

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2013)

3ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»



Διερεύνηση της μάθησης εννοιών προγραμματισμού με το Scratch από μαθητές Ε' και ΣΤ' δημοτικού με βάση μια μεικτή ταξινόμια Bloom και SOLO

Κ. Κατσούλας, Σ. Κατσούλας, Χ. Κατσούλας

Βιβλιογραφική αναφορά:

Κατσούλας Κ., Κατσούλας Σ., & Κατσούλας Χ. (2022). Διερεύνηση της μάθησης εννοιών προγραμματισμού με το Scratch από μαθητές Ε' και ΣΤ' δημοτικού με βάση μια μεικτή ταξινόμια Bloom και SOLO. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση, 1*, 153-160. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4454>

Διερεύνηση της μάθησης εννοιών προγραμματισμού με το Scratch από μαθητές Ε' και ΣΤ' δημοτικού με βάση μια μεικτή ταξινόμια Bloom και SOLO

Κ. Κατσούλας¹, Σ. Κατσούλας², Χ. Κατσούλας³

Εκπαιδευτικοί ΠΕ19, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση,

¹ kwstaskats@yahoo.gr, ² statkats@gmail.com, ³ xristoskatsoulas@yahoo.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφουμε το σχεδιασμό, την υλοποίηση και τα αποτελέσματα μιας δεκάωρης ερευνητικής παρέμβασης (post-test only design), σε 78 μαθητές Ε' και ΣΤ' Δημοτικού, με σκοπό την αξιοποίηση του Scratch στο μάθημα ΤΠΕ για τη μάθηση των προγραμματιστικών εννοιών: δομή ακολουθίας, αρχικοποίηση, παράλληλη εκτέλεση γεγονότων και επικοινωνία/ συγχρονισμός με μηνύματα. Για να διαπιστώσουμε σε ποιο γνωστικό επίπεδο είναι εφικτό οι μαθητές αυτής της ηλικίας να μάθουν τις παραπάνω έννοιες, αξιοποιήσαμε από τη διεθνή βιβλιογραφία μια μεικτή ταξινόμια Bloom και SOLO. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές (α) έμαθαν πολύ ικανοποιητικά την επικοινωνία με μηνύματα και τη δομή ακολουθίας και σχετικά ικανοποιητικά τα γεγονότα, (β) τα κατάφεραν καλύτερα στην αξιοποίηση των εννοιών για τη δημιουργία σεναρίων παρά στην κατανόηση των εννοιών.

Λέξεις κλειδιά: έννοιες προγραμματισμού, ταξινόμια Bloom, ταξινόμια SOLO.

1. Εισαγωγή

Τελευταία προωθείται η αντίληψη ότι οι ενεργοί πολίτες πρέπει να είναι όχι μόνο χρήστες νέων τεχνολογιών αλλά και δημιουργοί ψηφιακού περιεχομένου. Βασική ικανότητα γι' αυτό είναι ο προγραμματισμός υπολογιστών (Resnick et al., 2009), ο οποίος για το λόγο αυτό εμφανίζεται ως γνωστικό αντικείμενο στα προγράμματα σπουδών όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης. Έτσι στο νέο πρόγραμμα σπουδών (ΠΣ) του μαθήματος ΤΠΕ για τα Δημοτικά Σχολεία του ΕΑΕΠ (ΥΠΔΒΜΘ, 2011) η ενότητα «Προγραμματίζω τον υπολογιστή», για τις τάξεις Ε' και ΣΤ', εμπλούτισε την ενότητα «Προγραμματίζω και ελέγχω» του προηγούμενου ΠΣ. Οι διαφορές είναι ουσιώδεις: Για πρώτη φορά προτείνονται ώρες διδασκαλίας της ενότητας, δέκα και δώδεκα για τις Ε' και ΣΤ' αντίστοιχα, και προγραμματιστικά περιβάλλοντα, όπως το Scratch. Επίσης, αναφέρονται ως βασικά θέματα συγκεκριμένες έννοιες, όπως τα γεγονότα (τάξεις Ε' και ΣΤ'), η δομή επανάληψης και οι διαδικασίες (τάξη ΣΤ'), και η μάθησή τους θεωρείται προσδοκώμενο μαθησιακό αποτέλεσμα.

Το Scratch βασίζεται στη δημιουργία σεναρίων με χρήση των βασικών δομών που συναντώνται σε όλες τις γλώσσες προγραμματισμού και με στοιχεία πολυνηματικού

Α. Λαδιάς, Α. Μικρόπουλος, Χ. Παναγιωτακόπουλος, Φ. Παρασκευά, Π. Πιντέλας, Π. Πολίτης, Σ. Ρετάλης, Δ. Σάμψων, Ν. Φαχαντίδης, Α. Χαλκίδης (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ), Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς, 10-12 Μαΐου 2013

και οδηγούμενου από γεγονότα προγραμματισμού (Φεσάκης & Σεραφεΐμ, 2009). Έχει αναγνωρισμένη αξία στη διδασκαλία προγραμματιστικών εννοιών και λόγω του γραφικού περιβάλλοντος κινητοποιεί το ενδιαφέρον των μικρών μαθητών ενώ, από την άλλη, οι δυσκολίες στη μάθηση του προγραμματισμού μειώνουν την αυτοεκτίμηση των μαθητών για την ικανότητα περαιτέρω σπουδών τους στην Επιστήμη των Υπολογιστών (Meerbaum-Salant, Armoni & Ben-Ari, 2010). Με το σκεπτικό ότι η μάθηση εννοιών με το Scratch μπορεί να διευκολύνει τη μάθηση του προγραμματισμού σε ανώτερες βαθμίδες εκπαίδευσης και δεδομένου ότι το νέο ΠΣ του μαθήματος ΤΠΕ στο δημοτικό προωθεί τη διδασκαλία προγραμματισμού, αξίζει να ερευνηθούν ποιες έννοιες μπορούν να μάθουν εύκολα οι μαθητές δημοτικού με το Scratch και με ποια μεθοδολογία, εντός του προτεινόμενου χρόνου διδασκαλίας.

2. Θεωρητικό υπόβαθρο

Μελετώντας τις εργασίες που έχουν δημοσιευθεί για το Scratch στα Πανελλήνια Συνέδρια των ενώσεων ΕΤΠΕ και ΠΕΚΑΠ μεταξύ 2008 και 2012, διαπιστώσαμε ότι η ελληνική εκπαιδευτική κοινότητα το αξιοποιεί κυρίως ως περιβάλλον δημιουργίας στα διαθεματικά πλαίσια (Κατσούλας, 2012), παρότι αναγνωρίζεται η αξία του στη διδασκαλία των εννοιών *μηνύματα, μεταβλητές, γεγονότα, δομές ακολουθίας, επιλογής και επανάληψης*. Ενδιαφέρουσες μεθοδολογίες για τη μάθηση συγκεκριμένων εννοιών είναι η μέτρηση του πλήθους των εννοιών που χρησιμοποιήθηκαν σε έργα στο Scratch (Φεσάκης & Σεραφεΐμ, 2009; Σαρημπαλίδης, 2012) και ο σχεδιασμός της έρευνας με επαναληπτικό χαρακτήρα (Νικολός & Κόμης, 2010).

Στη διεθνή βιβλιογραφία οι Meerbaum-Salant et al. (2010) αξιοποίησαν το Scratch για να ερευνήσουν τη μάθηση των εννοιών *αρχικοποίηση, δομή επανάληψης, επικοινωνία με μηνύματα, μεταβλητές και παράλληλη εκτέλεση γεγονότων* σε 46 μαθητές τάξης αντίστοιχης της Γ' Γυμνασίου, συνδυάζοντας την αναθεωρημένη ταξινομία γνωστικών στόχων του Bloom *θυμάμαι, κατανοώ, εφαρμόζω, αναλύω, αξιολογώ, δημιουργώ* (Krathwohl, 2002) με την ταξινομία μαθησιακών αποτελεσμάτων SOLO *χωρίς δομή, μονοδομικά, πολυδομικά, σχεσιακά, αφαιρετικά* (Biggs & Collis, 1982). Από το καρτεσιανό γινόμενο των δύο συνόλων προκύπτουν τριάντα κατηγορίες αλλά οι Meerbaum-Salant et al. (2010) έκριναν ως χρήσιμες τις: *(1) κατανοώ μονοδομικά, (2) εφαρμόζω μονοδομικά, (3) δημιουργώ μονοδομικά, (4) κατανοώ πολυδομικά, (5) εφαρμόζω πολυδομικά, (6) δημιουργώ πολυδομικά, (7) κατανοώ σχεσιακά, (8) εφαρμόζω σχεσιακά, (9) δημιουργώ σχεσιακά*. Έτσι δημιούργησαν ένα σύνολο ιεραρχημένων κατηγοριών, με κατώτερη τη μονοδομική κατανόηση μιας έννοιας και ανώτερη τη σχεσιακή δημιουργία με μια έννοια, και σχεδίασαν ερωτήσεις αξιολόγησης της γνώσης συγκεκριμένης έννοιας ανά κατηγορία. Υποστήριξαν ότι στο πλαίσιο της μάθησης προγραμματισμού, *κατανόηση* είναι η ικανότητα ερμηνείας μιας έννοιας, *εφαρμογή* είναι η ικανότητα ερμηνείας κώδικα που περιέχει μια έννοια και *δημιουργία* είναι η ικανότητα παραγωγής κώδικα με αξιοποίηση μιας έννοιας. Το κατώτερο επίπεδο SOLO που ερεύνησαν ήταν το μονοδομικό, το οποίο σημαίνει μερική γνώση μιας έννοιας στο Scratch χωρίς την

ικανότητα συσχετισμών με άλλες έννοιες, και το ανώτερο ήταν το σχεσιακό, που σημαίνει πλήρης γνώση μιας έννοιας σε σχέση με άλλες έννοιες και δομές του Scratch. Η παραπάνω μεθοδολογία παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας γνωστικών στόχων για κάθε έννοια προγραμματισμού, με βάση την ταξινόμια Bloom, και εξέτασης των μαθησιακών αποτελεσμάτων για κάθε έννοια, με βάση την ταξινόμια SOLO, κάτι που αποτελεί βασικό λόγο για την αξιοποίησή της στη δική μας έρευνα.

Έχουν αναπτυχθεί και άλλα μοντέλα ιεραρχικής αξιολόγησης της μάθησης στον προγραμματισμό τα οποία όμως θεωρήσαμε λιγότερο κατάλληλα για το Scratch, πχ η ιεραρχική αξιολόγηση προγραμματισμού των Μπέλλου και Μικρόπουλου (2008) αναφέρεται σε διαδικαστικές γλώσσες, στα ιεραρχημένα επίπεδα περιλαμβάνεται η γνώση του συντακτικού της γλώσσας και η γνώση των εννοιών αξιολογείται γενικότερα σε σχέση με το μοντέλο των Meerbaum-Salant et al. (2010).

Η απόφαση για τις προγραμματιστικές έννοιες που μπορούν να μάθουν οι μαθητές του δημοτικού μπορεί να ληφθεί με βάση τα εξής: Στο ΠΣ του δημοτικού, εκτός από τις έννοιες που προαναφέραμε, υπονοούμενα θεωρούνται απαραίτητες και άλλες, όπως η *δομή ακολουθίας* αφού «ο μαθητής πρέπει... να περιγράψει με λεκτικό τρόπο τα βήματα απλών αλγορίθμων που καλείται να υλοποιήσει στο περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού». Επίσης η σειρά με την οποία διδάσκονται οι έννοιες στο μάθημα ΑΕΠΠ της Γ' Λυκείου δείχνει το βαθμό δυσκολίας τους ή την προαπαιτούμενη γνώση για τη μάθηση δυσκολότερων εννοιών. Έτσι, διδάσκονται κατά σειρά η *δομή ακολουθίας*, η *εντολή εκχώρησης* (σχετίζεται με την *αρχικοποίηση*), οι *δομές επιλογής* και *επανάληψης* και οι *διαδικασίες*. Τέλος, από την ανασκόπηση της έρευνας για το Scratch προκύπτει ότι η *επικοινωνία με μηνύματα* είναι έννοια ευκολονόητη άρα πρέπει να προτιμάται για το συγχρονισμό έναντι των *μεταβλητών* και ότι η *διαχείριση γεγονότων* με πλήκτρα μπορεί να διδαχθεί στο Scratch από τα πρώτα μαθήματα.

3. Μεθοδολογία

Έχοντας υπόψη τα παραπάνω, σκοπός της έρευνας ήταν η μάθηση μέσω του Scratch των προγραμματιστικών εννοιών *δομή ακολουθίας*, *αρχικοποίηση*, *παράλληλη εκτέλεση γεγονότων* και *επικοινωνία/ συγχρονισμός με μηνύματα*, από μαθητές των τάξεων Ε' και ΣΤ', με βάση τις εννέα γνωστικές κατηγορίες των Meerbaum-Salant et al. (2010). Η συνεισφορά της έρευνάς μας είναι ότι (α) αφορά στην Α'βάθμια εκπαίδευση, (β) ερευνήθηκε η μάθηση ανά έννοια και στις εννέα κατηγορίες, σε αντίθεση με την προαναφερόμενη έρευνα, (γ) ο σχεδιασμός που περιγράφουμε παρακάτω διασφάλισε την εμφάνιση μαθησιακών αποτελεσμάτων αντίστοιχων με την ιεράρχηση των επιπέδων SOLO. Η έρευνα υλοποιήθηκε την περίοδο Οκτώβριος – Δεκέμβριος 2012 σε δείγμα 78 μαθητών των τμημάτων Ε1, Ε2, ΣΤ1, ΣΤ2 του 15^{ου} Δημοτικού Σχολείου Χανίων στο οποίο διδάσκει το μάθημα ΤΠΕ ο πρώτος συγγραφέας. Το ερευνητικό ερώτημα ήταν *το ποσοστό επιτυχόντων μαθητών ανά διδασκόμενη έννοια σε καθεμία από τις εννέα κατηγορίες και η αξία του είναι ότι έτσι μπορεί να διαπιστωθεί το γνωστικό επίπεδο στο οποίο είναι εφικτό οι μαθητές αυτών*

των τάξεων να μάθουν τις παραπάνω έννοιες εντός των προτεινόμενων από το ΠΣ ωρών διδασκαλίας. Οι μαθητές γνώριζαν στοιχειωδώς το Scratch από την προηγούμενη σχολική χρονιά ως περιβάλλον ζωγραφικής και θεωρήσαμε ότι δεν είχαν προηγούμενη γνώση προγραμματισμού, άρα η παρέμβαση ήταν η ίδια σε όλα τα τμήματα. Η έρευνα θεωρείται προ-πειραματικό σχέδιο και συγκεκριμένα μελέτη περίπτωσης με έλεγχο μιας πειραματικής ομάδας μετά τη διαδικασία.

Στις πέντε πρώτες ώρες διδάχθηκαν οι εντολές και οι δραστηριότητες επεδίωκαν τη μάθηση συγκεκριμένης έννοιας (πίνακας 1). Τα δύο μαθήματα επανάληψης περιλάμβαναν ασκήσεις κατανόησης, ερμηνείας κώδικα και δημιουργίας σεναρίων ώστε να αντιστοιχούν στις κατηγορίες Bloom *κατανόω, εφαρμόζω, δημιουργώ*. Στο τρίωρο post-test αξιολογήθηκε η γνώση και στις εννέα κατηγορίες. Οι μαθητές αξιολογήθηκαν ανά ομάδες των δύο, ώστε τα αποτελέσματα να αντιστοιχούν στο ρεαλιστικό πλαίσιο διδασκαλίας (δύο μαθητές ανά Η/Υ). Ως *αρχικοποίηση* θεωρήσαμε τον καθορισμό της αρχικής θέσης και κατεύθυνσης μιας φιγούρας. Ως *επικοινωνία με μηνύματα* θεωρήσαμε την εκτέλεση της εντολής «*μετάδωσε...*» από μια φιγούρα και της «*όταν λάβω...*» από μια άλλη. Παρόμοια με τους Meerbaum-Salant et al. (2010) διακρίναμε δύο τύπους *παράλληλης εκτέλεσης γεγονότων* με πλήκτρα (στο εξής θα αναφέρονται ως *γεγονότα I* και *II*, αντίστοιχα): (I) Την εκτέλεση ενός γεγονότος μιας φιγούρας παράλληλα με την εκτέλεση ενός γεγονότος μιας άλλης φιγούρας και (II) την παράλληλη εκτέλεση άνω του ενός γεγονότων για την ίδια φιγούρα. Για όλα τα παραπάνω δημιουργήσαμε σχετικό εκπαιδευτικό υλικό.

Πίνακας 1: Η ακολουθία μαθημάτων που υλοποιήθηκε

Ωρα	Περιεχόμενο μαθήματος	Έννοια
1 ^η	Ακολουθία, συντεταγμένες και κατευθύνσεις	Δομή ακολουθίας
2 ^η	Συντεταγμένες (συνέχεια), χωρική αρχικοποίηση	Αρχικοποίηση
3 ^η	Γεγονότα με πλήκτρα (ένα ανά φιγούρα)	Γεγονότα - I
4 ^η	Γεγονότα με πλήκτρα (άνω του ενός ανά φιγούρα)	Γεγονότα - II
5 ^η	Μετάδοση και λήψη μηνυμάτων	Επικ. μηνύματα
6 ^η	1 ^ο επαναληπτικό μάθημα για τα διδασκόμενα την 1 ^η , 2 ^η και 5 ^η ώρα	
7 ^η	2 ^ο επαναληπτικό μάθημα για τα διδασκόμενα την 3 ^η και 4 ^η ώρα	
8 ^η - 10 ^η	Τεστ (8 ^η ώρα: Κατανόηση, 9 ^η ώρα: Εφαρμογή, 10 ^η ώρα: Δημιουργία)	

Με τη διάκριση των *γεγονότων* σε δύο τύπους οι υπό έρευνα έννοιες ήταν πέντε, άρα οι μαθητές έπρεπε να αξιολογηθούν σε 45 γνωστικές περιοχές. Επειδή οι γνωστικές κατηγορίες είναι ιεραρχημένες τα ποσοστά επιτυχίας αναμένεται να φθίνουν όσο ανεβαίνει η γνωστική κατηγορία της υπό εξέταση έννοιας. Παρόλα αυτά οι μαθητές στην έρευνα των Meerbaum-Salant et al. (2010) τα κατάφεραν στην κατηγορία 8 *εφαρμόζω* *σχεσιακά* καλύτερα σε σχέση με την κατηγορία 5 *εφαρμόζω* *πολυδομικά*, δηλαδή για την κατηγορία Bloom *εφαρμόζω* τα μαθησιακά αποτελέσματα δεν ήταν αντίστοιχα με την ιεράρχηση των επιπέδων SOLO, και αυτό συνέβη διότι το κριτήριο επιτυχίας ήταν η ορθή απάντηση σε μία και μόνη ερώτηση ανά κατηγορία. Για να

αποφύγουμε αυτό το παράδοξο σχεδιάσαμε το post-test ως εξής: Δημιουργήσαμε τρεις ερωτήσεις κατανόησης ανά έννοια. Θα αποδεικνυόταν μονοδομική, πολυδομική ή σχεσιακή κατανόηση μια έννοιας, εάν στην τριάδα ερωτήσεων της έννοιας αυτής δίνονταν μία, δύο ή τρεις ορθές απαντήσεις, αντίστοιχα. Ενδεικτικά, οι ερωτήσεις για την αρχικοποίηση ήταν: (1) Τι σημαίνει για μια φιγούρα η εντολή «δείξε στην κατεύθυνση 180»; (2) Τι σημαίνει για μια φιγούρα η εντολή «πήγαινε στο x:10 y:-20»; (3) Για ποιο λόγο χρειάζεται για κάθε φιγούρα στο Scratch να καθορίσουμε μια αρχική θέση και κατεύθυνση; Ακριβώς ο ίδιος ήταν ο σχεδιασμός για τις κατηγορίες εφαρμογής. Ενδεικτικά, οι ερωτήσεις εφαρμογής για την επικοινωνία με μηνύματα αφορούσαν σε δοσμένο πρόγραμμα με τρεις φιγούρες και ήταν: (1) Ποια φιγούρα λαμβάνει το μήνυμα «έφυγα!» και από ποια εντολή φαίνεται; (2) Ποιες από τις φιγούρες επικοινωνούν με το μήνυμα «σούταρε πάλι!» και από ποιες εντολές φαίνεται; (3) Πόσες φορές σε όλο το σενάριο επικοινωνούν με μηνύματα το αγόρι και η μπάλα; Οι τρεις κατηγορίες δημιουργίας ελέγχθηκαν με μια άσκηση δημιουργίας ενός προγράμματος με δύο δοσμένες φιγούρες και πέντε ζητούμενες στοίβες εντολών και για καθεμία από τις πέντε έννοιες ορίσαμε κριτήρια σχετιζόμενα με το βαθμό ολοκλήρωσης του προγράμματος. Ενδεικτικά, για τη δομή ακολουθίας θα αποδεικνυόταν ικανότητα δημιουργίας: (α) μονοδομικά, εάν είχαν ενωθεί ορθά σχεδόν όλες οι εντολές της μεγαλύτερης από τις ζητούμενες στοίβες εντολών, (β) πολυδομικά, εάν είχαν ενωθεί ορθά σχεδόν όλες οι εντολές σε επιπλέον δύο στοίβες εντολών και (γ) σχεσιακά, εάν είχαν ενωθεί ορθά όλες εντολές του προγράμματος.

4. Αποτελέσματα και ανάλυση

Τα αποτελέσματα προέκυψαν από τις 30 ερωτήσεις κατανόησης και εφαρμογής και από τη δημιουργία του προγράμματος. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε ποιοτικά και ποσοτικά. Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τέσσερα τμήματα άρα στο εξής θεωρούμε ότι οι 78 μαθητές αποτελούν ένα σύνολο. Στον πίνακα 2 φαίνεται το ποσοστό των επιτυχόντων ζευγών μαθητών (N=39) ανά έννοια και ανά κατηγορία.

Πίνακας 2: Ποσοστό % επιτυχόντων ανά έννοια και ανά γνωστική κατηγορία (Μ:Μονοδομ., Π:Πολυδομ., Σ:Σχεσιακά, Κ:Κατανοώ, Ε:Εφαρμοζώ, Δ:Δημιουργώ)

	Δομή Ακολ.			Αρχικοπ.			Γεγονότα Ι			Γεγονότα ΙΙ			Επικ.Μηνυμ.		
	Μ	Π	Σ	Μ	Π	Σ	Μ	Π	Σ	Μ	Π	Σ	Μ	Π	Σ
Κ	67	62	23	77	33	0	85	56	18	67	33	0	77	56	5
Ε	79	59	41	79	41	0	69	41	31	59	0	0	69	59	51
Δ	90	69	59	90	69	0	97	69	59	69	69	59	79	69	69

4.1 Ανάλυση ανά γνωστική κατηγορία

Στον πίνακα 3 φαίνεται το μέσο ποσοστό % των επιτυχόντων ζευγών μαθητών ανά κατηγορία (μέσος όρος επιτυχόντων σε όλες τις έννοιες). Διαπιστώνουμε ότι ενώ στα μαθησιακά αποτελέσματα διατηρήθηκε η ιεράρχηση των επιπέδων SOLO δεν έγινε το ίδιο για τις κατηγορίες Bloom, αφού οι μαθητές τα κατάφεραν καλύτερα, κατά

σειρά, στις κατηγορίες *δημιουργώ, εφαρμόζω, κατανοώ*. Ιδίως στο σχεσιακό επίπεδο η διαφορά ήταν μεγάλη (κατανοώ: 9%, δημιουργώ: 49%). Από την ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων θεωρούμε ότι τα χαμηλά ποσοστά επιτυχόντων στις κατωτέρου επιπέδου κατηγορίες κατανόησης οφείλονται στη δυσκολία που έχουν οι μαθητές αυτής της ηλικίας να διατυπώσουν γραπτώς μια ερμηνεία. Οι δύο ερωτήσεις κατανόησης που σχεδιάσαμε ανά έννοια ζητούσαν την ερμηνεία εντολών κυρίως με τις εκφράσεις «*τι σημαίνει..*» και «*για ποιο λόγο..*» ενώ η τρίτη ερώτηση ζητούσε την ερμηνεία της συγκεκριμένης έννοιας στο Scratch. Αντίθετα, η άσκηση δημιουργίας απαιτούσε ικανότητες κατανόησης της εκφώνησης που ήταν αρκετά αναλυτική.

Πίνακας 3: Μέσο ποσοστό % επιτυχόντων ανά γνωστική κατηγορία

Μονοδομικά			Πολυδομικά			Σχεσιακά		
Κ	Ε	Δ	Κ	Ε	Δ	Κ	Ε	Δ
74	71	86	48	40	69	9	25	49

Ενδεικτικά, μια δυάδα μαθητών στην τρίτη ερώτηση κατανόησης για την *επικοινωνία με μηνύματα* «για ποιο λόγο δύο φιγούρες στο Scratch χρειάζεται να επικοινωνούν μεταξύ τους με μηνύματα;» απάντησε «για να ξέρουν πότε πρέπει να κάνουν μια εντολή στη συγκεκριμένη στιγμή που θέλουμε» χωρίς να εξηγήσουν ότι η επικοινωνία χρησιμεύει ώστε μια φιγούρα να εκτελεί εντολές ως αποτέλεσμα της εκτέλεσης εντολών μιας άλλης φιγούρας. Και όμως, αυτοί οι μαθητές απάντησαν ορθά και στις τρεις ερωτήσεις της κατηγορίας εφαρμογής για την ίδια έννοια (παρατίθενται στην ενότητα 3) επιτυγχάνοντας το σχεσιακό επίπεδο. Επίσης αξιοποίησαν πλήρως την έννοια στη δημιουργία του προγράμματος, επιτυγχάνοντας και εκεί το σχεσιακό επίπεδο. Το σχετικό τμήμα του ζητούμενου προγράμματος ήταν: «*το κορίτσι θα πρέπει να μεταδώσει ένα μήνυμα 'σου κόρναρα' και αφού το αγόρι λάβει το μήνυμα θα πρέπει να απαντήσει 'γεια σου!'*». Στην ενότητα 5 προτείνουμε μια βελτίωση στο σχεδιασμό για την αντιμετώπιση των παραπάνω μη αναμενόμενων αποτελεσμάτων.

4.2 Ανάλυση ανά προγραμματιστική έννοια

Στον πίνακα 2 μπορούμε να παρατηρήσουμε ποιο είναι το ανώτερο επίπεδο SOLO που πέτυχε ανά έννοια και ανά κατηγορία Bloom η πλειοψηφία των μαθητών, πχ για τη *δομή ακολουθίας* και την κατηγορία Bloom *κατανοώ* η πλειοψηφία των μαθητών κατάφερε να φθάσει έως το πολυδομικό επίπεδο (62%). Έτσι εξάγουμε τον πίνακα 4.

Πίνακας 4: Το ανώτερο επίπεδο SOLO που επιτεύχθηκε, ανά προγραμματιστική έννοια

	Δομή Ακολ.	Αρχικοπ.	Γεγονότα I	Γεγονότα II	Επικ.Μηνυμ.
Κ	Πολυδομικά	Μονοδομικά	Πολυδομικά	Μονοδομικά	Πολυδομικά
Ε	Πολυδομικά	Μονοδομικά	Μονοδομικά	Μονοδομικά	Σχεσιακά
Δ	Σχεσιακά	Πολυδομικά	Σχεσιακά	Σχεσιακά	Σχεσιακά

Η κατάταξη των εννοιών ανά επίπεδο δυσκολίας είναι σκόπιμη αφού ενδιαφέρει τη διδακτική της Πληροφορικής σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Έτσι λοιπόν με

αύξουσα διάταξη δυσκολίας η κατάταξη, βάσει του πίνακα 4, είναι: *Επικοινωνία με μηνύματα, δομή ακολουθίας, γεγονότα I, γεγονότα II, αρχικοποίηση*.

Η πλήρης γνώση μιας έννοιας σε συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον εκφράζεται από το σχεσιακό επίπεδο. Έτσι λοιπόν καμμία έννοια δεν έγινε πλήρως κατανοητή στο Scratch από την πλειοψηφία των μαθητών, κυρίως διότι απάντησαν λανθασμένα στην τρίτη ερώτηση κατανόησης για κάθε έννοια. Η πλειοψηφία κατανόησε πολυδομικά τις έννοιες *δομή ακολουθίας, γεγονότα I και επικοινωνία με μηνύματα* και απλώς μονοδομικά την *αρχικοποίηση* και τα *γεγονότα II*. Οι μαθητές δυσκολεύτηκαν με την αρχικοποίηση διότι η έννοια σχετίζεται με το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων της σκηνής Scratch και τις κατευθύνσεις, δηλαδή με μαθηματικές έννοιες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επίσης δυσκολεύτηκαν με τα *γεγονότα II* (άνω του ενός παράλληλα γεγονότα ανά φιγούρα) διότι η έννοια απαιτεί την ερμηνεία εντολών σε τουλάχιστον δύο στοίβες εντολών ανά φιγούρα. Αντίθετα, η πλειοψηφία εφάρμοσε (ερμήνευσε σχετικό κώδικα) πλήρως στο Scratch την *επικοινωνία με μηνύματα* ενώ εφάρμοσε πολυδομικά τη *δομή ακολουθίας* και μόλις μονοδομικά τις άλλες τρεις έννοιες. Οι μαθητές δυσκολεύτηκαν να ερμηνεύσουν κώδικα σχετικό με τα *γεγονότα I και II* διότι αυτές οι έννοιες σχετίζονται με στοίβες εντολών που ενεργοποιούνται ως ενιαίο σύνολο με την επιλογή ενός πλήκτρου. Οι δυσκολίες στην ερμηνεία κώδικα που σχετίζεται με την *αρχικοποίηση* αφορούν και πάλι στις καρτεσιανές συντεταγμένες. Τέλος στη δημιουργία προγράμματος η πλειοψηφία των μαθητών αξιοποίησε πλήρως τις έννοιες *επικοινωνία με μηνύματα, δομή ακολουθίας, γεγονότα I και II* και πολυδομικά την *αρχικοποίηση*. Η εντολή αρχικοποίησης που προξένησε δυσκολία ήταν η «*δείξε στην κατεύθυνση -90*».

5. Συμπεράσματα και μελλοντικές κατευθύνσεις

Τα κύρια συμπεράσματα της έρευνας είναι: 1) Ως προς την επιλογή της μεικτής ταξινόμιας, παρατηρήσαμε μη αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα ως προς την ταξινόμια Bloom. Ειδικά για την κατηγορία *κατανοώ σχεσιακά* η πιθανή ερμηνεία που δίνουμε είναι η δυσκολία που έχουν οι μαθητές αυτής της ηλικίας να διατυπώσουν γραπτώς μια ερμηνεία. Επειδή το επίπεδο Bloom *κατανοώ* δεν σημαίνει μόνο *ερμηνεύω* αλλά και *εξηγώ μέσω παραδείγματος*, μια πρόταση για μελλοντική επανάληψη της έρευνας σε μαθητές τέτοιας ηλικίας είναι οι ερωτήσεις κατανόησης να ζητούν παραδείγματα και όχι διατύπωση ερμηνειών. 2) Ως προς το εφικτό της μάθησης εννοιών στον προτεινόμενο χρόνο διδασκαλίας, διαπιστώσαμε ότι οι μαθητές μπορούν να μάθουν σε επτά διδακτικές ώρες πολύ ικανοποιητικά τις έννοιες *δομή ακολουθίας* και *επικοινωνία με μηνύματα*. Κοινά συμπεράσματα με την έρευνα των Meerbaum-Salant et al. (2010) είναι ότι οι μαθητές δυσκολεύτηκαν με την *αρχικοποίηση*, έννοια η οποία σχετίζεται με το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων της σκηνής Scratch, ενώ τα κατάφεραν σχετικά εύκολα με την έννοια *επικοινωνία με μηνύματα*, κάτι που παρατηρήθηκε και στις έρευνες των Φεσάκη και Σεραφεΐμ (2009), Σαρημπαλίδη (2012), Νικολού και Κόμη (2010).

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη ότι στο ΠΣ η δραστηριότητα «Εκπαιδευτική ρομποτική» της ενότητας «Υλοποιώ σχέδια έρευνας με ΤΠΕ» προτείνεται για δέκα διδακτικές ώρες, κρίνουμε ότι είναι ενδιαφέρον να αξιοποιηθούν οι ταξινομίες Bloom και SOLO για το σχεδιασμό γνωστικών στόχων και δραστηριοτήτων και την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε περαιτέρω έρευνες για τη μάθηση και άλλων προγραμματιστικών εννοιών σε περιβάλλοντα ρομποτικής.

Βιβλιογραφία

- Biggs, J. B. & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy*. NY: Academic Press.
- Κατσούλας, Κ. (2012, Νοέμβριος 6). Το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch: Εργασίες σε Πανελλήνια Συνέδρια (2008-2012). Ανακτήθηκε από τη διεύθυνση <http://www.kostaskatsoulas.info/?p=18>
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41 (4), pp. 212-264.
- Meerbaum-Salant, O., Armoni, M. & Ben-Ari, M. (2010). Learning Computer Science Concepts with Scratch. *Sixth international workshop on Computing education research*, pp. 69-76, Aarhus, Denmark. doi:10.1145/1839594.1839607.
- Μπέλλου, Ι. & Μικρόπουλος, Τ. Α. (2008). Μέθοδος για την Ιεραρχική Αξιολόγηση Γνώσεων Προγραμματισμού, στο Β. Κόμης (επ.) *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής*, σ. 111-120, Πάτρα.
- Νικολός, Δ. & Κόμης, Β. (2010). Μια διδακτική πρόταση για τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch, στο Μ. Γρηγοριάδου (επ.) *Πρακτικά 5^{ου} Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής*, σ. 15-24, Αθήνα.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, 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*, 52 (11), pp. 60-67.
- Σαρημπαλίδης, Ι. (2012). Μάθηση Προγραμματισμού Η/Υ από μαθητές Α' Λυκείου με το Scratch. *Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής*, σ. 147-156, Φλώρινα.
- ΥΠΔΒΜΘ (2011). *Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Ανακτήθηκε 17/03/2013, από τη διεύθυνση <http://digitalschool.minedu.gov.gr/info/newps/Πληροφορική και Νέες Τεχνολογίες/ΤΠΕ Δημοτικό.pdf>
- Φεσάκης, Γ. & Σεραφεΐμ, Κ. (2009). Μάθηση προγραμματισμού ΗΥ από εκκολλητούς εκπαιδευτικούς με το Scratch. *1^ο Εκπαιδευτικό Συνέδριο «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία»*, σ.1-7, Βόλος.