2011) : Introducing computational thinking in education courses. *The Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education,* (pp.465–470).

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