



**Ψηφιακός
Μετασχηματισμός
και Εκπαιδευτική Πράξη**

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Εύα Χ. Αντωνιάδη

A.M.: 20009

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: **Χρόνης Κυνηγός, Καθηγητής**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: **Αγορίτσα Γόγουλου, ΕΔΙΠ**
Μαρία Μπούμπουκα, Συνεργάτης του ΠΜΣ /
Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Σεπτέμβριος 2022



**Ψηφιακός
Μετασχηματισμός
και Εκπαιδευτική Πράξη**

ΔΙΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/ α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
	Χρόνης Κυνηγός	Καθηγητής	
	Αγορίτσα Γόγουλου	ΕΔΙΠ	
	Μαρία Μπούμπουκα	Συνεργάτης του ΠΜΣ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη *Αντωνιάδη Εύα του Χρήστου*, με αριθμό μητρώου 20009 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών *Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη* του Τμήματος *Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών* της Σχολής *Μηχανικών* του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.*

Η Δηλούσα

Αντωνιάδη Εύα

Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα



Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

(Υπογραφή)

** Εάν κάποιος επιθυμεί απαγόρευση πρόσβασης στην εργασία για χρονικό διάστημα 6-12 μηνών (embargo), θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του I.A. (σελ. 6):*

<https://www.uniwa.gr/wp->

[content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf](https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο προγραμματισμός αποτελεί βασικό συστατικό των προγραμμάτων σπουδών στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Ωστόσο, οι αρχάριοι αντιμετωπίζουν δυσκολίες που οφείλονται μεταξύ άλλων στην επιφανειακή κατανόηση των βασικών εννοιών του και τη σχέση τους με τα Μαθηματικά. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι αφενός να υποστηρίξει τη βαθύτερη μάθηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού, ειδικά στο Γυμνάσιο και αφετέρου να μελετήσει τα νοήματα που προσδίδουν οι μαθητές στις έννοιες αυτές. Για το σκοπό αυτό υιοθετήθηκε μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση, στο πλαίσιο της οποίας σχεδιάστηκαν δραστηριότητες σε δύο προγραμματιστικά πλαίσια, «με» και «χωρίς» τη χρήση υπολογιστή, για την εξερεύνηση των εννοιών του αλγορίθμου, της επανάληψης, της μεταβλητής και της διαδικασίας. Προκειμένου να αξιοποιηθούν οι λειτουργικότητες του εκπαιδευτικού λογισμικού MaLT2, το θέμα της έρευνας αντλήθηκε από τον χώρο της δυναμικής Γεωμετρίας. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία της έρευνας σχεδιασμού, το υλικό που αναπτύχθηκε, δοκιμάστηκε στην αρχή πιλοτικά και ένα μέρος του επανασχεδιάστηκε πριν την κύρια εφαρμογή του. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, προήλθαν κυρίως από την καταγραφή της δραστηριότητας των μαθητών με τη χρήση ψηφιακών μέσων, τις παρατηρήσεις και τις συνεντεύξεις. Η ανάλυσή τους έδειξε ότι οι πολλαπλές αναπαραστάσεις των εννοιών που παρείχαν τα δύο πλαίσια προγραμματισμού, βοήθησαν τους μαθητές να μεταφέρουν τις γνώσεις που απέκτησαν από το ένα στο άλλο και σε συνδυασμό με τη λειτουργικότητα του δυναμικού χειρισμού που προσέφερε το λογισμικό, να τις εφαρμόσουν για την επίλυση προβλημάτων. Περαιτέρω έρευνα κρίνεται απαραίτητη σχετικά με την αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης προσέγγισης της μεταφοράς γνώσεων και σε άλλα προγραμματιστικά περιβάλλοντα.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Διδακτική της Πληροφορικής

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: εισαγωγικός προγραμματισμός, unplugged, MaLT2, έρευνα σχεδιασμού, βαθύτερη μάθηση

ABSTRACT

Programming is a key component of curricula in Secondary Education. However, beginners face difficulties due, among other things, to the superficial understanding of its basic concepts and their relationship with Mathematics. The purpose of this research is to support the deeper learning of basic concepts of introductory programming, especially in High School and to study the meanings that students attach to these concepts. To this end, an alternative didactic approach was adopted, in which activities were designed in two programming contexts, "with" and "without" the use of a computer, to explore the concepts of algorithm, repetition, variable and procedure. In order to take advantage of the affordances of MaLT2 educational software, the topic of research was drawn from the field of dynamic geometry. According to the methodology of the design-based research, the material developed, piloted and part of it redesigned before its main application. Data collection came mainly from observation, interviews and recordings of students' activity using digital media. Their analysis showed that the multiple representations of concepts provided by the two programming contexts helped the students to transfer the knowledge they gained from one to the other and in combination with the affordance of dynamic manipulation offered by the software, to apply it to solve problems. Further research is needed on the effectiveness of this approach to knowledge transfer in other programming environments.

SUBJECT AREA: Didactics of Informatics

KEYWORDS introductory programming, unplugged, MaLT2, design-based research, deeper learning

Αφιερώνεται στον Αποστόλη, στον Ιάσονα και στη Μυρτώ.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον εποπτεύοντα Καθηγητή κ. Χρόνη Κυνηγό για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, τη σιγουριά που μου ενέπνευσε και την διαρκή υποστήριξη του κατά τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τις κυρίες Γόγουλου Αγορίτσα και Μπούμπουκα Μαρία, καθηγήτριες μου στο παρόν Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών και μέλη της εξεταστικής επιτροπής.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τους συμφοιτητές μου κ. Χρήστο Μάλλιαρη και κ. Ελένη Χούσου, για την άριστη συνεργασία, την πολύτιμη βοήθεια τους αλλά και τη σημαντική ηθική και ψυχολογική υποστήριξή τους κατά τη διάρκεια των δύο ετών του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Το πιο μεγάλο ευχαριστώ όμως ανήκει στα δύο παιδιά μου και στον άντρα μου για την υπομονή και τη συμπαράσταση τους.

Αντωνιάδη Εύα
5 Σεπτεμβρίου 2022

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	9
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	12
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1 Προβληματική της έρευνας.....	12
1.2 Ερευνητικά ερωτήματα	15
1.3 Επισκόπηση των κεφαλαίων	15
2. ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	16
2.1 Βαθύτερη Μάθηση.....	16
2.1.1 Δεξιότητες του 21 ^{ου} αιώνα και Βαθύτερη Μάθηση.....	16
2.1.2 Βαθύτερη Μάθηση για Μεταφορά	17
2.1.3 Φύση της Βαθύτερης Μάθησης.....	17
2.1.4 Συστατικά της Βαθύτερης Μάθησης.....	18
2.1.5 Χαρακτηριστικά της Διδασκαλίας για Βαθύτερη Μάθηση	20
2.1.6 Βαθύτερη Μάθηση μέσω Επίλυσης Προβλήματος.....	21
2.1.7 Ευκαιρίες και προκλήσεις για Βαθύτερη Μάθηση	22
2.2 Το Διδακτικό Μοντέλο BSCS «5E» για Βαθύτερη Μάθηση	23
2.3 Μάθηση & Δυσκολίες.....	26
2.3.1 Πως Μαθαίνουν οι Άνθρωποι	26
2.3.2 Μαθησιακές Δυσκολίες στον Προγραμματισμό	27
2.3.3 Έννοιες Κατωφλίου.....	28
2.4 Αλγοριθμικές Έννοιες & Παρανοήσεις.....	29
2.4.1 Αλγόριθμος & Πρόγραμμα	29
2.4.2 Η Δομή Επανάληψης	31
2.4.3 Η Μεταβλητή.....	32
2.4.4 Η Διαδικασία	33
2.5 Διδακτική Προσέγγιση για Βαθύτερη Μάθηση	36
2.5.1 Προγραμματιστικά Περιβάλλοντα για Εισαγωγή στον Προγραμματισμό	36
2.5.2 Οπτικές Γλώσσες Προγραμματισμού	38
2.5.3 Διασυνδεδεμένες Λειτουργικότητες για Βαθύτερη Μάθηση	39
2.5.4 Η Unplugged Διδακτική Προσέγγιση	39
2.5.5 Πλεονεκτήματα της Unplugged Προσέγγισης.....	41
2.5.6 Ζητήματα στην Υιοθέτηση της Unplugged Προσέγγισης.....	42
2.5.7 Σχεδιασμός Unplugged Δραστηριοτήτων.....	42

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

2.5.8 Αναθεώρηση των Unplugged Δραστηριοτήτων	44
2.5.9 Προγραμματισμός Unplugged.....	48
2.5.10 Ο Συνδυασμός Unplugged και Plugged Προγραμματισμού.....	48
3. Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	51
3.1 Επιλογή Ερευνητικής Μεθόδου	51
3.1.1 Κριτήρια Επιλογής της Ερευνητικής Μεθόδου	51
3.1.2 Η έρευνα σχεδιασμού.....	52
3.2 Το λογισμικό MaLT2.....	53
3.3 Η Πιλοτική Έρευνα	55
3.3.1 Συμπεράσματα πιλοτικής έρευνας	55
3.3.2 Αναθεώρηση του αρχικού σχεδιασμού.....	56
3.4 Η Κυρίως Έρευνα.....	56
3.4.1 Το περιεχόμενο της έρευνας	56
3.4.2 Συμμετέχοντες μαθητές.....	57
3.5 Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων	58
3.5.1 Μέσα συλλογής δεδομένων	58
3.5.2 Ζητήματα δεοντολογίας.....	60
3.5.3 Διασφάλιση αξιοπιστίας και εγκυρότητας	60
3.6 Μέθοδος Ανάλυσης Δεδομένων	61
3.6.1 Μονάδα ανάλυσης.....	61
3.6.2 Στάδια ανάλυσης.....	62
4. Η ΣΕΙΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ.....	64
4.1 Εισαγωγή.....	64
4.2 Διδακτικός σχεδιασμός.....	65
4.3 Παρουσίαση δραστηριοτήτων.....	67
4.3.1 1 ^ο μάθημα	67
4.3.2 2 ^ο μάθημα	70
4.3.3 3 ^ο μάθημα	71
4.3.4 4 ^ο μάθημα	73
4.3.5 5 ^ο μάθημα	74
4.3.6 6 ^ο μάθημα	77
4.3.7 7 ^ο μάθημα	77
4.3.8 8 ^ο μάθημα	78
4.3.9 9 ^ο μάθημα	81

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

5.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ.....	83
5.1	Εισαγωγή.....	83
5.1.1	Ο αλγόριθμος.....	84
5.1.2	Η επανάληψη.....	91
5.1.3	Διαδικασία και μεταβλητή.....	96
5.1.4	Το σύνολο των εννοιών.....	97
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	105
6.1	Εισαγωγή.....	105
6.2	Η έννοια του αλγορίθμου.....	106
6.3	Η έννοια της επανάληψης.....	107
6.4	Η έννοια της μεταβλητής.....	108
6.5	Η έννοια της διαδικασίας.....	108
6.6	Γενικά συμπεράσματα.....	109
6.7	Παιδαγωγικά οφέλη και επέκταση της έρευνας.....	109
7.	ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ.....	111
8.	ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....	112
9.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ.....	113
10.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ – ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	115
11.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	137

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης του κύκλου των σπουδών μου στο Π.Μ.Σ. «Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη».

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Προβληματική της έρευνας

Οι δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα (21st century skills) αντικατοπτρίζουν σημαντικές διαστάσεις της ανθρώπινης ικανότητας που ήταν πολύτιμες για πολλούς αιώνες. Η σημαντική διαφορά με την πάροδο του χρόνου, είναι η επιταγή της σύγχρονης κοινωνίας όλοι οι μαθητές να επιτυγχάνουν επίπεδα γνώσης σε πολλούς τομείς δεξιοτήτων και γνώσεων, που προηγουμένως δεν ήταν απαραίτητα για την επιτυχία του ατόμου στην εκπαίδευση και στον χώρο εργασίας.

Η «Επιτροπή για τον Ορισμό της Βαθύτερης Μάθησης και των Δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα», του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας των ΗΠΑ (US National Research Council), στην έκθεση της με τίτλο «Εκπαίδευση για τη ζωή και την εργασία», πρότεινε τον όρο ικανότητες (competences) του 21^{ου} αιώνα και τις όρισε ως γνώσεις που μπορούν να μεταφερθούν (transferable Knowledge), ενώ εισήγαγε τον όρο βαθύτερη μάθηση (deeper learning) ως τη διαδικασία για την ανάπτυξή τους. Για την περιγραφή τους, τις κατηγοριοποίησε σε τρεις ευρείς τομείς ικανοτήτων: τον γνωστικό, τον ενδοπροσωπικό (intrapersonal) και τον διαπροσωπικό (interpersonal).

Σε αντίθεση με την κυρίαρχη αντίληψη για τις δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα, ότι πρόκειται για γενικές δεξιότητες που μπορούν να εφαρμοστούν σε μια σειρά διαφορετικών πλαισίων, ακαδημαϊκών, εργασιακών, πολιτικών κ.α., η Επιτροπή θεωρεί ότι σχετίζονται με την κατάκτηση της γνώσης σε έναν συγκεκριμένο τομέα περιεχομένου, συνοδευόμενη από τη γνώση του πώς, γιατί και πότε, η γνώση αυτή πρέπει να εφαρμόζεται. Ταυτόχρονα, η διάδοση των ψηφιακών τεχνολογιών στη σύγχρονη εποχή, αύξησε τους ρυθμούς με τους οποίους τα άτομα επικοινωνούν και ανταλλάσσουν πληροφορίες, απαιτώντας ικανότητα στην επεξεργασία πολλαπλών μορφών πληροφοριών για την επίτευξη εργασιών σε περιβάλλοντα που περιλαμβάνουν το σπίτι, το σχολείο, τον εργασιακό χώρο, και τα κοινωνικά δίκτυα.

Η Wing το 2006 πρότεινε την προσθήκη μιας νέας ικανότητας «που πρέπει όλοι να μάθουν και να χρησιμοποιούν» (Grover & Pea, 2013). Η Υπολογιστική Σκέψη (Computational Thinking) όπως αναφέρεται από τους ερευνητές, περιλαμβάνει στοιχεία όπως η συστηματική επεξεργασία της πληροφορίας, οι αφαιρέσεις, η αναγνώριση και η γενίκευση μοτίβων και η αποδόμηση προβλήματος (Grover & Pea, 2013). Ο Aho (2012), απλοποίησε τον ορισμό της Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ), ως τις διαδικασίες σκέψης που εμπλέκονται στη διαμόρφωση προβλημάτων έτσι ώστε, «οι λύσεις τους να μπορούν να αναπαρασταθούν ως υπολογιστικά βήματα και αλγόριθμοι». Οι Grover & Pea (2013) υποστηρίξαν ότι, όσοι διαθέτουν ικανότητες υπολογιστικής σκέψης θα είναι σε πλεονεκτική θέση, για να επωφεληθούν από έναν κόσμο με την πληροφορική «πανταχού παρούσα». Αν και η υπολογιστική σκέψη είναι έννοια ευρύτερη του προγραμματισμού, εντούτοις ο προγραμματισμός αποτελεί βασικό μέσο για την ανάπτυξη της.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η έκφραση σε μια γλώσσα προγραμματισμού των υπολογιστών, είναι το μέσο για την εδραίωση της χρήσης της τεχνολογίας (Κυνηγός, 2006) με τρόπο όχι παθητικό, αλλά τέτοιο ώστε, το άτομο να μπορεί να την προσαρμόζει στις ανάγκες του. Η βαθιά κατανόηση των υπολογιστικών εννοιών και πρακτικών, παρέχει ευελιξία για την εφαρμογή αυτής της γνώσης σε νέα πλαίσια και νέα προβλήματα, ανεξάρτητα της γλώσσας προγραμματισμού που χρησιμοποιείται.

Στα προγράμματα σπουδών της Πληροφορικής, η εκμάθηση του προγραμματισμού αποτελεί έναν από τους βασικούς άξονες της διδασκαλίας. Η βιβλιογραφία των τελευταίων τριών δεκαετιών τεκμηριώνει τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με τη βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση συγκεκριμένων εννοιών που είναι αναπόσπαστες στον προγραμματισμό και στην πληροφορική ευρύτερα (du Boulay, 1986). Πρόσφατη έρευνα για τη διδασκαλία του εισαγωγικού προγραμματισμού, στο πλαίσιο δημοφιλών περιβαλλόντων προγραμματισμού που βασίζονται σε μπλοκ, υποδεικνύει ότι οι δυσκολίες στην κατανόηση των αυτών των εννοιών εξακολουθούν να υφίστανται (Grover et. al., 2016). Επιπλέον φαίνεται ότι η ελλιπής πρότερη γνώση των μαθηματικών μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο στην επιτυχή εκμάθηση του προγραμματισμού (Grover et. al., 2016). Πολλοί μαθητές επίσης βλέπουν αρνητικά την επιστήμη των υπολογιστών και τον προγραμματισμό, πιστεύοντας ότι αυτό το πεδίο στερείται ενθουσιασμού και είναι μονότονο (Busuttil & Formosa, 2020).

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω ζητημάτων, οι ερευνητές αναζητούν ψηφιακά εργαλεία και διδακτικές προσεγγίσεις που θα τους επιτρέψουν τον σχεδιασμό κατάλληλων δραστηριοτήτων διερεύνησης των προγραμματιστικών εννοιών.

Τα ψηφιακά εργαλεία προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα ευκαιριών στους μαθητές για να κατασκευάσουν και να εκφράσουν την κατανόησή τους, μόνοι ή σε συνεργασία με άλλους. Οι εκπαιδευτικοί από τη μεριά τους, μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν για να κάνουν «ορατή» την σκέψη των μαθητών τους. Αυτό εξαρτάται από παράγοντες όπως: το τι μπορούν να κάνουν τα εργαλεία, πώς χρησιμοποιούνται και πώς οι δραστηριότητες που συνοδεύουν τη χρήση τους, ευθυγραμμίζονται με τους μαθησιακούς στόχους του μαθήματος.

Παρά το γεγονός ότι οι βασικές παιδαγωγικές αρχές δεν αλλάζουν, οι παιδαγωγικές προσεγγίσεις πρέπει να προσαρμόζονται και να αναπτύσσονται, ως απάντηση στις αλλαγές της κοινωνίας. Το ζητούμενο είναι να βοηθούν τους μαθητές να ανακαλύπτουν νέες δυνατότητες μέσα από οικεία τους πράγματα και να αξιοποιούν τις δυνατότητες που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες, ιδίως αυτές της εξερεύνησης και της συνεργασίας.

Προκειμένου ο εκπαιδευτικός να αποκτήσει πρόσβαση στις διαδικασίες σκέψης των μαθητών και να τους παρέχει στοχευμένη ανατροφοδότηση, είναι σημαντικό οι δραστηριότητες που σχεδιάζει, να παρέχουν πλούσιες πληροφορίες που να μπορούν να εξετασθούν και να συζητηθούν. Η εξεύρεση λύσεων σε προβλήματα, που καθοδηγείται από ερωτήσεις, ενθαρρύνει τους μαθητές να προβληματιστούν σχετικά με τις εμπειρίες τους και τις εμπειρίες των άλλων. Η τεχνική της υποβολής ερωτήσεων, δεν παρέχει σωστές απαντήσεις αλλά αντίθετα χρησιμοποιείται για την εστίαση στους μαθησιακούς στόχους και διεγείρει τη σκέψη των μαθητών.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρεί να συμβάλει στην παραπάνω προβληματική, μελετώντας τη δραστηριότητα των μαθητών μέσω μιας εναλλακτικής προσέγγισης της διδασκαλίας του προγραμματισμού, που συνίσταται στο συνδυασμό δραστηριοτήτων, «με» (plugged) και «χωρίς» (unplugged) τη χρήση υπολογιστή.

Πρόθεση του παρόντος ερευνητικού σχεδιασμού είναι να υποστηρίξει την εξερεύνηση των προγραμματιστικών εννοιών, με βάση τις δυσκολίες που εντοπίστηκαν στην βιβλιογραφία, παρέχοντας στους μαθητές πολλαπλές αναπαραστάσεις τους. Για τον σκοπό αυτό η ερευνήτρια, αξιοποίησε το λογισμικό MaLT2, του Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας σε συνδυασμό με την διδακτική προσέγγιση «Unplugged», για τη δημιουργία μιας σειράς δραστηριοτήτων πάνω στις έννοιες του αλγορίθμου, της δομής επανάληψης, της μεταβλητής και της διαδικασίας. Ο συνδυασμός δραστηριοτήτων «με» το MaLT2 και «χωρίς» τη χρήση υπολογιστή, παρέχει στους μαθητές, τα παρακάτω είδη αναπαραστάσεων:

- τη συμβολική-προγραμματιστική, μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Logo
- τη σχηματική-μαθηματική, μέσω του γραφικού αποτελέσματος των εντολών
- την κιναισθητική, μέσω της οποίας ο μαθητής σκέφτεται για τις έννοιες με βάση τη θέση και την κίνηση του σώματός του
- την σωματική μεταφορά (Κυνηγός, 2006), μέσω της οποίας ο μαθητής μεταφέρει την κίνηση του σώματός του στο λογισμικό, προσωποποιώντας την οντότητα στο λογισμικό
- τη μοντελοποίηση των προγραμματιστικών και μαθηματικών εννοιών μέσω χειραπτικών αντικειμένων που χρησιμοποιούνται στις δραστηριότητες «χωρίς υπολογιστή»

Παράλληλα με την εξερεύνηση των προγραμματιστικών εννοιών, οι μαθητές κατά την εμπλοκή τους με τις δραστηριότητες αναπτύσσουν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης και έρχονται σε επαφή με μαθηματικές έννοιες όπως αυτή της γωνίας.

Το λογισμικό MaLT2, συνεισφέρει επιπλέον στην εξερεύνηση των εννοιών, μέσω της διασύνδεσης του προγραμματισμού με τον δυναμικό χειρισμό και τη γραφική απεικόνιση του αποτελέσματος στην οθόνη.

Η χρήση της unplugged προσέγγισης προσθέτει όσον αφορά στο γνωστικό αντικείμενο, νέες αναπαραστάσεις των προγραμματιστικών εννοιών, διαφορετικές από αυτές που παρέχονται με το λογισμικό και ταυτόχρονα συνεισφέρει στην καλλιέργεια ενδοπροσωπικών και διαπροσωπικών ικανοτήτων ενισχύοντας την αυτενέργεια, το επίπεδο εμπλοκής των μαθητών με τις δραστηριότητες και την καλλιέργεια δεξιοτήτων συνεργασίας.

Η σειρά των δραστηριοτήτων που σχεδίασε η ερευνήτρια για την εισαγωγή στις έννοιες ενδιαφέροντος, εμπλέκει τους μαθητές στη σταδιακή κατασκευή ενός τελικού ψηφιακού δομήματος βάσει ενός υποθετικού σεναρίου. Οι unplugged δραστηριότητες προηγούνται, έπονται ή συνυπάρχουν με τις δραστηριότητες προγραμματισμού, για να εισάγουν, να υποστηρίξουν ή να διερευνήσουν τα νοήματα που αποδίδουν οι μαθητές στις έννοιες. Στόχος της είναι να παρέχει τα εργαλεία και τις τεχνικές για την εξερεύνηση των εννοιών σε βάθος και έπειτα να διερευνήσει τη νοηματοδότηση και τους τρόπους χρήσης τους

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

από τους μαθητές. Για το λόγο αυτό, δεν εξετάζεται η ορθότητα των δομημάτων που κατασκευάζουν οι μαθητές, αντ' αυτού τα λάθη τους χρησιμοποιούνται ως ευκαιρία για προβληματισμό, συζήτηση και περαιτέρω εξερεύνηση.

1.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Η παρούσα έρευνα σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε, για να συνεισφέρει στο πλαίσιο της πιο πάνω προβληματικής, στις υπολογιστικές έννοιες του αλγορίθμου, της επαναληπτικής δομής, της μεταβλητής και της διαδικασίας, στη βάση των παρακάτω ερωτημάτων:

1^ο ερευνητικό ερώτημα:

Πώς αλληλεπιδρούν οι αναπαραστάσεις των προγραμματιστικών εννοιών που παρέχουν τα δύο πλαίσια, προγραμματιστικό και unplugged, στη νοηματοδότηση των προγραμματιστικών εννοιών από τους μαθητές;

2^ο ερευνητικό ερώτημα:

Πώς χρησιμοποιούν οι μαθητές τις διασυνδεδεμένες υπολογιστικές λειτουργικότητες, για τη νοηματοδότηση των προγραμματιστικών εννοιών;

1.3 Επισκόπηση των κεφαλαίων

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναπτύσσεται το θεωρητικό υπόβαθρο της παρούσας εργασίας, στο οποίο στηρίχθηκε ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η εξαγωγή των συμπερασμάτων της έρευνας. Αρχικά περιγράφεται η έννοια της βαθύτερης μάθησης και η σχέση της με τις δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται το διδακτικό μοντέλο BSCS «5E» που επέλεξε η ερευνήτρια για τη δόμηση του παρόντος διδακτικού σχεδιασμού. Ακολουθεί η παρουσίαση των προγραμματιστικών εννοιών ενδιαφέροντος της έρευνας και η βιβλιογραφική διερεύνηση των κυριότερων δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με αυτές. Το κεφάλαιο κλείνει με την παρουσίαση της διδακτικής προσέγγισης που υιοθετήθηκε στο πλαίσιο της έρευνας και την επιχειρηματολογία για την επιλογή της.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η ερευνητική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την διεξαγωγή της έρευνας. Με τη σειρά που αναφέρονται, παρουσιάζονται: η ερευνητική μέθοδος και τα κριτήρια επιλογής της, το ψηφιακό εργαλείο που αξιοποιήθηκε, η πιλοτική έρευνα, η κυρίως έρευνα, η διαδικασία συλλογής των δεδομένων και τέλος η μέθοδος ανάλυσης των δεδομένων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται η παρουσίαση των δραστηριοτήτων ανά μάθημα, όπως υλοποιήθηκαν βάσει του αντίστοιχου φύλλου εργασίας (παράρτημα II) ή του σχεδίου μαθήματος στην περίπτωση των δραστηριοτήτων «χωρίς» υπολογιστή.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, αναλύονται τα δεδομένα της διδακτικής παρέμβασης με βάση τα ευρήματα από την εφαρμογή των δραστηριοτήτων.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της έρευνας, μετά την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά την υλοποίηση της και προτείνονται επεκτάσεις της.

2. ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 Βαθύτερη Μάθηση

2.1.1 Δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα και Βαθύτερη Μάθηση

Η «Επιτροπή για τον Ορισμό της Βαθύτερης Μάθησης και των Δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα» (στο εξής θα αναφέρεται ως Επιτροπή), του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας των ΗΠΑ (NRC), δημοσίευσε το 2012 την έκθεση με τίτλο «Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century» (National Research Council, 2012). Στην έκθεση αυτή, οι δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα αναφέρονται ως γνώσεις που μπορούν να μεταφερθούν ή να εφαρμοστούν σε νέες καταστάσεις. Σε αντίθεση με την επικρατούσα οπτική για αυτές τις δεξιότητες ως γενικές δεξιότητες που μπορούν να εφαρμοστούν σε μια σειρά διαφορετικών πλαισίων, ακαδημαϊκών, πολιτικών, εργασιακών ή οικογενειακών, η Επιτροπή τις θεωρεί διαστάσεις εμπειρογνωμοσύνης (expertise), που σχετίζονται με τη γνώση σε έναν συγκεκριμένο τομέα περιεχομένου.

Η Επιτροπή πρότεινε τον όρο «βαθύτερη μάθηση» ως τη διαδικασία μέσω της οποίας αναπτύσσονται τέτοιες μεταφερόμενες γνώσεις, δηλαδή ικανότητες του 21^{ου} αιώνα (NRC 2012, p. 23). Μέσω της βαθιάς μάθησης, το άτομο αναπτύσσει εμπειρογνωμοσύνη ή και επάρκεια σε έναν συγκεκριμένο τομέα γνώσης. Ενώ άλλοι τύποι μάθησης μπορούν να επιτρέψουν σε ένα άτομο να ανακαλέσει γεγονότα, έννοιες ή διαδικασίες, η βαθύτερη μάθηση επιτρέπει στο άτομο να μεταφέρει ότι έμαθε, για την επίλυση νέων προβλημάτων, δηλαδή να χρησιμοποιήσει και να εφαρμόσει τη γνώση.

Αυτή η ικανή να μεταφερθεί γνώση, περιλαμβάνει τόσο τη γνώση περιεχομένου σε έναν τομέα όσο και τη διαδικαστική γνώση του πώς, γιατί και πότε να εφαρμοστεί αυτή η γνώση για να απαντήσει σε ερωτήσεις και να λύσει προβλήματα. Οι τελευταίες διαστάσεις της μεταφερόμενης γνώσης (πώς, γιατί και πότε να εφαρμοστεί η γνώση περιεχομένου) ονομάζονται συχνά «δεξιότητες». Η Επιτροπή, για να αναφερθεί στο μείγμα γνώσεων περιεχομένου και των σχετιζόμενων δεξιοτήτων, υιοθετεί τον όρο «ικανότητες» του 21^{ου} αιώνα.

Προκειμένου να περιγράψει τις ικανότητες του 21^{ου} αιώνα και να παρέχει ένα σημείο εκκίνησης για περαιτέρω έρευνα ως προς το νόημα και την αξία τους, η Επιτροπή εντόπισε τρεις ευρείς τομείς ικανότητας: την γνωστική, την ενδοπροσωπική και την διαπροσωπική. Κάθε μία αντιπροσωπεύει μία διαφορετική πτυχή της ανθρώπινης σκέψης. Ο γνωστικός τομέας περιλαμβάνει τη σκέψη και τις σχετικές με αυτή ικανότητες, όπως η συλλογιστική, η επίλυση προβλημάτων και η μνήμη. Ο ενδοπροσωπικός τομέας αφορά αισθήματα και συναισθήματα και περιλαμβάνει την αυτορρύθμιση -την ικανότητα του ατόμου να θέτει και να επιτυγχάνει τους στόχους του (Hoyle & Davisson, 2011). Τέλος οι διαπροσωπικές ικανότητες χρησιμοποιούνται από το άτομο, τόσο για να εκφράζει πληροφορίες σε άλλους και να ερμηνεύει τα μηνύματά τους (λεκτικά και μη λεκτικά) όσο και για να ανταποκρίνεται κατάλληλα σ' αυτά (Bedwell, Fiore, and Salas, 2011).

Η βαθύτερη μάθηση μπορεί να υποστηριχθεί μέσω διδακτικών πρακτικών που δημιουργούν μια θετική μαθησιακή κοινότητα στην οποία οι μαθητές αποκτούν γνώσεις περιεχομένου και επίσης αναπτύσσουν ενδοπροσωπικές και διαπροσωπικές ικανότητες.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

2.1.2 Βαθύτερη Μάθηση για Μεταφορά

Η ευρεία έκκληση -εκπροσώπων του επιχειρηματικού κόσμου, εκπαιδευτικών οργανισμών και ερευνητών- για βαθύτερη μάθηση και δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα αντικατοπτρίζει ένα μακροχρόνιο ζήτημα στην εκπαίδευση και την κατάρτιση, την επιθυμία των ατόμων να αναπτύξουν γνώσεις και δεξιότητες που μπορούν να μεταφερθούν (NRC, 2012). Η ανάγκη για μάθηση στην τάξη ικανή να μεταφερθεί ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί στην πράξη και σε περιβάλλοντα εκτός του σχολείου είναι σύμφωνη με την ιδέα του "learning and becoming in practice", θέμα του 11^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου των Επιστημών Μάθησης, το 2014.

Τα παραπάνω συνδέονται με την πρόκληση για τη δημιουργία μαθησιακών περιβαλλόντων και διδακτικών πρακτικών που υποστηρίζουν την ανάπτυξη των γνωστικών, ενδοπροσωπικών και διαπροσωπικών ικανοτήτων και επιτρέπουν στους μαθητές να μεταφέρουν ό, τι έχουν μάθει σε νέες καταστάσεις και νέα προβλήματα.

Εάν ο στόχος της διδασκαλίας είναι να προετοιμάσει τους μαθητές να ολοκληρώσουν εργασίες ή να λύσουν προβλήματα ακριβώς όπως αυτά που αντιμετωπίζονται κατά τη διδασκαλία, τότε δεν απαιτείται βαθύτερη μάθηση. Για παράδειγμα, εάν η εργασία κάποιου απαιτεί την προσθήκη λιστών αριθμών με ακρίβεια, αυτό το άτομο πρέπει να αναπτύξει ικανότητα στη χρήση της πρόσθεσης, αλλά δεν χρειάζεται βαθύτερη μάθηση σχετικά με τη φύση των αριθμών και τη θεωρία των αριθμών, που θα επιτρέψει τη μεταφορά σε νέες καταστάσεις που περιλαμβάνουν την εφαρμογή μαθηματικών αρχών. Η σημερινή τεχνολογία ωστόσο έχει μειώσει τη ζήτηση για τέτοιες δεξιότητες ρουτίνας (Autor, Levy & Murnane, 2003). Η επιτυχία στην εργασία και τη ζωή στον 21^ο αιώνα συνδέεται με γνωστικές, ενδοπροσωπικές και διαπροσωπικές ικανότητες που επιτρέπουν στα άτομα να προσαρμόζονται αποτελεσματικά στις μεταβαλλόμενες καταστάσεις και να μη βασίζονται αποκλειστικά σε διαδικασίες ρουτίνας. Όταν ο στόχος της διδασκαλίας είναι να προετοιμάσει τους μαθητές ώστε να είναι σε θέση να επιλύσουν νέα προβλήματα και να προσαρμοστούν σε νέες καταστάσεις, τότε απαιτείται βαθύτερη μάθηση.

Οι εκκλήσεις για δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα, όπως η καινοτομία, η δημιουργικότητα και η δημιουργική επίλυση προβλημάτων, μπορούν επίσης να θεωρηθούν ως εκκλήσεις για βαθύτερη μάθηση, βοηθώντας τους μαθητές να αναπτύξουν μεταφερόμενες γνώσεις που μπορούν να εφαρμοστούν για την επίλυση νέων προβλημάτων ή την αποτελεσματική ανταπόκριση σε νέες καταστάσεις.

Τα προαναφερόμενα, καθιστούν τη μεταφορά της γνώσης ως το καθοριστικό χαρακτηριστικό της βαθύτερης μάθησης.

2.1.3 Φύση της Βαθύτερης Μάθησης

Από την ανασκόπηση της έρευνας για τη μεταφορά της γνώσης σύμφωνα με την έκθεση της Επιτροπής (NRC, 2012), προκύπτει ότι: Πρώτον, υπάρχουν όρια στο βαθμό που οι γνώσεις και οι δεξιότητες που αναπτύχθηκαν μέσω της βαθύτερης μάθησης μπορούν να μεταφερθούν. Η μεταφορά είναι δυνατή εντός μιας θεματικής περιοχής ή ενός πεδίου γνώσης, όταν χρησιμοποιούνται αποτελεσματικές εκπαιδευτικές μέθοδοι. Δεύτερον, η έρευνα σχετικά με την εμπειρογνωμοσύνη υποδηλώνει ότι η βαθύτερη μάθηση

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

περιλαμβάνει την ανάπτυξη καλά οργανωμένης γνώσης σε έναν τομέα, ώστε να μπορεί εύκολα να ανακτηθεί, για να εφαρμοστεί σε νέα προβλήματα σε αυτόν τον τομέα. Τρίτον, η έρευνα δείχνει ότι η βαθύτερη μάθηση απαιτεί εκτεταμένη πρακτική, υποβοηθούμενη από ανατροφοδότηση, που επιτρέπει στους μαθητές να διορθώσουν τα λάθη τους και να εξασκήσουν σωστές διαδικασίες. Τέταρτον, η επιστήμη της ψυχολογίας έχει συμβάλει στη διάκριση μεταξύ της επιφανειακής μάθησης και της ουσιαστικής μάθησης (ή της βαθύτερης μάθησης). Η ουσιαστική μάθηση (η οποία αναπτύσσει βαθύτερη κατανόηση της δομής του προβλήματος και της μεθόδου επίλυσης) οδηγεί στη μεταφορά, ενώ η επιφανειακή μάθηση όχι (Katon, 1940).

2.1.4 Συστατικά της Βαθύτερης Μάθησης

Κατά τον Mayer (2011) η βαθύτερη μάθηση περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός διασυνδεδεμένου δικτύου πέντε τύπων γνώσης:

- Γεγονότα, δηλώσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά ή τις σχέσεις των στοιχείων του πεδίου (factual knowledge)
- Έννοιες, κατηγορίες, σχήματα, μοντέλα ή αρχές (conceptual knowledge)
- Διαδικασίες ή βήμα προς βήμα διαδικασίες (procedural knowledge)
- Στρατηγικές, γενικές μέθοδοι (strategic knowledge)
- Πεποισθήσεις του ατόμου για το επίπεδο των γνώσεων του (metacognitive knowledge)

Η νοητική οργάνωση της γνώσης βοηθά ένα άτομο να εντοπίσει γρήγορα και να ανακτήσει τη σχετική γνώση όταν προσπαθεί να λύσει ένα νέο πρόβλημα (δηλαδή, όταν προσπαθεί να μεταφέρει τη γνώση). Ο Mayer (2010) πρότεινε ότι ο τρόπος με τον οποίο ένας μαθητής οργανώνει αυτούς τους πέντε τύπους γνώσης επηρεάζει το εάν η γνώση οδηγεί σε βαθύτερη μάθηση και μεταφορά. Για παράδειγμα, η στοιχειώδης γνώση (factual knowledge) είναι πιο πιθανό να μεταφερθεί εάν είναι ενσωματωμένη, αντί να υπάρχει ως απομονωμένα κομμάτια πληροφοριών, και η εννοιολογική γνώση (conceptual knowledge) είναι πιο πιθανό να μεταφερθεί εάν είναι νοητικά οργανωμένη γύρω από σχήματα, μοντέλα ή γενικές αρχές.

Η έρευνα σχετικά με την εμπειρογνωμοσύνη θα έδειχνε ότι, οι διαδικασίες που έχουν εξασκηθεί στην πράξη ώστε να γίνουν αυτόματες και να ενσωματωθούν στην μακροπρόθεσμη μνήμη του ατόμου, μεταφέρονται πιο εύκολα σε νέα προβλήματα από αυτές που απαιτούν πολλή σκέψη και προσπάθεια. Επιπλέον, υπάρχουν συγκεκριμένες

Type of Knowledge	Format or Cognitive Processing
Factual	Integrated, rather than separate facts
Conceptual	Schemas, models, principles
Procedures	Automated, rather than effortful
Strategies	Specific cognitive and metacognitive strategies
Beliefs	Productive beliefs about learning

Πηγή: Mayer (2010)

Εικόνα 1: Τι είναι η μεταφερόμενη μάθηση;

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

γνωστικές και μεταγνωστικές στρατηγικές που προωθούν τη μεταφορά. Τέλος, η ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα ικανών να μεταφερθούν, είναι πιο πιθανή εάν ο μαθητής πιστεύει στην ικανότητά του να μάθει και είναι πεπεισμένος για την αξία της μάθησης.

Η Εικόνα 1 περιγράφει τη γνωστική επεξεργασία των πέντε τύπων γνώσεων και πεπαιθώσεων που, σε στενή συνεργασία, υποστηρίζουν βαθύτερη μάθηση και μεταφορά. Η βαθύτερη μάθηση περιλαμβάνει τον συντονισμό και των πέντε τύπων γνώσης. Ο μαθητής αποκτά ένα διασυνδεδεμένο δίκτυο συγκεκριμένων γεγονότων, αυτοματοποιεί διαδικασίες, βελτιώνει σχήματα και νοητικά μοντέλα και βελτιώνει γνωστικές και μεταγνωστικές στρατηγικές, ενώ παράλληλα αναπτύσσει παραγωγικές πεπαιθήσεις για τη μάθηση. Μέσω αυτής της διαδικασίας, ο μαθητής αναπτύσσει μεταφερόμενες γνώσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν όχι μόνο τα γεγονότα και τις διαδικασίες που συμβάλουν στην διατήρηση της γνώσης, αλλά και τις έννοιες, τις στρατηγικές και τις πεπαιθήσεις που απαιτούνται για την επιτυχία της μεταφοράς της. Η Επιτροπή στην έκθεσή της θεωρεί αυτές τις έννοιες, στρατηγικές σκέψης, και πεπαιθήσεις ως δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα.

Το προτεινόμενο μοντέλο μεταφερόμενης γνώσης αντικατοπτρίζει την έρευνα για ανάπτυξη εμπειρογνωμοσύνης, η οποία έχει εντοπίσει διαφορές στη γνώση μεταξύ ειδικών και αρχάριων (Εικόνα 2). Οι αρχάριοι τείνουν να αποθηκεύουν τα γεγονότα ως απομονωμένες μονάδες, ενώ οι ειδικοί τα αποθηκεύουν σε ένα διασυνδεδεμένο δίκτυο. Οι αρχάριοι τείνουν να δημιουργούν κατηγορίες με βάση τα επιφανειακά χαρακτηριστικά, ενώ οι ειδικοί δημιουργούν κατηγορίες με βάση τα δομικά χαρακτηριστικά. Οι αρχάριοι πρέπει να καταβάλουν συνειδητή προσπάθεια για την εφαρμογή διαδικασιών, ενώ οι ειδικοί έχουν αυτοματοποιήσει βασικές διαδικασίες, που τους απελευθερώνουν από την ανάγκη να καταβάλουν συνειδητή προσπάθεια για την εφαρμογή τους.

Knowledge	Novices	Experts
Facts	fragmented	integrated
Concepts	surface	structural
Procedures	effortful	automated
Strategies	general	specific
Beliefs	unproductive	productive

Πηγή: Mayer (2010)

Εικόνα 2: Ειδικοί-Αρχάριοι Διαφορές στους Πέντε Τύπους Γνώσης

Οι αρχάριοι τείνουν να χρησιμοποιούν γενικές στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων, οι οποίες απαιτούν μια στρατηγική προς τα πίσω ξεκινώντας από τον στόχο, ενώ οι ειδικοί τείνουν να χρησιμοποιούν συγκεκριμένες στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένα είδη προβλημάτων ενός τομέα. Τέλος, οι αρχάριοι μπορεί να έχουν μη παραγωγικές πεπαιθήσεις, όπως η ιδέα ότι η απόδοσή τους εξαρτάται από την ικανότητα τους, ενώ οι ειδικοί μπορεί να έχουν παραγωγικές

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοσηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

πεπιοθήσεις, όπως η ιδέα ότι αν προσπαθήσουν αρκετά σκληρά μπορούν να λύσουν το πρόβλημα. Εν ολίγοις, η ανάλυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων με βάση τους τύπους των πέντε γνώσεων έχει αποδειχθεί χρήσιμη ως απάντηση στο ερώτημα του τι γνωρίζουν οι ειδικοί στην επίλυση προβλημάτων που δεν γνωρίζουν οι αρχάριοι.

2.1.5 Χαρακτηριστικά της Διδασκαλίας για Βαθύτερη Μάθηση

Τα παρακάτω απαντούν στο ερώτημα, πώς μπορούν οι εκπαιδευτικοί να διδάξουν με τρόπους που προωθούν τη μεταφορά. Η πιο εκτεταμένη έρευνα που σχετίζεται με τη βαθύτερη μάθηση προέρχεται από τις επιστήμες της μάθησης. Αν και αυτή η έρευνα έχει επικεντρωθεί στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων στον γνωστικό τομέα, δείχνει ότι η βαθύτερη μάθηση και η πολύπλοκη επίλυση προβλημάτων περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση γνωστικών, ενδοπροσωπικών και διαπροσωπικών ικανοτήτων (NRC, 2012). Η πάνω από έναν αιώνα έρευνα σχετικά με τη μεταφορά, έχει αποφέρει λίγα στοιχεία σχετικά με το αν η διδασκαλία μπορεί να αναπτύξει γενικές γνωστικές ικανότητες που μπορούν να μεταφερθούν σε οποιαδήποτε γνωστικό αντικείμενο, πρόβλημα ή πλαίσιο, μέσα ή έξω από το σχολείο (NRC, 2012). Παρ' όλα αυτά, έχει εντοπίσει χαρακτηριστικά της διδασκαλίας που είναι πιθανό να υποστηρίξουν ουσιαστικά τη βαθύτερη μάθηση και την ανάπτυξη των ικανοτήτων του 21^{ου} αιώνα σε μια θεματική περιοχή ή ένα γνωστικό αντικείμενο. Για παράδειγμα, είναι γνωστό πλέον ότι η μεταφορά υποστηρίζεται αν οι μαθητές κατανοούν τις γενικές αρχές στις οποίες βασίζεται η αρχική τους μάθηση και όταν το περιβάλλον ή το πρόβλημα μεταφοράς της περιλαμβάνει τις ίδιες γενικές αρχές (Judd, 1908), ένα εύρημα που αντικατοπτρίζεται στα προγράμματα σπουδών, τα οποία υπογραμμίζουν την εκμάθηση γενικών αρχών. Ομοίως, κατά την επίλυση προβλημάτων, η μεταφορά διευκολύνεται όταν η διδασκαλία βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν βαθιά κατανόηση της δομής μιας κατηγορίας προβλημάτων και των αντίστοιχων μεθόδων επίλυσης, αλλά δεν υποστηρίζεται από την επιφανειακή εκμάθηση των λύσεων σε συγκεκριμένα προβλήματα ή των διαδικασιών επίλυσης προβλημάτων. Αυτό το είδος βαθιάς, ενσωματωμένης μάθησης αναπτύσσεται σταδιακά και απαιτεί χρόνο, αλλά μπορεί να ξεκινήσει νωρίς: πρόσφατα στοιχεία δείχνουν ότι ακόμη και οι μαθητές στην προσχολική ηλικία και στις πρώτες τάξεις του δημοτικού, μπορούν να σημειώσουν ουσιαστική πρόοδο στην εννοιολογική οργάνωση, τη συλλογιστική, την επίλυση προβλήματος, την αναπαράσταση και την επικοινωνία, σε προσεκτικά επιλεγμένους θεματικούς τομείς της επιστήμης (NRC, 2012). Επιπλέον, η διδασκαλία που δίνει έμφαση στις προϋποθέσεις για την εφαρμογή ενός συνόλου στοιχειωδών (factual) ή διαδικαστικών (procedural) γνώσεων διευκολύνει επίσης τη μεταφορά.

Για διδασκαλία που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη γνωστικών ικανοτήτων, εντός ή εκτός σχολείου, και ανεξάρτητα από την υποστήριξη ή όχι από ψηφιακά μέσα, η Επιτροπή συνιστά:

1. Ο σχεδιασμός της διδασκαλίας που στοχεύει σε βαθύτερη μάθηση και ανάπτυξη μεταφερόμενων ικανοτήτων του 21^{ου} αιώνα, θα πρέπει να ξεκινά με σαφώς οριοθετημένους μαθησιακούς στόχους και ένα μοντέλο για το πώς αναμένεται να αναπτυχθεί η μάθηση, μαζί με αξιολογήσεις για τη μέτρηση της προόδου των μαθητών προς την επίτευξη των στόχων. Αυτή η διδασκαλία μπορεί ξεκινήσει από την πρώτη

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοσηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

εκπαίδευση και να διατηρηθεί καθ' όλη τη διάρκεια της παραμονής των μαθητών στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια βαθμίδα εκπαίδευσης

2. Θα πρέπει να υποστηρίζεται η ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών και εκπαιδευτικών προγραμμάτων που περιλαμβάνουν μεθόδους διδασκαλίας βασισμένες στη διερεύνηση, όπως:

- Χρήση πολλαπλών και ποικίλων αναπαραστάσεων των εννοιών και διαδικασιών, όπως: διαγράμματα, αριθμητικές και μαθηματικές αναπαραστάσεις και προσομοιώσεις, σε συνδυασμό με δραστηριότητες και καθοδήγηση που υποστηρίζουν τη αντιστοίχιση εννοιών και διαδικασιών στις ποικίλες αναπαραστάσεις.
- Ενθάρρυνση της επεξεργασίας (elaboration), του προβληματισμού (questioning και της ερμηνείας (explanation). Για παράδειγμα, προτρέποντας τους μαθητές που διαβάζουν ένα κείμενο ιστορίας να σκεφτούν την πρόθεση του συγγραφέα ή και να εξηγήσουν συγκεκριμένες πληροφορίες και επιχειρήματα καθώς διαβάζουν, είτε σιωπηλά στον εαυτό τους είτε σε άλλους.
- Εμπλοκή των μαθητών σε δύσκολες εργασίες, ενώ παράλληλα υποστηρίζονται με καθοδήγηση, ανατροφοδότηση, και ενθάρρυνση να προβληματιστούν σχετικά με τις δικές τους μαθησιακές διαδικασίες και το επίπεδο κατανόησής τους.
- Διδασκαλία με παραδείγματα και μελέτες περίπτωσης, όπως μοντελοποίηση βήμα προς βήμα της διαδικασίας επίλυσης ενός προβλήματος και χρήση συνόλων παραδειγμάτων εργασίας.
- Παρότρυνση των μαθητών, μέσω της σύνδεσης των θεμάτων της διδασκαλίας με την προσωπική ζωή και τα ενδιαφέροντα τους και εμπλοκή τους στη συνεργατική επίλυση προβλημάτων, δίνοντας βάρος στην προσοχή των γνώσεων και των δεξιοτήτων που αναπτύσσουν και όχι στην βαθμολόγησή τους.
- Χρήση διαμορφωτικής αξιολόγησης για: α) να γίνουν σαφείς στους μαθητές οι μαθησιακοί στόχοι, β) ο εκπαιδευτικός να παρακολουθεί συνεχώς, να παρέχει ανατροφοδότηση και να ανταποκρίνεται στην μαθησιακή πρόοδο των μαθητών και γ) οι μαθητές να εμπλέκονται στην αυτοαξιολόγηση και την αξιολόγηση τους από ομότιμους.

Η έρευνα για τη διδασκαλία και την απόκτηση ικανοτήτων στον ενδοπροσωπικό και διαπροσωπικό τομέα είναι μικρότερης κλίμακας. Ωστόσο η ανασκόπηση της αναδυόμενης έρευνας σε αυτούς τους τομείς (NRC, 2012) προτείνει ότι, τα εκπαιδευτικά χαρακτηριστικά που υποστηρίζουν την ανάπτυξη μεταφερόμενων ικανοτήτων στον γνωστικό τομέα, μπορούν επίσης να υποστηρίξουν τη μεταφορά και στους τομείς αυτούς.

2.1.6 Βαθύτερη Μάθηση μέσω Επίλυσης Προβλήματος

Οι προσεγγίσεις Μάθησης μέσω Επίλυσης Προβλημάτων (PBL) αντιπροσωπεύουν μαθησιακές δραστηριότητες με τη μορφή πλούσιων εκτεταμένων προβλημάτων που, εάν σχεδιαστούν και εφαρμοστούν προσεκτικά, μπορούν να προσελκύσουν τους μαθητές σε δύσκολες εργασίες (προβλήματα) παρέχοντας παράλληλα καθοδήγηση και ανατροφοδότηση. Μπορούν να ενθαρρύνουν την συλλογιστική, την αμφισβήτηση και την αυτο-εξήγηση και μπορούν να προωθήσουν το κίνητρο παρουσιάζοντας προβλήματα που είναι σχετικά και ενδιαφέροντα για τους μαθητές. Ενώ έχει αναπτυχθεί μια ποικιλία

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοσηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

διαφορετικών προσεγγίσεων της PBL, οι διδακτικές παρεμβάσεις αυτού του είδους ακολουθούν συχνά έξι βασικές αρχές (Barrows, 1996):

1. Μαθητοκεντρική μάθηση
2. Μικρές ομάδες
3. Δάσκαλος ως διαμεσολαβητής ή οδηγός
4. Πρώτα το πρόβλημα
5. Το πρόβλημα είναι το εργαλείο για την επίτευξη γνώσεων και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων
6. Αυτοκατευθυνόμενη μάθηση

Οι Strobel και van Barneveld (2009) διεξήγαγαν μια μετα-σύνθεση οκτώ προηγούμενων μετα-αναλύσεων και ερευνητικών ανασκοπήσεων που είχαν συγκρίνει τις προσεγγίσεις PBL με την παραδοσιακή διδασκαλία που βασίζεται σε διάλεξη. Διαπίστωσαν ότι ο τρόπος με τον οποίο καθορίστηκαν και αξιολογήθηκαν οι μαθησιακοί στόχοι στις διάφορες μεμονωμένες μελέτες επηρέασε τα ευρήματα σχετικά με τη συγκριτική αποτελεσματικότητα των δύο διαφορετικών προσεγγίσεων. Όταν ο μαθησιακός στόχος ήταν η γνώση και οι αξιολογήσεις επικεντρώνονταν στη βραχυπρόθεσμη διατήρηση της, οι παραδοσιακές προσεγγίσεις ήταν πιο αποτελεσματικές από τις PBL, αλλά όταν οι αξιολογήσεις επικεντρώνονταν στη μακροπρόθεσμη διατήρηση της γνώσης (12 εβδομάδες έως 2 χρόνια μετά την αρχική διδασκαλία), οι προσεγγίσεις PBL ήταν πιο αποτελεσματικές. Επιπλέον, όταν οι μαθησιακοί στόχοι σχετίζονταν με τη μεταφορά ή την εφαρμογή της γνώσης, οι προσεγγίσεις PBL ήταν πιο αποτελεσματικές.

2.1.7 Ευκαιρίες και προκλήσεις για Βαθύτερη Μάθηση

Επειδή οι ικανότητες του 21^{ου} αιώνα υποστηρίζουν τη βαθύτερη μάθηση των γνωστικών αντικειμένων στο σχολείο, η ευρεία απόκτηση τους θα μπορούσε ενδεχομένως να μειώσει τις ανισότητες στο μορφωτικό επίπεδο, προετοιμάζοντας τους μαθητές για επιτυχημένα αποτελέσματα στο χώρο εργασίας ή και σε άλλους τομείς της ενήλικης ζωής τους.

Ωστόσο, σύμφωνα με την Επιτροπή παραμένουν σημαντικές προκλήσεις (NRC, 2012), όπως :

- η ανάγκη για νέα συστήματα αξιολόγησης, ικανά να μετρήσουν με ακρίβεια και να υποστηρίξουν την απόκτηση αυτών των ικανοτήτων,
- η ανάγκη για διαρκή έρευνα και ανάπτυξη για τη δημιουργία αξιολογήσεων ικανών να μετρήσουν τις γνωστικές, ενδοπροσωπικές και διαπροσωπικές ικανότητες,
- η ανάγκη ανάπτυξης νέων προγραμμάτων σπουδών που ενσωματώνουν τις αρχές σχεδιασμού που βασίζονται στην έρευνα και τις εκπαιδευτικές μεθόδους που περιγράφηκαν παραπάνω,
- νέες προσεγγίσεις για επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών θα χρειαστούν για να βοηθήσουν τους σημερινούς και μελλοντικούς εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν αυτές τις εκπαιδευτικές αρχές και μεθόδους, καθώς και τον ρόλο της βαθύτερης μάθησης και των ικανοτήτων του 21^{ου} αιώνα στην εκμάθηση του βασικού ακαδημαϊκού περιεχομένου.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

2.2 Το Διδακτικό Μοντέλο BSCS «5E» για Βαθύτερη Μάθηση

Μία από τις προτάσεις της «Επιτροπής για τον Ορισμό της Βαθύτερης Μάθησης και των Δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα», για διδασκαλία που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη γνωστικών ικανοτήτων, είναι η ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών και εκπαιδευτικών προγραμμάτων που περιλαμβάνουν μεθόδους διδασκαλίας βασισμένες στη διερεύνηση.

Ανταποκρινόμενος στην σύσταση αυτή, ο οργανισμός BSCS Science Learning (ανεξάρτητος, μη κερδοσκοπικός οργανισμός για τον μετασχηματισμό της εκπαίδευσης εκπαίδευσης στην επιστήμη-science education), δημιούργησε το διερευνητικό διδακτικό μοντέλο 5E. Σκοπός του μοντέλου είναι η ανάπτυξη νέου υλικού για τα προγράμματα σπουδών και την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών.

Το μοντέλο αναφέρεται συνήθως ως διδακτικό μοντέλο BSCS 5E, ή 5Es και αποτελείται από τις ακόλουθες φάσεις: εμπλοκή (engagement), εξερεύνηση (exploration), εξήγηση (explanation), επεξεργασία (elaboration) και αποτίμηση (evaluation). Κάθε φάση έχει μια συγκεκριμένη λειτουργία και συμβάλλει στη συνεκτική διδασκαλία του εκπαιδευτικού και στη διαμόρφωση μιας καλύτερης κατανόησης των επιστημονικών και τεχνολογικών γνώσεων, στάσεων και δεξιοτήτων από τους μαθητές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να πλαισιώσει την οργάνωση ετήσιων προγραμμάτων, ενοτήτων εντός του προγράμματος

Phase	Summary
Engagement	The teacher or a curriculum task accesses the learners' prior knowledge and helps them become engaged in a new concept through the use of short activities that promote curiosity and elicit prior knowledge. The activity should make connections between past and present learning experiences, expose prior conceptions, and organize students' thinking toward the learning outcomes of current activities.
Exploration	Exploration experiences provide students with a common base of activities within which current concepts (i.e., misconceptions), processes, and skills are identified and conceptual change is facilitated. Learners may complete lab activities that help them use prior knowledge to generate new ideas, explore questions and possibilities, and design and conduct a preliminary investigation.
Explanation	The explanation phase focuses students' attention on a particular aspect of their engagement and exploration experiences and provides opportunities to demonstrate their conceptual understanding, process skills, or behaviors. This phase also provides opportunities for teachers to directly introduce a concept, process, or skill. Learners explain their understanding of the concept. An explanation from the teacher or the curriculum may guide them toward a deeper understanding, which is a critical part of this phase.
Elaboration	Teachers challenge and extend students' conceptual understanding and skills. Through new experiences, the students develop deeper and broader understanding, more information, and adequate skills. Students apply their understanding of the concept by conducting additional activities.
Evaluation	The evaluation phase encourages students to assess their understanding and abilities and provides opportunities for teachers to evaluate student progress toward achieving the educational objectives.

Εικόνα 3: Σύνοψη του διδακτικού μοντέλου BSCS 5E

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

σπουδών ή μιας ακολουθίας μαθημάτων, υποστηρίζοντας τους εκπαιδευτικούς στη λήψη αποφάσεων κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας στην τάξη. Μια περίληψη των φάσεων του μοντέλου 5E, όπως περιγράφεται στην αναφορά του οργανισμού BSCS (Bybee et. al., 2006), αποτυπώνεται στην Εικόνα 3. Οι πέντε φάσεις του μοντέλου περιγράφονται πιο αναλυτικά στις παραγράφους που ακολουθούν.

Εμπλοκή (Engagement):

Η πρώτη φάση εμπλέκει τους μαθητές στη μαθησιακή δραστηριότητα. Οι δραστηριότητες αυτής της φάσης κάνουν συνδέσεις με προηγούμενες εμπειρίες και εκθέτουν τις παρανοήσεις των μαθητών.

Τρόποι προσέλκυσης των μαθητών μπορεί να είναι η υποβολή μιας ερώτησης ή ενός προβλήματος, η παρουσίαση ενός αποκλίνοντος γεγονότος ή μιας προβληματικής κατάστασης που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να παρουσιάσει την κατάσταση και να πλαισιώσει την διδακτική δραστηριότητα.

Η επιτυχής εμπλοκή έχει ως αποτέλεσμα οι μαθητές να προβληματίζονται και να παρακινούνται ενεργά στη μαθησιακή δραστηριότητα. Η λέξη "δραστηριότητα" στο μοντέλο αναφέρεται τόσο στην νοητική όσο και στη σωματική δραστηριότητα των μαθητών.

Εξερεύνηση (Exploration):

Οι μαθητές αφού έχουν εμπλακεί, χρειάζονται για χρόνο για να εξερευνήσουν τις ιδέες. Οι δραστηριότητες εξερεύνησης σχεδιάζονται έτσι ώστε οι μαθητές στην τάξη να αποκτήσουν κοινές εμπειρίες πάνω στις οποίες συνεχίζουν να διατυπώνουν έννοιες, διαδικασίες και δεξιότητες. Αυτή η φάση πρέπει να είναι πρακτική. Στο πλαίσιο της μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκπαιδευτικό λογισμικό, για να βοηθήσει την αρχική διαδικασία διαμόρφωσης επαρκών και επιστημονικά ακριβών εννοιών.

Ο στόχος των δραστηριοτήτων εξερεύνησης είναι να αποκτηθούν εμπειρίες που οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν αργότερα για να εισαγάγουν και να συζητήσουν επίσημα έννοιες, διαδικασίες ή δεξιότητες. Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας, δίνεται χρόνος στους μαθητές για να εξερευνήσουν αντικείμενα, γεγονότα ή καταστάσεις. Ως αποτέλεσμα της νοητικής και σωματικής τους συμμετοχής στη δραστηριότητα, οι μαθητές δημιουργούν σχέσεις, παρατηρούν μοτίβα, προσδιορίζουν μεταβλητές και αμφισβητούν γεγονότα.

Ο ρόλος του διδάσκοντα στη φάση εξερεύνησης είναι αυτός του διαμεσολαβητή ή του εκπαιδευτή. Ο εκπαιδευτικός ξεκινά τη δραστηριότητα και δίνει στους μαθητές χρόνο να διερευνήσουν αντικείμενα, υλικά και καταστάσεις με βάση τις ιδέες τους. Εάν ζητηθεί, μπορεί να εκπαιδεύσει ή να καθοδηγήσει τους μαθητές καθώς αρχίζουν να ανακατασκευάζουν τις εξηγήσεις τους. Η χρήση χειραπτικών υλικών κρίνεται απαραίτητη.

Εξήγηση (Explanation):

Η λέξη "εξήγηση" σημαίνει την πράξη ή τη διαδικασία στην οποία οι έννοιες, οι διαδικασίες ή οι δεξιότητες γίνονται σαφείς, κατανοητές και ξεκάθαρες. Η διαδικασία εξήγησης παρέχει στους μαθητές και τον εκπαιδευτικό μια κοινή ορολογία σε σχέση με το αντικείμενο της διδασκαλίας.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Σε αυτή τη φάση, ο εκπαιδευτικός κατευθύνει την προσοχή των μαθητών σε συγκεκριμένες πτυχές της διερεύνησης: Πρώτον, ζητά από τους μαθητές να δώσουν τις δικές τους εξηγήσεις. Δεύτερον, εισάγει επιστημονικές ή τεχνολογικές εξηγήσεις με άμεσο, ρητό και επίσημο τρόπο, βασίζοντάς τες στις εξηγήσεις των μαθητών. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να συνδέσει τις εξηγήσεις των μαθητών, με τις εμπειρίες τους από τις φάσεις εμπλοκής και εξερεύνησης του εκπαιδευτικού μοντέλου. Το κλειδί σε αυτή τη φάση είναι να παρουσιαστούν οι έννοιες, οι διαδικασίες ή οι δεξιότητες σύντομα, απλά, καθαρά και άμεσα για τη μετάβαση στην επόμενη φάση.

Οι εκπαιδευτικοί έχουν στη διάθεσή τους μια ποικιλία τεχνικών και στρατηγικών για να αποσπάσουν και να αναπτύξουν εξηγήσεις μαθητών. Χρησιμοποιούν συνήθως λεκτικές εξηγήσεις αλλά, υπάρχουν πολλές άλλες στρατηγικές, π.χ. μέσω εκπαιδευτικού λογισμικού. Στο τέλος, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να εξηγήσουν τις διερευνητικές εμπειρίες και τις εμπειρίες τους από τη φάση της εμπλοκής χρησιμοποιώντας κοινούς όρους. Οι μαθητές δεν θα εκφράσουν και θα εφαρμόσουν αμέσως τις εξηγήσεις—η μάθηση απαιτεί χρόνο.

Επεξεργασία (Elaboration):

Η φάση αυτή εμπλέκει τους μαθητές σε περαιτέρω εμπειρίες που επεκτείνουν ή χρησιμοποιούν τις έννοιες, τις διαδικασίες ή τις δεξιότητες που αποκτήθηκαν. Αυτή η φάση διευκολύνει τη μεταφορά εννοιών σε στενά συνδεδεμένες αλλά νέες καταστάσεις ή προβλήματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μαθητές μπορεί να εξακολουθούν να έχουν παρανοήσεις, ή μπορεί να κατανοούν μια έννοια μόνο από την σκοπιά της διερευνητικής εμπειρίας. Οι δραστηριότητες επεξεργασίας παρέχουν περαιτέρω χρόνο και εμπειρίες που συμβάλλουν στη μάθηση.

Η χρήση αλληλεπιδράσεων εντός ομάδων μαθητών αποτελεί μέρος της διαδικασίας επεξεργασίας. Οι ομαδικές συζητήσεις και οι καταστάσεις συνεργατικής μάθησης παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να εκφράσουν την κατανόησή τους για το θέμα και να λάβουν σχόλια από άλλους που είναι πολύ κοντά στο δικό τους επίπεδο κατανόησης.

Η γενίκευση των εννοιών, των διαδικασιών και των δεξιοτήτων είναι ο πρωταρχικός στόχος αυτής της φάσης

Αποτίμηση (Evaluation):

Στην τελευταία φάση του μοντέλου, οι μαθητές χρησιμοποιούν τις δεξιότητες που έχουν αποκτήσει και αξιολογούν την κατανόησή τους. Επιπλέον, οι μαθητές θα πρέπει να λαμβάνουν ανατροφοδότηση σχετικά με την επάρκεια των εξηγήσεών τους. Διαμορφωτική αξιολόγηση μπορεί να διεξάγεται καθ' όλη τη διάρκεια εφαρμογής του μοντέλου 5E. Μετά την ολοκλήρωση της φάσης επεξεργασίας ο εκπαιδευτικός μπορεί να εφαρμόσει αθροιστική αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, προκειμένου καθορίσει το επίπεδο κατανόησης κάθε μαθητή.

Συνοπτικά, η θεωρία που διέπει το μοντέλο BSCS 5Es βλέπει τη μάθηση ως δυναμική και διαδραστική. Τα άτομα επαναπροσδιορίζουν, αναδιοργανώνουν, επεξεργάζονται και αλλάζουν τις αρχικές τους αντιλήψεις για τις έννοιες μέσω αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον τους, με άλλα άτομα ή και με τα δύο. Ο μαθητής "ερμηνεύει" αντικείμενα και

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

φαινόμενα και εσωτερικεύει την ερμηνεία του με όρους της τρέχουσας εμπειρίας που αποκτά. Η εννοιολογική αλλαγή συχνά απαιτεί την αμφισβήτηση των τωρινών αντιλήψεων των μαθητών και την εμφάνιση αυτών των αντιλήψεων ως ελλιπών ή ανεπαρκών. Εάν αμφισβητηθεί μια τρέχουσα έννοια, πρέπει να υπάρχει ευκαιρία, με τη μορφή χρόνου και εμπειριών, να αναπτυχθεί μια πιο ακριβής σύλληψη της. Εν ολίγοις, η κατασκευή της γνώσης από τους μαθητές μπορεί να υποστηριχθεί χρησιμοποιώντας ακολουθίες μαθημάτων που έχουν σχεδιαστεί για να αμφισβητήσουν τις τρέχουσες αντιλήψεις και να παρέχουν χρόνο και ευκαιρίες για ανασυγκρότηση.

2.3 Μάθηση & Δυσκολίες

2.3.1 Πως Μαθαίνουν οι Άνθρωποι

Διάφορες εκθέσεις του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας και της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών των ΗΠΑ (NRC και NAS) παρουσιάζουν σημαντικές συνθέσεις της σύγχρονης έρευνας για τη μάθηση. Η πρώτη ανασκόπηση του NRC, *How People Learn: Brain, Mind, Experience και School* (NRC, 1999a), ακολουθήθηκε από άλλες αναφορές που ξεπερνούν τη σύνθεση και συζητούν στρατηγικές για την εφαρμογή των ευρημάτων στην πρακτική, συμπεριλαμβανομένου των, *How People Learn: Bridging Research and Practice* (NRC, 1999b) και *How Students Learn: History, Mathematics, and Science in the Classroom* (NRC, 2005).

Στο *How People Learn* (NRC, 1999a) παρέχονται πληροφορίες σχετικά με τους μαθητές και τη μάθηση. Πιο κάτω επισημαίνονται τρία σημαντικά ευρήματα επειδή έχουν ισχυρή ερευνητική βάση και σαφείς επιπτώσεις στη χρήση συστηματικής και προσεκτικά σχεδιασμένης διδασκαλίας:

1. Οι μαθητές έρχονται στην τάξη με προκαθορισμένες αντιλήψεις για το πώς λειτουργεί ο κόσμος. Εάν δεν εμπλακούν ενεργά, μπορεί να αποτύχουν να κατανοήσουν τις νέες έννοιες και πληροφορίες που διδάσκονται, ή μπορεί να μάθουν επιφανειακά προκειμένου να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις ενός τεστ αλλά να επανέλθουν στις αντιλήψεις τους έξω από την τάξη.
2. Για να αναπτύξουν την ικανότητα σε έναν τομέα έρευνας, οι μαθητές πρέπει: (α) να έχουν μια βαθιά βάση της πραγματικής γνώσης, (β) να κατανοούν τα γεγονότα και τις ιδέες εντός ενός εννοιολογικού πλαισίου και (γ) να οργανώνουν τη γνώση με τρόπους που διευκολύνουν την ανάκτηση και την εφαρμογή.
3. Μια "μεταγνωστική" προσέγγιση της διδασκαλίας μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να μάθουν να παίρνουν τον έλεγχο της δικής τους μάθησης, καθορίζοντας μαθησιακούς στόχους και παρακολουθώντας την πρόοδό τους στην επίτευξή τους.

Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι σε θέση να κάνουν τα εξής:

- Να αναγνωρίζουν και να αντλούν τις πρότερες αντιλήψεις των μαθητών τους και να βασίζονται στον εκπαιδευτικό τους σχεδιασμό στις πληροφορίες που λαμβάνουν από τους μαθητές τους.
- Να διδάσκουν το θέμα τους σε βάθος, ώστε τα γεγονότα να μεταφέρονται σε ένα διδακτικό περιβάλλον με παραδείγματα και ένα εννοιολογικό πλαίσιο

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

- Να ενσωματώνουν μεταγνωστικές δεξιότητες στη διδασκαλία τους και να τις διδάσκουν ρητά.

Τα δύο τελευταία ευρήματα έχουν συζητηθεί επαρκώς προηγουμένως. Το πρώτο εύρημα επιβεβαιώνεται από τις γενικές θεωρίες μάθησης. Κατά τον Piaget (Ackermann, 2001): 1) Η διδασκαλία είναι πάντα έμμεση. Τα παιδιά δεν καταλαβαίνουν μόνο ό,τι λέγεται. Αντίθετα, ερμηνεύουν αυτό που ακούν υπό το φως της δικής τους γνώσης και εμπειρίας. Μετατρέπουν την είσοδο. 2) Το μοντέλο μετάδοσης, ή αλλιώς η απλή μεταφορά γνώσεων, δεν αποδίδει. Για τον Piaget, η γνώση δεν είναι πληροφορίες που πρέπει να παραδοθούν στο ένα άκρο και να κωδικοποιηθούν, να απομνημονευθούν, να ανακτηθούν και να εφαρμοστούν στο άλλο άκρο. Αντ' αυτού, η γνώση είναι εμπειρία που αποκτάται μέσω αλληλεπίδρασης με τον κόσμο, τους ανθρώπους και τα πράγματα. 3) Ο Piaget δείχνει ότι πράγματι τα παιδιά έχουν βάσιμους λόγους να μην εγκαταλείψουν τις απόψεις τους υπό το φως εξωτερικών νοητικών διαταραχών. Η εννοιολογική αλλαγή δεν είναι εύκολη.

2.3.2 Μαθησιακές Δυσκολίες στον Προγραμματισμό

Η εκμάθηση προγραμματισμού αποτελεί μια πολύπλοκη και επίπονη διαδικασία για πολλούς μαθητές. Απαιτείται η απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων σε διαφορετικά επίπεδα (Γρηγοριάδου, Γόγουλου, Γουλή, Γλέζου, Μπουμπούκα, Παπανικολάου, Τσαγκάνου, Κανίδης, Βεργίνης και Δουκάκης, 2009). Βασικό στόχο των εισαγωγικών μαθημάτων προγραμματισμού αποτελεί η κατανόηση της λειτουργίας των βασικών προγραμματιστικών εννοιών και δομών και η απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων στη σχεδίαση και στην υλοποίηση λύσεων απλών προβλημάτων σε ένα συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον. Κατά τη Linn (1985) η εκμάθηση του προγραμματισμού μπορεί να προωθήσει μια αλυσίδα γνωστικών επιτευγμάτων ή αλυσίδα γνωστικών αλλαγών κατά τους Mayer & Fay (1987), οι οποίες περιλαμβάνουν την εκμάθηση γλωσσικών χαρακτηριστικών, την εκμάθηση των εννοιών και στη συνέχεια την εκμάθηση της επίλυσης νέων προβλημάτων.

Με βάση τις γνωστικές αλλαγές του μαθητή, η γνώση του προγραμματισμού μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις ευρείς τύπους: τη συντακτική γνώση, την εννοιολογική γνώση και τη στρατηγική γνώση (McGill & Volel, 1997). Η συντακτική γνώση είναι η γνώση των γλωσσικών χαρακτηριστικών, των βασικών γεγονότων και των κανόνων. Η εννοιολογική γνώση αναφέρεται στη γνώση του τρόπου λειτουργίας των δομών και των αρχών προγραμματισμού και του τι συμβαίνει μέσα στον υπολογιστή. Παραδείγματα εννοιολογικής γνώσης περιλαμβάνουν τον τρόπο λειτουργίας ενός βρόχου ή τι συμβαίνει πίσω από μια δήλωση ανάθεσης. Η στρατηγική γνώση αναφέρεται στον τρόπο εφαρμογής της συντακτικής και εννοιολογικής γνώσης του προγραμματισμού για την επίλυση νέων προβλημάτων. Οι παρανοήσεις είναι λάθη στην εννοιολογική κατανόηση.

Οι ερευνητές στην εκπαίδευση της επιστήμης των υπολογιστών χρησιμοποιούν διάφορους όρους για να περιγράψουν τις ανακριβείς ή ελλιπείς αντιλήψεις των αρχάριων προγραμματιστών, όπως "δυσκολίες", "παρανοήσεις", "λάθη", "bugs", κ.ο.κ. (Qian & Lehman, 2017). Ενώ ο Sorva (2013) θεωρεί πολλά είδη δυσκολιών ως παρανοήσεις, οι Qian και Lehman (2017) διαπιστώνουν ποιοτικές διαφορές μεταξύ των διάφορων ειδών

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

δυσκολιών που μπορεί να συναντήσουν οι μαθητές. Οι δυσκολίες σχετίζονται με πολλούς παράγοντες, όπως η μη εξοικείωση με το συντακτικό, η φυσική γλώσσα, η γνώση των μαθηματικών, τα ελλιπή νοητικά μοντέλα, η έλλειψη στρατηγικών, τα περιβάλλοντα προγραμματισμού, η πρότερη γνώση και η γνώση και η διδασκαλία των εκπαιδευτικών. Η μη αντιμετώπισή τους οδηγεί σε αποτυχία στα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού και, μακροπρόθεσμα, μπορεί να αναγκάσει τους μαθητές να εγκαταλείψουν την εκπαίδευση στον προγραμματισμό (Gomes & Mendes, 2007)

Η γνώση των εκπαιδευτικών σχετικά με τις παρανοήσεις των μαθητών ή και την ικανότητα να αξιολογούν τους μαθητές τους και να επαναπροσδιορίζουν τις παρανοήσεις τους θεωρείται σημαντική για την αποτελεσματική διδασκαλία του προγραμματισμού (Sadler et al., 2013).

2.3.3 Έννοιες Κατωφλίου

Η βιβλιογραφία υποδηλώνει ότι σε κάθε γνωστικό αντικείμενο υπάρχουν κάποιες έννοιες που δημιουργούν επιπλέον δυσκολίες στους μαθητές. Αυτές οι έννοιες, κατά τους Meyer και Land M (2003) αποτελούν «κατώφλι» (threshold) και η κατανόησή τους είναι σημαντική για την μάθηση του αντικειμένου. Οι Meyer και Land (2003) παρουσίασαν επτά βασικά χαρακτηριστικά μιας έννοιας που μπορεί να χαρακτηριστεί ως κατώφλι:

- **Μετασχηματιστική (Transformative):** οδηγεί σε μετασχηματισμό της αντίληψης και της κατανόησης ενός ατόμου στο γνωστικό αντικείμενο. Ο μετασχηματισμός της αντίληψης περιλαμβάνει μια αλλαγή στις αξίες και τις πεποιθήσεις, τα συναισθήματα ή τις στάσεις απέναντι στο γνωστικό αντικείμενο.
- **Ολοκληρωμένη (Integrative):** η κατανόησή της μπορεί να επηρεάσει και να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζονται άλλα γνωστικά αντικείμενα ενσωματώνοντας την ως ήδη υπάρχουσα γνώση (Sandri, 2013).
- **Οριοθετημένη (Bounded):** αυτό το χαρακτηριστικό δείχνει ότι οι έννοιες κατωφλίου έχουν σύνορα που, όταν διασχίζονται, μπορούν να οδηγήσουν σε άλλες εννοιολογικές εξελίξεις (Kiley & Wisker, 2009).
- **Προβληματική:** οι έννοιες κατωφλίου μπορεί να είναι περίπλοκες, δυσνόητες και κατά συνέπεια να δυσκολεύουν τους μαθητές.
- **Μη αναστρέψιμη (Irreversible):** η μετατόπιση της άποψης των μαθητών για το αντικείμενο και η τροποποίηση των προοπτικών τους, ως αποτέλεσμα της κατανόησης μιας έννοιας κατωφλίου, είναι απίθανο να ξεχαστεί.
- **Συλλογιστική (Discursive):** η διέλευση μιας έννοιας κατωφλίου θα βελτιώσει τον τρόπο με τον οποίο ο μαθητής χρησιμοποιεί τη γλώσσα του γνωστικού αντικειμένου.
- **Ανακατασκευαστική (Reconstitutive):** αυτό το χαρακτηριστικό αναφέρεται στην αλλαγή της ταυτότητας και της υποκειμενικότητας του μαθητή μόλις γίνει κατανοητή η έννοια του κατωφλίου. Περιλαμβάνει μια αναδιαμόρφωση του γνωστικού σχήματος του μαθητή (κεντρική ιδέα του κονστρουκτιβισμού) που θα προκαλέσει μια οντολογική και μια επιστημονική μετατόπιση (Land, Rattray, & Vivian, 2014).

Μελέτες που έχουν διεξαχθεί μετά την εισαγωγή του όρου το 2003, για την περαιτέρω αναγνώριση και εξήγηση των εννοιών κατωφλίου στην επιστήμη των υπολογιστών (Kallia

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

& Sentance. 2017· Sanders & McCartney, 2016), διαπίστωσαν επίσης ό,τι η γνώση ότι κάτι θεωρείται έννοια κατωφλίου, επηρεάζει τον τρόπο διδασκαλίας της έννοιας.

2.4 Αλγοριθμικές Έννοιες & Παρανοήσεις

Ένα από τα ευρήματα στο *How People Learn* (NRC, 1999a), είναι ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να αναγνωρίζουν και να αντλούν τις πρότερες αντιλήψεις των μαθητών τους κατά τον εκπαιδευτικό τους σχεδιασμό. Στη συνέχεια εξηγούνται οι αλγοριθμικές έννοιες που εξετάζονται στην παρούσα έρευνα και γίνεται αναφορά στις κυριότερες παρανοήσεις σχετικά με αυτές.

2.4.1 Αλγόριθμος & Πρόγραμμα

Η έννοια του αλγορίθμου αποτελεί την πιο θεμελιώδη έννοια της επιστήμης των υπολογιστών. Για την εισαγωγή του όρου στη διδασκαλία ο αλγόριθμος συνήθως περιγράφεται σαν ένα σύνολο βημάτων ή οδηγιών που καθορίζει τον τρόπο εκτέλεσης μιας εργασίας. Για παράδειγμα, υπάρχουν οδηγίες για το μαγείρεμα (που ονομάζονται συνταγές) ή για να βρει κάποιος το δρόμο του προς ένα προορισμό. Όλες οι ακολουθίες βημάτων ωστόσο δεν συνιστούν αλγόριθμο, αν δεν περιγράφουν τον τρόπο επίλυσης ενός προβλήματος. Η έννοια του αλγορίθμου συνδέεται άρρηκτα με την έννοια προβλήματος.

Πριν ένα μηχάνημα όπως ένας υπολογιστής μπορεί να εκτελέσει μια εργασία, πρέπει να ανακαλυφθεί ένας αλγόριθμος για την εκτέλεση αυτής της εργασίας και να αναπαρασταθεί σε μια μορφή που είναι συμβατή με το μηχάνημα. Μια τέτοια αναπαράσταση ενός αλγορίθμου ονομάζεται πρόγραμμα. Μόλις βρεθεί ένας αλγόριθμος για την εκτέλεση μιας εργασίας, η ολοκλήρωσή της δεν απαιτεί πλέον κατανόηση των αρχών στις οποίες βασίζεται ο αλγόριθμος, αντ' αυτού, μετασχηματίζεται σε απλή εκτέλεση οδηγιών. Κατά μία έννοια, η νοημοσύνη που απαιτείται για την επίλυση του προβλήματος κωδικοποιείται στον αλγόριθμο (Brookshear, 2005). Κατά συνέπεια, το επίπεδο νοημοσύνης που εμφανίζεται από τις μηχανές περιορίζεται από τη νοημοσύνη που μπορεί να μεταφερθεί μέσω των αλγορίθμων. Ένας υπολογιστής μπορεί να εκτελέσει μια εργασία μόνο εάν υπάρχει ένας αλγόριθμος για την εκτέλεση αυτής της εργασίας. Με άλλα λόγια, εάν δεν υπάρχει αλγόριθμος για την επίλυση ενός προβλήματος, τότε η λύση αυτού του προβλήματος βρίσκεται πέρα από τις δυνατότητες των μηχανών.

Μία βασική παρανόηση των αρχάριων προγραμματιστών που συνδέεται με τα παραπάνω είναι ο ανθρωπομορφισμός» του υπολογιστή, η απόδοση δηλαδή ανθρώπινων ιδιοτήτων σε έναν υπολογιστή (Guzdial, 2015). Οι μαθητές συχνά έχουν την πεποίθηση ότι ο υπολογιστής είναι μια μηχανή που διαθέτει νοημοσύνη, θεωρώντας ότι η μηχανή γνωρίζει ή μπορεί να αντιληφθεί τι σκέφτεται ο μαθητής ή τι επιθυμεί να εκτελέσει το πρόγραμμα που συνέταξε.

Σύμφωνα με τον επίσημο ορισμό της έννοιας κατά τον (Brookshear, 2005), «ένας αλγόριθμος είναι ένα διατεταγμένο σύνολο από σαφή, εκτελέσιμα βήματα που ορίζει μια διαδικασία τερματισμού». Τα κριτήρια που πρέπει απαραίτητα να ικανοποιεί ένας αλγόριθμος είναι τα εξής (Brookshear, 2005·Βακάλη κ. ά, 2010):

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοσηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

1. Εκτελέσιμος, δηλαδή η εκτέλεσή του να είναι εφικτή. Η οδηγία «Δημιούργησε μια λίστα με όλους τους θετικούς ακέραιους αριθμούς» θα ήταν αδύνατο να εκτελεστεί επειδή το πλήθος τους είναι άπειρο.
2. Καθοριστικότητα, κάθε βήμα του αλγόριθμου πρέπει να είναι ορισμένο με ακρίβεια και σαφήνεια ώστε να καθορίζει πλήρως και με μοναδικό τρόπο τις ενέργειες που απαιτούνται. Με άλλα λόγια, η εκτέλεση κάθε βήματος σε έναν αλγόριθμο απαιτεί μόνο την ικανότητα αυτού που το εκτελεί (άνθρωπος ή υπολογιστής) να ακολουθεί οδηγίες.
3. Περατότητα, ο αλγόριθμος πρέπει να τελειώνει μετά από πεπερασμένα βήματα εκτέλεσης των εντολών του.
4. Έξοδος, ο αλγόριθμος πρέπει να δημιουργεί τουλάχιστον μία τιμή δεδομένων ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας που επιτελεί, προς το χρήστη ή προς έναν άλλο αλγόριθμο.

Επιπρόσθετα η διάταξη της σειράς των βημάτων του αλγορίθμου είναι συγκεκριμένη. Αν η σειρά των βημάτων αλλάξει το αποτέλεσμα του αλγορίθμου δεν θα είναι το ίδιο. Η διάταξη στη διατύπωση των βημάτων ωστόσο, δεν καθορίζει τη σειρά εκτέλεσης τους ως ακολουθία, το πρώτο βήμα ακολουθείται από το δεύτερο κ.ο.κ.

Ένα επίσης σημαντικό ζήτημα είναι η διάκριση μεταξύ του αλγορίθμου και της αναπαράστασής του. Ο αλγόριθμος είναι αφηρημένη έννοια και διακριτός από την αναπαράστασή του π.χ. σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού, με ένα διάγραμμα ροής, ως γραπτό κείμενο σε φυσική γλώσσα ή ακόμη και κιναισθητικά. Η χρήση φυσικής γλώσσας ωστόσο, απαιτεί μεγάλο βαθμό λεπτομέρειας για να περιγραφεί ένας αλγόριθμος και ενέχει τον κίνδυνο πολλαπλών ερμηνειών εισάγοντας ασάφεια. Οι οδηγίες που προορίζονται προς εκτέλεση από μία μηχανή όπως ο υπολογιστής, πρέπει να αποτελούνται από απλά βήματα που δεν επιδέχονται ερμηνείας.

Η επιστήμη των υπολογιστών προσεγγίζει αυτό το πρόβλημα δημιουργώντας ένα καλά δομικών στοιχείων από τα οποία μπορούν να κατασκευαστούν αναπαραστάσεις αλγορίθμων. Ένα τέτοιο δομικό στοιχείο ονομάζεται αρχέτυπο (primitive). Η εκχώρηση ακριβών ορισμών σε αυτά τα αρχέτυπα καταργεί πολλά προβλήματα ασάφειας. Μια συλλογή αρχέτυπων μαζί με μια συλλογή κανόνων που δηλώνουν πώς τα αρχέτυπα μπορούν να συνδυαστούν για να αντιπροσωπεύουν πιο περίπλοκες ιδέες αποτελεί μια γλώσσα προγραμματισμού. Κάθε αρχέτυπο έχει τη δική του σύνταξη και σημασιολογία. Η σύνταξη αναφέρεται στη συμβολική αναπαράσταση του αρχέτυπου. Η σημασιολογία αναφέρεται στην έννοια του. Η έκφραση των αλγορίθμων σε επίπεδο γλώσσας προγραμματισμού χρησιμοποιεί μια συλλογή αρχέτυπων «υψηλότερου επιπέδου», καθένα από τα οποία είναι ένα αφηρημένο εργαλείο κατασκευασμένο από τα αρχέτυπα «χαμηλότερου επιπέδου» που παρέχονται στη γλώσσα της μηχανής (Brookshear, 2005).

Η ανάπτυξη ενός προγράμματος συνίσταται από δύο δραστηριότητες, την ανακάλυψη του υποκείμενου αλγορίθμου και την αναπαράσταση αυτού του αλγορίθμου ως πρόγραμμα. Το ερώτημα του πώς ανακαλύπτονται οι αλγόριθμοι είναι συνήθως το πιο δύσκολο βήμα στη διαδικασία ανάπτυξης λογισμικού. Η ανακάλυψη ενός αλγορίθμου για την επίλυση ενός προβλήματος απαιτεί την εύρεση μιας μεθόδου επίλυσης αυτού του

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοσηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

προβλήματος. Έτσι, το ερώτημα του πώς ανακαλύπτονται οι αλγόριθμοι ισοδυναμεί με την κατανόηση της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων. Πολλές φορές ένα πρόβλημα επιδέχεται περισσότερων λύσεων, συνεπώς υπάρχουν περισσότεροι του ενός αλγόριθμοι μεταξύ των οποίων πρέπει να επιλέξει ένας προγραμματιστής.

Τέλος παρόλο που οι σημερινές μηχανές είναι ικανές να εκτελούν εκατομμύρια εντολές το δευτερόλεπτο, η αποτελεσματικότητα παραμένει μια σημαντική παράμετρος στο σχεδιασμό αλγορίθμων. Συχνά η επιλογή μεταξύ αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών αλγορίθμων μπορεί να κάνει τη διαφορά μεταξύ μιας πρακτικής και μιας μη πρακτικής λύσης σε ένα πρόβλημα. Η ανάλυση αλγορίθμων, αποτελεί διακριτό τομέα της επιστήμης των υπολογιστών και περιλαμβάνει τη μελέτη των πόρων, όπως ο χρόνος ή χώρος αποθήκευσης, που απαιτούν οι αλγόριθμοι. Μια σημαντική εφαρμογή της είναι η αξιολόγηση των σχετικών πλεονεκτημάτων των εναλλακτικών αλγορίθμων για ένα πρόβλημα.

2.4.2 Η Δομή Επανάληψης

Η επαναλαμβανόμενη χρήση μιας εντολής ή μιας ακολουθίας εντολών είναι σημαντική αλγοριθμική έννοια. Μία μέθοδος εφαρμογής της επανάληψης σε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον είναι η επαναληπτική δομή γνωστή ως βρόχος, στην οποία μια συλλογή οδηγιών, που ονομάζεται σώμα του βρόχου, εκτελείται με επαναλαμβανόμενο τρόπο υπό την καθοδήγηση μιας διαδικασίας ελέγχου.

Η διαδικασία ελέγχου ενός βρόχου αποτελείται από τρία βήματα, την αρχικοποίηση (initialization), τη δοκιμή (testing) και την τροποποίηση (modification). Το βήμα δοκιμής, προορίζεται να προκαλέσει τον τερματισμό του βρόχου παρακολουθώντας μια συνθήκη που υποδεικνύει ότι πρέπει να πραγματοποιηθεί τερματισμός. Αυτή η κατάσταση είναι γνωστή ως κατάσταση τερματισμού. Το βήμα αρχικοποίησης δημιουργεί μια κατάσταση εκκίνησης και το βήμα τροποποίησης μετακινεί αυτήν την κατάσταση προς την κατάσταση τερματισμού.

Η κατασκευή του βρόχου μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους αρχάριους μαθητές που συχνά έχουν προβλήματα κατανόησης ως προς: το ποιο είναι το εύρος ενός βρόχου, ποιες εντολές θα επαναληφθούν, πόσες φορές θα εκτελεστεί ο κώδικας μέσα σε ένα βρόχο και ούτω καθεξής (Sleeman, Putnam, Baxter, & Kuspa, 1986). Στην περίπτωση ενός απλού βρόχου με πολλαπλές ενέργειες, οι ερευνητές παρατήρησαν ότι ορισμένοι μαθητές, αντί να επαναλάβουν ολόκληρη την ακολουθία ομαδοποιώντας τις ενέργειες (grouping the actions, Grover and Basu, 2017) επαναλαμβάνουν κάθε μία χωριστά. Επιπλέον, εάν υπάρχουν πολλές γραμμές μέσα σε έναν βρόχο και μία από αυτές είναι μια δήλωση εξόδου, όπως μια δήλωση εκτύπωσης, οι μαθητές μπορεί να πιστεύουν ότι μόνο η δήλωση εκτύπωσης επαναλαμβάνεται από τον βρόχο, επειδή βλέπουν μόνο την επαναλαμβανόμενη έξοδο στην οθόνη. Ακόμη καθώς τόσο η επαναληπτική δομή for όσο και η while, υπάρχουν σε πολλές γλώσσες προγραμματισμού, οι αρχάριοι συχνά πιστεύουν ότι μία δομή επανάληψης είναι καλύτερη από την άλλη με βάση την εξοικείωσή τους με κάποια από αυτές ή τη σειρά που τις διδάχθηκαν, αντί να κατανοήσουν ότι κάθε επαναληπτική δομή έχει οφέλη για την επίλυση διαφορετικών προβλημάτων (Qian & Lehman, 2017).

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Ένας λόγος για τις δυσκολίες των μαθητών είναι ότι, η «λύση» τέτοιου είδους προβλημάτων δεν είναι συμβατή με την «φυσική» λύση με «χαρτί και μολύβι» και ίσως είναι εξαιρετικά δυσχερής για αρχάριους προγραμματιστές (Εφόπουλος, 2005). Ο Εφόπουλος (2005) σε μια καταγραφή των λαθών που πράττουν οι αρχάριοι προγραμματιστές κατά τη σύνταξη των βρόχων αναφέρει τα εξής λάθη:

- συμπεριλαμβάνουν την πρώτη εντολή που ακολουθεί τον βρόχο στην ομάδα εντολών του βρόχου και, ως εκ τούτου, κατά τα στάδια εκτέλεσης του βρόχου, εκτελούν και την εντολή αυτή,
- θεωρούν ότι η τελευταία εντολή ενός βρόχου εκτελείται πολλές φορές, ενώ οι υπόλοιπες εντολές που περικλείονται στον βρόχο εκτελούνται μία φορά,
- αποδίδουν χαρακτηριστικά βρόχου στο τμήμα των εντολών που εμπεριέχεται στο σώμα της ίδιας της επαναληπτικής δομής,
- θεωρούν ότι η μεταβλητή που χρησιμοποιείται ως μετρητής στο βρόχο ΓΙΑ δεν έχει τιμή μέσα στο βρόχο,
- θεωρούν ότι η μεταβλητή που χρησιμοποιείται ως μετρητής στο βρόχο ΓΙΑ είναι σωστό να αλλάζει την τιμή της μέσα στο βρόχο.

2.4.3 Η Μεταβλητή

Οι γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου επιτρέπουν την αναφορά τοποθεσιών στην κύρια μνήμη με περιγραφικά ονόματα και όχι με αριθμητικές διευθύνσεις. Ένα τέτοιο όνομα είναι γνωστό ως μεταβλητή. Οι μεταβλητές είναι βασικά συστατικά των προγραμμάτων που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση τιμών δεδομένων.

Βασικός στόχος, στα εισαγωγικά μαθήματα του προγραμματισμού, είναι οι μαθητές να κατανοήσουν και να διακρίνουν τη λογική από τη φυσική υπόσταση της μεταβλητής. Ο εκπαιδευτικός Πληροφορικής θα πρέπει να επιμένει στην ανάδειξη της λογικής μεταβλητής, ως εργαλείο του αλγορίθμου, και της φυσικής μεταβλητής ως μέσο αποθήκευσης δεδομένων του προγράμματος (Τζιμογιάννης, 2008). Ωστόσο, μερικές φορές η διδασκαλία του μπορεί να συμβάλει στα ανακριβή νοητικά μοντέλα των μαθητών. Παραδείγματα προβληματικών στρατηγικών διδασκαλίας περιλαμβάνουν τη χρήση ακατάλληλων αναλογιών, μοντέλων και μεταφορών (Taber, 2014). Η περιγραφή μια μεταβλητής ως κουτί που αποθηκεύει δεδομένα, είναι ένα παράδειγμα εσφαλμένης εφαρμογής της αναλογίας στον προγραμματισμό (Clancy, 2004). Οι μαθητές μπορεί να πιστέψουν ότι μια μεταβλητή μπορεί να κρατήσει μια σειρά από τιμές ακριβώς όπως ένα κουτί. Έτσι, ενώ η χρήση αναλογιών μπορεί να βοηθήσει στην εξήγηση σύνθετων συστημάτων, η ακατάλληλη χρήση αναλογιών μπορεί να οδηγήσει τους αρχάριους προγραμματιστές να δημιουργήσουν ανακριβή νοητικά μοντέλα (Halasz & Moran, 1982).

Οι πιο συνηθισμένες δυσκολίες των μαθητών για την έννοια της μεταβλητής, φαίνονται στην Εικόνα 4 (απόσπασμα πίνακα από Γρηγοριάδου κ. ά., 2009). Επιπλέον δυσκολίες είναι:

- η γνώση της εμβέλειας εντός της οποίας ορίζεται μια μεταβλητή
- η χρήση μεταβλητών για λειτουργίες εισόδου και εξόδου, οι μαθητές δεν καταλαβαίνουν από πού προέρχονται τα δεδομένα και πού αποθηκεύονται (Bayman and Mayer 1983)

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

- η προηγούμενη γνώση μαθηματικών των μαθητών, για παράδειγμα, οι μαθητές μπορεί να συγγέουν μεταβλητές αναθέσεις σε ένα πρόγραμμα υπολογιστή με αλγεβρικές εκφράσεις, οι οποίες μοιάζουν παρόμοιες αλλά σημαίνουν κάτι εντελώς διαφορετικό (Clancy 2004, Doukakis et. al., 2007). Επιπλέον, οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στον προγραμματισμό, συχνά έρχονται σε σύγκρουση με τα συμβατικά μαθηματικά.
- οι μαθητές μπορεί να γνωρίζουν πώς να χρησιμοποιούν μια δήλωση ανάθεσης, αλλά μπορεί να μην γνωρίζουν πώς αποθηκεύονται οι μεταβλητές και οι τιμές στη μνήμη του υπολογιστή (Ma, 2007)
- η φυσική γλώσσα επίσης προκαλεί παρανοήσεις, για παράδειγμα οι μαθητές μπορεί να πιστεύουν ότι η τιμή της μεταβλητής "μεγαλύτερη" είναι αναγκαστικά μεγαλύτερη από την τιμή της μεταβλητής "μικρότερη", αν και τα ονόματα μεταβλητών είναι αυθαίρετα.

Έννοια της μεταβλητής

- Διατήρηση πολλών τιμών – Ιστορία αναθέσεων: Οι μαθητές θεωρούν ότι η μεταβλητή διατηρεί περισσότερες από μία τιμές και μάλιστα ότι έχει τη δυνατότητα να «θυμάται» την ιστορία των αναθέσεων και, ανά πάσα στιγμή, να μπορεί να έχει διαθέσιμη οποιαδήποτε από τις προηγούμενες τιμές της.
 - Μη αρχικοποίηση τιμών: Οι μαθητές δεν θεωρούν απαραίτητη ενέργεια την αρχικοποίηση των μεταβλητών (π.χ. στην περίπτωση που η μεταβλητή παίζει το ρόλο του αθροιστή ή μετρητή).
 - Διαγραφή της τιμής όταν ανατίθεται σε μία άλλη μεταβλητή: Όταν χρησιμοποιούνται εντολές της μορφής $a \leftarrow b$, οι μαθητές θεωρούν ότι η μεταβλητή a θα πάρει την τιμή που έχει η b , όμως η μεταβλητή b δεν θα έχει πλέον καμία τιμή.
 - Απόδοση της μαθηματικής ισότητας στην εντολή ανάθεσης τιμής: Η εντολή $a \leftarrow b$ έχει το ίδιο αποτέλεσμα με την εντολή $b \leftarrow a$.
 - Ανάθεση αριθμητικής έκφρασης ως τιμή της μεταβλητής και όχι το αποτέλεσμα της αριθμητικής έκφρασης: Σε εντολές ανάθεσης τιμής που περιλαμβάνουν τον υπολογισμό μιας αριθμητικής έκφρασης προκειμένου να δοθεί τιμή στη μεταβλητή, οι μαθητές θεωρούν ότι οι μεταβλητές διατηρούν την αριθμητική έκφραση και όχι το αποτέλεσμα της αριθμητικής έκφρασης ως τιμή.
 - Διασύνδεση των μεταβλητών στην περίπτωση της αντικατάστασης: Σε περιπτώσεις που η εντολή ανάθεσης τιμής χρησιμοποιείται για τη δημιουργία αντιγράφου, οι μαθητές διασυνδέουν τις μεταβλητές και θεωρούν ότι οτιδήποτε «συμβαίνει» στη μια μεταβλητή «συμβαίνει» και στην άλλη μετά την εκτέλεση της συγκεκριμένης εντολής ανάθεσης.
 - Εμφάνιση της τιμής της μεταβλητής μόνο όταν έχει προηγηθεί ανάγνωση της τιμής της: Οι μαθητές θεωρούν ότι μπορούν να χρησιμοποιούν την εντολή εξόδου για την εμφάνιση της τιμής της μεταβλητής μόνο εφόσον έχει προηγηθεί εντολή εισόδου για την ανάγνωση της τιμής της.
-

Εικόνα 4: Μαθησιακές δυσκολίες στην έννοια της μεταβλητής

2.4.4 Η Διαδικασία

Είναι η κύρια τεχνική για την επίτευξη μιας αρθρωτής αναπαράστασης ενός προγράμματος σε μια αρχετυπική γλώσσα. Μια διαδικασία, με τη γενική της έννοια, είναι ένα σύνολο οδηγιών για την εκτέλεση μιας εργασίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοσηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

αφαιρετικό εργαλείο από άλλες μονάδες προγράμματος. Ο έλεγχος της ροής του προγράμματος μεταφέρεται στη διαδικασία τη στιγμή που απαιτούνται οι υπηρεσίες της και στη συνέχεια επιστρέφεται στην αρχική μονάδα προγράμματος μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Η διαδικασία μεταφοράς ελέγχου σε μια διαδικασία αναφέρεται ως κλήση της διαδικασίας. Οι περισσότερες σύγχρονες γλώσσες προγραμματισμού επιτρέπουν την κλήση διαδικασιών δηλώνοντας απλώς το όνομα της διαδικασίας.

Οι διαδικασίες γράφονται ως μεμονωμένες μονάδες προγράμματος. Η μονάδα ξεκινά με μια δήλωση, γνωστή ως κεφαλίδα της διαδικασίας, που προσδιορίζει, το όνομα της διαδικασίας, ακολουθούμενο από τη λίστα των μεταβλητών που η διαδικασία δέχεται ως είσοδο. Μετά την κεφαλίδα, ακολουθούν δηλώσεις που περιγράφουν τα βήματα που πρέπει να εκτελεστούν κατά την κλήση της διαδικασίας.

Κατά κανόνα, μια μεταβλητή που δηλώνεται στο πλαίσιο μιας διαδικασίας είναι μια τοπική μεταβλητή, που σημαίνει ότι μπορεί να αναφέρεται μόνο στο πλαίσιο αυτής της διαδικασίας. Αυτό εξαλείφει κάθε σύγχυση που μπορεί να προκύψει εάν δύο διαδικασίες, γραμμένες ανεξάρτητα, τυχαίνει να χρησιμοποιούν μεταβλητές με το ίδιο όνομα. (Η εμβέλεια μιας μεταβλητής αναφέρεται στο τμήμα ενός προγράμματος στο οποίο μπορεί να αναφερθεί μια μεταβλητή. Έτσι η εμβέλεια μιας τοπικής μεταβλητής εκτείνεται εντός της διαδικασίας στην οποία δηλώνεται).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

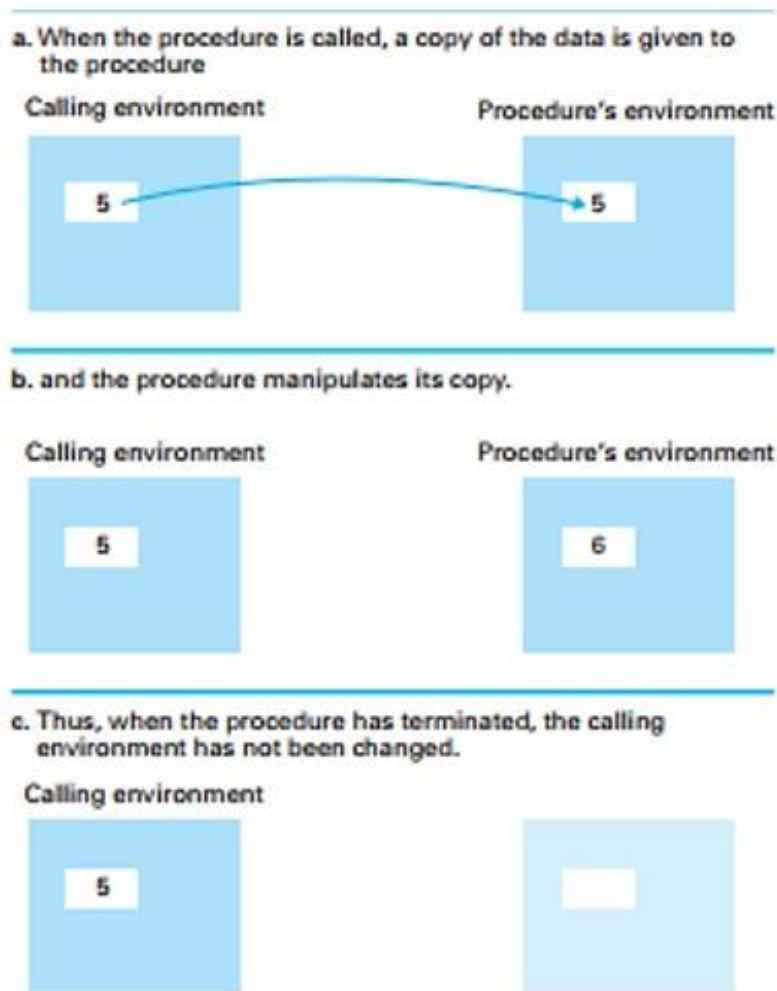
Οι μεταβλητές στην κεφαλίδα μιας διαδικασίας ονομάζονται τυπικές παράμετροι. Στη γενική περίπτωση μπορεί να υπάρχουν καμία, μία ή περισσότερες παράμετροι σε μια διαδικασία.

Οι τυπικές παράμετροι είναι γενικοί όροι. Οι ακριβείς τιμές που αποδίδονται στις τυπικές παραμέτρους όταν καλείται η διαδικασία ονομάζονται πραγματικές παράμετροι (ή ορίσματα). Κατά μία έννοια, οι τυπικές παράμετροι αντιπροσωπεύουν υποδοχές στη διαδικασία στις οποίες συνδέονται οι πραγματικές παράμετροι όταν καλείται η διαδικασία. (Brookshear, 2005).

Όταν εμπλέκονται περισσότερες από μία παράμετροι, οι πραγματικές παράμετροι αντιστοιχίζονται, μία προς μία, με τις τυπικές παραμέτρους που αναφέρονται στην κεφαλίδα της διαδικασίας -η πρώτη πραγματική παράμετρος σχετίζεται με την πρώτη τυπική παράμετρο και ούτω καθεξής. Στη συνέχεια, οι τιμές των πραγματικών παραμέτρων μεταφέρονται στις αντίστοιχες τυπικές παραμέτρους τους και εκτελείται η διαδικασία.

Η διαδικασία της μεταφοράς δεδομένων μεταξύ πραγματικών και τυπικών παραμέτρων αντιμετωπίζεται με διάφορους τρόπους από διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού. Σε ορισμένες γλώσσες παράγεται ένα αντίγραφο των δεδομένων που αντιπροσωπεύονται από τις πραγματικές παραμέτρους και δίνεται στη διαδικασία (Εικόνα 5). Χρησιμοποιώντας αυτήν την προσέγγιση, τυχόν αλλαγές στα δεδομένα που πραγματοποιούνται από τη διαδικασία αντικατοπτρίζονται μόνο στο αντίγραφο, τα δεδομένα στη μονάδα προγράμματος κλήσης δεν αλλάζουν ποτέ. Συχνά λέμε ότι τέτοιες παράμετροι περνούν κατά αξία (passed by value). Το πέρασμα των παραμέτρων κατά

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού



πηγή: Brookshear (2005)

Εικόνα 5: Πέρασμα παραμέτρων σε μια διαδικασία κατά τιμή

αξία προστατεύει τα δεδομένα στη μονάδα κλήσης από το να μεταβληθούν λανθασμένα από μια κακώς σχεδιασμένη διαδικασία.

Το πέρασμα των παραμέτρων κατά τιμή είναι αναποτελεσματικό όταν οι παράμετροι αντιπροσωπεύουν μεγάλα τμήματα δεδομένων. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται εναλλακτικά η προσέγγιση του περάσματος των παραμέτρων κατ' αναφορά (call by reference). Σε κάθε περίπτωση η χρήση παραμέτρων επιτρέπει σε μια διαδικασία να αντιπροσωπεύει μια γενική επεξεργασία που εφαρμόζεται σε συγκεκριμένα δεδομένα την κατάλληλη στιγμή.

ΠΑΡΑΝΟΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Πολλά χρόνια έρευνας έχουν αποκαλύψει ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν πολλές προκλήσεις και παρανοήσεις όταν αρχίζουν να χρησιμοποιούν συναρτήσεις ή/και διαδικασίες (Kallia & Sentance, 2017). Στην παρούσα έρευνα παρανοήσεις που έχουν εντοπιστεί στη βιβλιογραφία για τις συναρτήσεις, υιοθετούνται και για τις διαδικασίες, εφόσον αφορούν σε κοινά θέματα των δύο.

Στην έρευνα των Kallia & Sentance (2017), έννοιες όπως:

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

- οι μεταβλητές (Du Boulay, 1986),
- η εμβέλεια των μεταβλητών (Fleury, 1991),
- τα ορίσματα, οι παράμετροι και το πέρασμα παραμέτρων (Fleury, 1991· Madison & Gifford, 1997),
- ο σχεδιασμός διαδικασιών και η αποδόμηση ενός προβλήματος σε υποπροβλήματα που αυτό απαιτεί (Goldman et. al, 2008). Επί του συγκεκριμένου, οι ερευνητές προτείνουν περαιτέρω έρευνα, για την κατάταξη της ως έννοια ή δεξιότητα κατωφλίου.

δυσκολεύουν τους μαθητές και προτάθηκαν ως έννοιες κατωφλίου, από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς. Μετά από ανασκόπηση της σχετικής με το θέμα βιβλιογραφίας, εντοπίστηκαν κάποιες γενικές περιγραφές των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με την έννοια της διαδικασίας/συνάρτησης, όπως:

- Η σειρά με την οποία εκτελούνται οι συναρτήσεις ή οι διαδικασίες. Για παράδειγμα, οι Sleeman et al. (1988), ανέφεραν ότι οι μαθητές θεωρούν ότι η εκτέλεση των συναρτήσεων αρχίζει όταν ξεκινά το πρόγραμμα.
- Σύγχυση μεταξύ ορισμού και κλήσης της διαδικασίας. Στην έρευνά του ο Sirkia (2012) εντόπισε ότι οι μαθητές αγωνίζονται να καταλάβουν γιατί μια συνάρτηση δεν εκτελείται αφού την έχουν ορίσει. Δεν συνειδητοποιούν ότι μια συνάρτηση δεν κάνει τίποτα μέχρι να κληθεί.

2.5 Διδακτική Προσέγγιση για Βαθύτερη Μάθηση

Η παραδοσιακή διδακτική προσέγγιση που ακολουθείται κυρίως στα εισαγωγικά μαθήματα του προγραμματισμού οδηγεί τους μαθητές να σκέφτονται στα «στενά πλαίσια» μιας γλώσσας προγραμματισμού και να θεωρούν ότι η επίλυση ενός προβλήματος μέσω του υπολογιστή σχετίζεται κυρίως με την «κωδικοποίηση» της λύσης του σε μια γλώσσα προγραμματισμού (Lidtko & Zhou, 1999). Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι αδυναμίες της παραδοσιακής διδακτικής προσέγγισης και να αντιμετωπιστούν οι μαθησιακές δυσκολίες, δύο κύριες τάσεις διαφαίνονται στη βιβλιογραφία. Η πρώτη αφορά την ανάπτυξη ειδικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων και εργαλείων και η δεύτερη τη σχεδίαση διδακτικών προσεγγίσεων που αξιοποιούν χαρακτηριστικά των σύγχρονων θεωριών μάθησης στοχεύοντας στην ενίσχυση του μαθησιακού αποτελέσματος (Γρηγοριάδου κ.ά., 2009).

2.5.1 Προγραμματιστικά Περιβάλλοντα για Εισαγωγή στον Προγραμματισμό

Οι νέοι προγραμματιστές συνήθως εισάγονται στον προγραμματισμό με μια γλώσσα που βασίζεται σε μπλοκ, π.χ. το Scratch. Αυτές οι γλώσσες μετατοπίζουν την εστίαση του προγραμματισμού από τη σύνταξη στη σημασιολογία, καθώς εξαλείφουν τα σφάλματα σύνταξης. Ωστόσο, η σύνταξη δεν είναι η μόνη πτυχή του προγραμματισμού που οι αρχάριοι αντιμετωπίζουν ως πρόκληση. Οι μαθητές αγωνίζονται επίσης με την εκμάθηση της σημασιολογίας μιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού (semantics) και τις διαδικασίες ανάπτυξης προγραμμάτων (pragmatics), τόσο στον κειμενικό (Du Boulay, 1986· Lahtinen, Ala-Mutka, Järvinen, 2005) όσο και στον οπτικό προγραμματισμό (Grover, Pea, Cooper, 2015· Grover & Basu, 2017).

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, οι βασικές έννοιες του προγραμματισμού όπως, ο αλγόριθμος, η μεταβλητή, οι δομές επανάληψης και οι διαδικασίες, προσεγγίζονται σπειροειδώς, ξεκινώντας από το Δημοτικό. Στο Γυμνασίο η διδασκαλία τους γίνεται κυρίως μέσω της επίλυσης απλών προβλημάτων π.χ. ο σχεδιασμός απλών σχημάτων, σε ψηφιακά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα προγραμματισμού όπως το Scratch ή το MicroWorlds Pro.

Τα εκπαιδευτικά λογισμικά που χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή στον προγραμματισμό συνήθως, βασίζονται στη λογική της γλώσσας προγραμματισμού Logo και της χελώνας του Papert (Papert, 1991). Οι εντολές της Logo είναι λέξεις στη φυσική γλώσσα των μαθητών (π.χ. μπροστά, πίσω, δεξιά), με τις οποίες μπορούν να κατευθύνουν τη χελώνα στη σκηνή του λογισμικού και να δουν άμεσα το αποτέλεσμα της κάθε εντολής, στην κίνησή της. Αυτό βοηθά τους μαθητές στην εύκολη μεταφορά της διαισθητικής γνώσης που έχουν για το σώμα και τις κινήσεις τους στο έδαφος, στο ψηφιακό της αντίστοιχο. Ο όρος «χελώνα» χρησιμοποιείται μεταφορικά για να περιγράψει μια οντότητα που κινείται σε δύο διαστάσεις, αφήνοντας το ίχνος της και χαρακτηρίζεται κάθε στιγμή από την θέση της και τον προσανατολισμό της (την κατεύθυνση που κοιτάζει το μπροστινό μέρος της) (Kynigos, 1992). Οι μαθητές στη συνέχεια, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις έτοιμες λέξεις της γλώσσας για να κατασκευάσουν δικές τους, επεκτείνοντας το λεξιλόγιο διάδρασης τους με τον υπολογιστή και προσθέτοντας πιο σύνθετες μορφές κίνησης στη χελώνα, κάνοντας προγραμματισμό.

Η γλώσσα Logo ακολουθεί το συναρτησιακό προγραμματιστικό υπόδειγμα. Σύμφωνα με αυτό το υπόδειγμα, ένα πρόγραμμα κατασκευάζεται από τη σύνθεση μικρότερων υποπρογραμμάτων (συναρτήσεων) έτσι ώστε, η έξοδος κάθε επιμέρους υποπρογράμματος να χρησιμοποιείται ως είσοδος ενός άλλου, με τρόπο που «επιτυγχάνεται η επιθυμητή συνολική σχέση εισόδου-εξόδου (Brookshear, 2005). Πρακτικά, με τη Logo ο μαθητής μπορεί να δημιουργήσει σύνθετες κατασκευές «σπάζοντάς» τες σε τμήματα και υλοποιώντας τες με επιμέρους διαδικασίες.

Σύμφωνα με τον Papert (1991) όταν ο μαθητής θέλει να περιγράψει στη χελώνα πως θα σχηματίσει ένα γεωμετρικό σχήμα σκέφτεται βήμα προς βήμα τη διαδικασία κατασκευής του, σαν να περπατούσε ο ίδιος πάνω σε αυτό. Μέσα από αυτή τη διερευνητική διαδικασία ο μαθητής ανακαλύπτει διαισθητικά τις μαθηματικές ιδιότητες του σχήματος, τις οποίες καλείται στη συνέχεια να εκφράσει στη «γλώσσα» της Χελώνας, δηλαδή με τον προγραμματισμό. Κατά την εμπλοκή του με το μαστόρεμα (tinkering) γεωμετρικών σχημάτων, ο μαθητής χρησιμοποιεί μαθηματικές έννοιες, όπως η έννοια της γωνίας, υπολογιστικές πρακτικές όπως η δημιουργία διαδικασιών ή η χρήση μεταβλητών και πρακτικές υπολογιστικής σκέψης όπως η αναγνώριση μοτίβων η γενίκευση λύσεων και τελικά η αφαίρεση.

Ωστόσο, στην παραδοσιακή προσέγγιση διδασκαλίας του προγραμματισμού, οι έννοιες προσεγγίζονται επιφανειακά και αποκομμένα από τη διαδικαστική γνώση του πώς, γιατί και πότε να εφαρμοστούν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι μαθητές να μην μπορούν να μεταφέρουν τις έννοιες σε νέα προγραμματιστικά περιβάλλοντα και προβλήματα. Για την αντιμετώπιση του ζητήματος, είναι σημαντικό τα ψηφιακά εργαλεία που επιλέγονται: α) να εστιάζουν στις έννοιες προς διδασκαλία β) να χρησιμοποιούνται με τρόπο που

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

στους χρήστες να μοιράζονται τις δημιουργίες τους, ζ) παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες να συμμετέχουν σε κοινότητες πρακτικής και μάθησης και να αλληλεπιδρούν με άλλους δημιουργούς προγραμμάτων σε scratch, η) το περιβάλλον υλοποίησης του είναι ανοικτού κώδικα και διατίθεται δωρεάν από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας MIT (Τσιάμη κ.ά. 2014, Maloney et. Al, 2010). Οι χρήστες στο Scratch, προγραμματίζουν οντότητες που κινούνται πάνω σε μια δισδιάστατη σκηνή και χαρακτηρίζονται από ιδιότητες (π.χ. όψη, θέση, ταχύτητα, μέγεθος) και ενέργειες σε σχέση με γεγονότα που συμβαίνουν (π.χ. σύγκρουση, κλικ). Με τον τρόπο αυτό τους δίνεται η δυνατότητα να δημιουργήσουν, παιχνίδια, κινούμενα σχέδια και διαδραστικές ιστορίες.

Ωστόσο, η χρήση του Scratch για τη διδασκαλία πιο αφηρημένων εννοιών, κρίνεται κατάλληλη υπό προϋποθέσεις (Meerbaum-Salant et. al., 2013) για τη διδασκαλία των μεταβλητών ή μη επαρκής για τη διδασκαλία των διαδικασιών (Grover & Pea, 2013). Ταυτόχρονα, ορισμένα γραφικά στοιχεία σε γλώσσες όπως το Scratch μπορεί να θεωρηθεί ότι αποσπούν την προσοχή των μαθητών, αναστέλλοντας έτσι τις δυνατότητες τους (Çakiroglu & Suiçmez, 2018).

2.5.3 Διασυνδεδεμένες Λειτουργικότητες για Βαθύτερη Μάθηση

Οι περισσότερες προγραμματιστικές έννοιες είναι αφηρημένες χωρίς προφανή γραφική μορφή. Επιπλέον, τα προγράμματα και οι αλγόριθμοι είναι δυναμικά αντικείμενα και η κατανόηση των βασικών τους χαρακτηριστικών αποτελεί πρόκληση για τους αρχάριους. Η οπτική αναπαράσταση της μεταβλητής-κουτί ή η μεταβολή των τιμών μιας μεταβλητής μέσω ολισθητή, είναι δυνατότητες που παρέχονται στο Scratch. Ωστόσο, πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι η απλή απεικόνιση, δεν αρκεί για να υποστηρίξει την επιτυχή εκμάθηση της δυναμικής των αλγοριθμικών διαδικασιών (Pears et al., 2007).

Μια προσέγγιση που επεκτείνει τη γεωμετρία της χελώνας στη Logo είναι η ενσωμάτωση εργαλείων που προσφέρουν πρόσθετη παιδαγωγική αξία όπως, ο δυναμικός χειρισμός των γραφικών που παράγονται από τη χελώνα και η περιήγηση στον τρισδιάστατο χώρο. Ο δυναμικός χειρισμός επιτρέπει στους μαθητές να τροποποιούν τις ιδιότητες σχημάτων ή μοντέλων βλέποντας άμεσα τις αλλαγές στην γραφική αναπαράσταση. Αυτό εμπειριέχει την ενσωμάτωση υπολογιστικών λειτουργικοτήτων (affordances), που διασυνδέονται μεταξύ τους, προσφέροντας στον χρήστη νέες δυνατότητες εμπλοκής και αλληλεπίδρασης με τις έννοιες (Kynigos & Grizioti, 2018). Έτσι ο προγραμματισμός διασυνδέεται με τον δυναμικό χειρισμό, τη γραφική απεικόνιση και την περιήγηση στον τρισδιάστατο χώρο.

Μία τέτοια περίπτωση επέκτασης είναι το υπολογιστικό περιβάλλον MaLT2, το οποίο επέλεξε να αξιοποιήσει η ερευνήτρια στην παρούσα έρευνα. Δίνοντας «βαθιά πρόσβαση στις λειτουργικότητες» του υπολογιστικού περιβάλλοντος (Κυνηγός, 2006), δηλαδή προγραμματίζοντας και τροποποιώντας τις ιδιότητες των σχημάτων με δυναμικό χειρισμό, οι μαθητές έχουν μια ευκαιρία για βαθύτερη μάθηση των προγραμματιστικών εννοιών και μεταφορά της γνώσης σε νέα πλαίσια και προβλήματα.

2.5.4 Η Unplugged Διδακτική Προσέγγιση

Ο όρος «Unplugged» σημαίνει «χωρίς υπολογιστή». Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1990, στο πλαίσιο του προγράμματος Computer Science Unplugged ή

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

CS Unplugged (που αναπτύχθηκε από το CS Education Research Group, του Πανεπιστημίου του Canterbury) για να περιγράψει ένα σύνολο δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία εννοιών της Επιστήμης της Πληροφορικής χωρίς τη χρήση υπολογιστών και με έναν ενδιαφέροντα και ελκυστικό τρόπο για τα παιδιά.

Σήμερα, ο όρος «Unplugged» αναφέρεται σε μια γενική παιδαγωγική προσέγγιση στο πλαίσιο της οποίας, οι έννοιες της Επιστήμης των Υπολογιστών, προσεγγίζονται μέσω πρακτικών (hands-on) δραστηριοτήτων χωρίς υπολογιστή. Οι Bell, Alexander, Freeman, & Grimley (2009) περιγράφουν την unplugged προσέγγιση ως εξής: «εκθέτει τα παιδιά στις μεγάλες ιδέες της επιστήμης των υπολογιστών χωρίς τη χρήση υπολογιστών», χρησιμοποιώντας δραστηριότητες που περιλαμβάνουν "επίλυση προβλημάτων για την επίτευξη ενός στόχου και τη διαδικασία ενασχόλησης με θεμελιώδεις έννοιες από την επιστήμη των υπολογιστών». Οι Conde et al. (2017) αναφέρουν για την unplugged προσέγγιση, ότι: «είναι η προσέγγιση της διδασκαλίας υπολογιστικών εννοιών με τη χρήση κονστρουκτιβιστικών, συχνά κιναισθητικών, δραστηριοτήτων μακριά από υπολογιστές».

Οι unplugged δραστηριότητες είναι εκπαιδευτικές δραστηριότητες που στοχεύουν στη διδασκαλία υπολογιστικών εννοιών χωρίς τη χρήση υπολογιστή (Bell & Lodi, 2019). Αντ' αυτού, χρησιμοποιούν φυσικές, κιναισθητικές προσεγγίσεις για να κάνουν τις άυλες, αφηρημένες έννοιες, απτές (Curzon et. al.2009). Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει μια ποικιλία προσεγγίσεων που περιλαμβάνουν παιχνίδι ρόλων, παιχνίδια, παζλ και μαγικά κόλπα (Curzon & McOwan, 2008), αφήγηση ιστοριών και άλλες διασκεδαστικές μεθόδους που απαιτούν απλό εξοπλισμό, κυρίως φύλλα εργασίας.

Το αρχικό πρόγραμμα CS Unplugged, από τους Bell et al. (2009), παρείχε κυρίως κονστρουκτιβιστικές δραστηριότητες για ολόκληρη την τάξη. Οι unplugged δραστηριότητες ωστόσο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους, όπως για παράδειγμα με τη μορφή απλής επίδειξης έχοντας επεξηγηματικό χαρακτήρα ή σε πολλά και διαφορετικά πλαίσια, όπως για την κατάρτιση των εκπαιδευτικών ή στην σχολική αίθουσα για να υποστηρίξουν ένα επίσημο πρόγραμμα σπουδών. Οι Curzon et al. (2018) έχουν υποστηρίξει τη χρήση τους ως μια ισχυρή επεξηγηματική τεχνική. Η χρήση τους με αυτόν τον τρόπο μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγάλες τάξεις και για διαλέξεις.

Στο εξής χάριν συντομίας, οι δραστηριότητες πληροφορικής χωρίς υπολογιστή θα αναφέρονται με τον αγγλικό όρο «unplugged» ενώ οι δραστηριότητες πληροφορικής με υπολογιστή, με τον όρο «plugged».

Από την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η unplugged προσέγγιση χρησιμοποιείται κυρίως: α) αποκλειστικά για την παραγωγή υλικού και έπειτα ερευνάται ως προς την αποτελεσματικότητά της για την εξαγωγή συμπερασμάτων (Busutil & Formosa, 2020· Tonbuloglu & Tonbuloglu, 2019) β) σε συνδυασμό με την plugged προσέγγιση για τη διδασκαλία του προγραμματισμού (Alamer et. al., 2016· Grover et. al., 2018· Grover et. al., 2019· Hermans & Aivaloglou, 2017) της οποίας προπορεύεται ως ομαλή εισαγωγή στις προγραμματιστικές έννοιες που στη συνέχεια εφαρμόζονται σε κάποιο προγραμματιστικό περιβάλλον.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Τα βασικά χαρακτηριστικά μιας δραστηριότητας που ταιριάζει με την «unplugged φιλοσοφία» περιγράφονται από τους Bell et al. (2008). Διέπεται από απλότητα (οι κανόνες μπορούν να εξηγηθούν αρκετά γρήγορα), δέσμευση (η δραστηριότητα είναι ελκυστική για τα παιδιά) και συνεργασία ή ανταγωνισμό (τα παιδιά έχουν κίνητρο να εργαστούν προς την κατεύθυνση ενός στόχου, είτε ως μέρος μιας ομάδας είτε να προσπαθήσουν να βρουν μια καλύτερη/ταχύτερη λύση από μια άλλη ομάδα).

Πολλές από τις unplugged δραστηριότητες που δημιουργήθηκαν, αρχικά αποσκοπούσαν στη διδασκαλία εννοιών της πληροφορικής (π.χ. CS Unplugged). Οι Curzon et. al. (2014) δηλώνουν ότι η έννοια της πληροφορικής είναι ευρύτερη από αυτή της Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ), αλλά πολλές δραστηριότητες που στοχεύουν στην πληροφορική βοηθούν στην ανάπτυξη ΥΣ. Σε μία λεπτομερή ανασκόπηση των εργαλείων και των μεθοδολογιών για την unplugged προσέγγιση διδασκαλίας της Υπολογιστικής Σκέψης, οι Poulakis & Politis (2020), καταγράφουν τις σημαντικότερες πηγές προέλευσης unplugged δραστηριοτήτων, με κριτήριο τη δωρεάν και ελεύθερη διάθεσή τους. Στην εργασία τους γίνεται σύνδεση των δραστηριοτήτων κάθε πηγής προέλευσης, με έννοιες της ΥΣ που εξυπηρετούν.

Απλοί εκπαιδευτικοί που υιοθετούν την unplugged προσέγγιση, προσαρμόζουν τις ήδη υπάρχουσες unplugged δραστηριότητες στη διδασκαλία τους ή δημιουργούν δικές τους. Ωστόσο ο σχεδιασμός unplugged δραστηριοτήτων δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί. Ο Sendurur (2019), επισημαίνει την ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών Πληροφορικής σε θέματα προσαρμογής του διδακτικού σχεδιασμού στην unplugged προσέγγιση και υλοποίησης unplugged δραστηριοτήτων.

2.5.5 Πλεονεκτήματα της Unplugged Προσέγγισης

Πολλοί ερευνητές της διδακτικής προσέγγισης unplugged αναφέρουν θετικά αποτελέσματα αλλά και περιορισμούς κατά την εφαρμογή της.

Οι Lee και Junoh (2019), αναφέρονται στη σημασία της εφαρμογής unplugged κωδικοποίησης με συγκεκριμένες πρακτικές δραστηριότητες, οι οποίες επιτρέπουν στα παιδιά να μεταχειρίζονται κώδικα, ακόμη και στην πρώιμη παιδική ηλικία.

Οι Grover et. al. (2019), ανάμεσα στα συμπεράσματα που καταγράφουν από την υιοθέτηση της προσέγγισης, αναφέρουν θετικά αποτελέσματα αλλά και περιορισμούς ως προς τη διαφοροποίηση, την παραγωγική αξιοποίηση των συζητήσεων σε επίπεδο τάξης, τον χρόνο που δίνεται στους μαθητές για εξερεύνηση, κ.α.,

Βιβλιογραφικά, ο γενικός αντίκτυπος από την εφαρμογή της unplugged προσέγγισης, μέχρι την υλοποίηση της παρούσας έρευνας, είναι θετικός. Οι Bell et. al. (2008, 2009), συνοψίζουν πιο κάτω, τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της:

- Όταν τα παιδιά απομακρύνονται από τον υπολογιστή, είναι σε θέση να σκεφτούν θέματα που αντιμετωπίζουν οι επιστήμονες της πληροφορικής εκτός του προγραμματισμού.
- Εφαρμόζεται εύκολα, καθώς αρχικά δεν απαιτεί σημαντική δέσμευση σε χρόνο ή/και πόρους.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

- Δεν υπάρχει ανάγκη προηγούμενης τεχνικής εμπειρίας (π.χ. γνώση συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού).
- Οι δραστηριότητες που χρησιμοποιούνται είναι κιναισθητικές, διασκεδαστικές και συναρπαστικές για τα παιδιά.
- Δεν υπάρχει ανάγκη για μια συγκεκριμένη τάξη ή εργαστήριο υπολογιστών και πολλές δραστηριότητες είναι κατάλληλες για χρήση σε εξωτερικούς χώρους, κάτι που μπορεί να χρησιμεύσει ως διάλειμμα από την παρουσία σε μια τάξη και συνδυάζει τη σωματική δραστηριότητα με την επίλυση προβλημάτων.

2.5.6 Ζητήματα στην Υιοθέτηση της Unplugged Προσέγγισης

Τόσο η έρευνα στο πεδίο όσο και οι μέχρι τώρα πρακτικές υιοθέτησης της unplugged προσέγγισης δεν αντιμετωπίζουν ζητήματα, όπως:

- η απουσία συστηματικής ενσωμάτωσης της διδακτικής προσέγγισης σε πολλά θέματα διδασκαλίας της πληροφορικής ή αλλιώς, το ότι οι ήδη υπάρχουσες unplugged δραστηριότητες ταιριάζουν με λίγα θέματα της διδασκαλίας. Για τους εκπαιδευτικούς πληροφορικής της πρώτης γραμμής, οι διαθέσιμοι, δημόσια προσβάσιμοι πόροι δεν βοηθούν πολύ, αφού μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο στη διδασκαλία θεμάτων σχετικών με αυτούς. Ακόμη και αν υπάρχουν αντίστοιχοι πόροι στο Διαδίκτυο, πολλοί εκπαιδευτικοί δεν επιθυμούν να υιοθετήσουν unplugged μεθόδους διδασκαλίας, λόγω του χρόνου και της προσπάθειας που απαιτείται για την προετοιμασία και την υλοποίηση των μαθημάτων.
- Οι ήδη υπάρχοντες unplugged διδακτικοί πόροι, έχουν σχεδιαστεί με στόχο την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος και της εμπλοκής των μαθητών. Για τη μετάβαση από τη διδασκαλία με unplugged μεθόδους στον προγραμματισμό, απαιτείται πιο εμπειριστατωμένη έρευνα και πρακτική (Looi, Wu, Seow & Huang, 2020).

Η παρούσα έρευνα χρησιμοποιεί τις δραστηριότητες «χωρίς» υπολογιστή ως μέρος μιας σειράς μαθημάτων πρώτον: για να προσελκύσει και να παρακινήσει τους μαθητές και δεύτερον για να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν «κατάλληλα» νοητικά μοντέλα των υπολογιστικών εννοιών.

2.5.7 Σχεδιασμός Unplugged Δραστηριοτήτων

Οι Bell et. al. (2008) δίνουν κατευθύνσεις για τον σχεδιασμό κιναισθητικών δραστηριοτήτων στο πλαίσιο unplugged φιλοσοφίας:

- Εστιάστε στην επίδειξη υπολογιστικών εννοιών, αντί στον προγραμματισμό, καθώς ο προγραμματισμός μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για ορισμένους μαθητές στο να ανακαλύψουν τις βαθύτερες έννοιες.
- Κάντε τις δραστηριότητες κιναισθητικές, γενικά σε μεγάλη κλίμακα, ώστε να περιλαμβάνουν ομαδική εργασία.
- Οι δραστηριότητες πρέπει να είναι διασκεδαστικές και συναρπαστικές, και όχι μόνο πολυάσχολη δουλειά.
- Τα υλικά πρέπει να είναι χαμηλού κόστους.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

- Οι δραστηριότητες πρέπει να διατίθενται με μια άδεια creative commons, έτσι ώστε οι άλλοι να μπορούν να τις προωθήσουν ελεύθερα και να κάνουν τις δικές τους τροποποιήσεις.
- Οι δραστηριότητες πρέπει να είναι ουδέτερες ως προς το φύλο (ή τουλάχιστον, ελκυστικές για τα κορίτσια) και να επικεντρώνονται σε συνεργατικές προσεγγίσεις αντί σε ατομικές.
- Οι δραστηριότητες είναι συχνά μέρος ενός σεναρίου για να προσελκύσουν το ενδιαφέρον και να παρακινήσουν τα παιδιά. Τα σενάρια μπορεί να είναι φανταστικά, καθώς αυτό καλλιεργεί τη φαντασία των παιδιών.
- Τα παιδιά ενθαρρύνονται γενικά να ανακαλύψουν απαντήσεις για τον εαυτό τους (με Σωκρατικού τύπου ερωτήσεις ή κονστрукτιβιστικές δραστηριότητες), καθώς σκοπός δεν είναι η διδασκαλία των απαντήσεων, αλλά το "παιχνίδι" με τις έννοιες.
- Οι δραστηριότητες πρέπει να είναι «ανθεκτικές» (resilient) σε σφάλματα, έτσι ώστε τα μικρά λάθη εκ μέρους ενός παιδιού ή ενός δασκάλου να μην καταστρέφουν το συνολικό νόημα της δραστηριότητας.

Οι Nishida et al. (2009), ανέλυσαν τη δομή των δραστηριοτήτων του προγράμματος CS Unplugged για να προσδιορίσουν τα χαρακτηριστικά που τις κάνουν να λειτουργούν καλά. Με βάση την ανάλυση αυτή, πρότειναν ένα πρότυπο σχεδιασμού (design pattern), ως κατευθυντήρια γραμμή για την ανάπτυξη νέων ή την αναθεώρηση των υφιστάμενων δραστηριοτήτων. Στη συνέχεια πρότειναν μια σειρά βημάτων για την δημιουργία μιας unplugged δραστηριότητας, επισημαίνοντας ότι δεν υπάρχει μια απλή φόρμουλα για αυτό, αλλά η διαδικασία σχεδιασμού της απαιτεί επανάληψη των παρακάτω βημάτων:

1. της επιλογής της υπολογιστικής έννοιας που θα διδαχθεί.
2. του προσδιορισμού των βασικών στοιχείων της έννοιας, π.χ. τα δυαδικά ψηφία (για την ψηφιακή αναπαράσταση των δεδομένων).
3. της εξέτασης παιχνιδιών, παζλ, ή αντικειμένων κοινής χρήσης που ενσωματώνουν παρόμοια στοιχεία.
4. της μετατροπής της σε πρόκληση. Ένας σημαντικός στόχος είναι οι μαθητές να ανακαλύψουν τις έννοιες και όχι να τις διδαχθούν. Η χρήση μιας ομαδικής δραστηριότητας όπου οι μαθητές μπορούν να συμμετάσχουν με διαφορετικούς ρόλους είναι σημαντική καθώς ένα επιτυχημένο αποτέλεσμα σημαίνει επιτυχία για την ομάδα.
5. της αξιολόγησης. Προκειμένου να αξιολογηθούν οι δραστηριότητες πρέπει να δοκιμαστούν με μια ποικιλία μαθητών. Η αξιολόγηση πρέπει να λαμβάνει υπόψη την απλότητα, το επίπεδο δέσμευσης, το κόστος και την καινοτομία της δραστηριότητας.

Οι Rodriguez, Rader and Camp (2016), προτείνουν μερικές χρήσιμες συμβουλές για το σχεδιασμό και την υλοποίηση unplugged δραστηριοτήτων:

- Η χρήση μιας δραστηριότητας αφόρμησης είναι χρήσιμη για την εστίαση της προσοχής των μαθητών.
- Οι μαθητές χρειάζονται ατομική πρακτική για να κατανοήσουν πλήρως μια έννοια

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

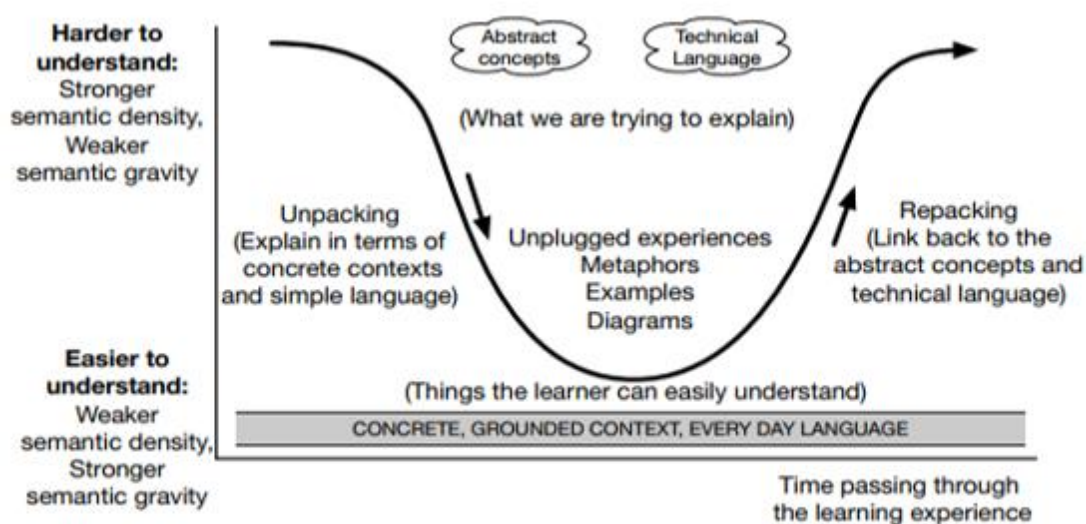
- Οι οδηγίες στα φύλλα εργασίας πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο και να επεξεργάζονται προσεκτικά
- Το λεξιλόγιο στα φύλλα εργασίας πρέπει να είναι συνεπές με τον τρόπο παρουσίασης των εννοιών
- Η σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο συμβάλλει στην προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών.

Οι Waite et al. (2019) ισχυρίζονται ότι οι unplugged δραστηριότητες είναι φύσει κονστρουκτιβιστικές (constructivist) -οι μαθητές κατασκευάζουν γνώση τους- και μπορεί επίσης να είναι κονστραξιονιστικές (constructionist), μια άποψη που εκφράζουν επίσης οι Bell και Lodi (2019).

2.5.8 Αναθεώρηση των Unplugged Δραστηριοτήτων

Οι Waite et. al. (2019) στην έρευνά τους, προσεγγίζουν το θέμα της αποτελεσματικότητας μιας διδασκαλίας που υιοθετεί την προσέγγιση unplugged. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούν την έννοια των «σημασιολογικών κυμάτων (semantic waves)», από τη θεωρία «Legitimation Code Theory (LCT)». Οι ερευνητές προτείνουν τη χρήση των semantic waves ως χρήσιμο εργαλείο για την ανάπτυξη και την αναθεώρηση των δραστηριοτήτων unplugged ή των δραστηριοτήτων πληροφορικής γενικότερα.

Ένα «σημασιολογικό κύμα» μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναλύσει τη χρονική εξέλιξη -της εξάρτησης από το πλαίσιο (context-dependence) ή σημασιολογικής βαρύτητας- (semantic gravity) και -της πολυπλοκότητας (complexity) ή σημασιολογικής πυκνότητας (semantic density)- των νοημάτων (των εννοιών) σε ένα μαθησιακό επεισόδιο. Οι μεταβολές στα δύο αυτά χαρακτηριστικά των εννοιών μιας δραστηριότητας, συνιστούν το σημασιολογικό (semantic profile) της προφίλ.



Εικόνα 7: Σημασιολογικό προφίλ δραστηριότητας με ένα σημασιολογικό κύμα

Στην Εικόνα 7, φαίνεται η μορφή του σημασιολογικού προφίλ μιας μαθησιακής εμπειρίας. Στον κατακόρυφο άξονα απεικονίζονται τα επίπεδα σημασιολογικής βαρύτητας και σημασιολογικής πυκνότητας και στον οριζόντιο άξονα ο χρόνος που περνά. Το προφίλ

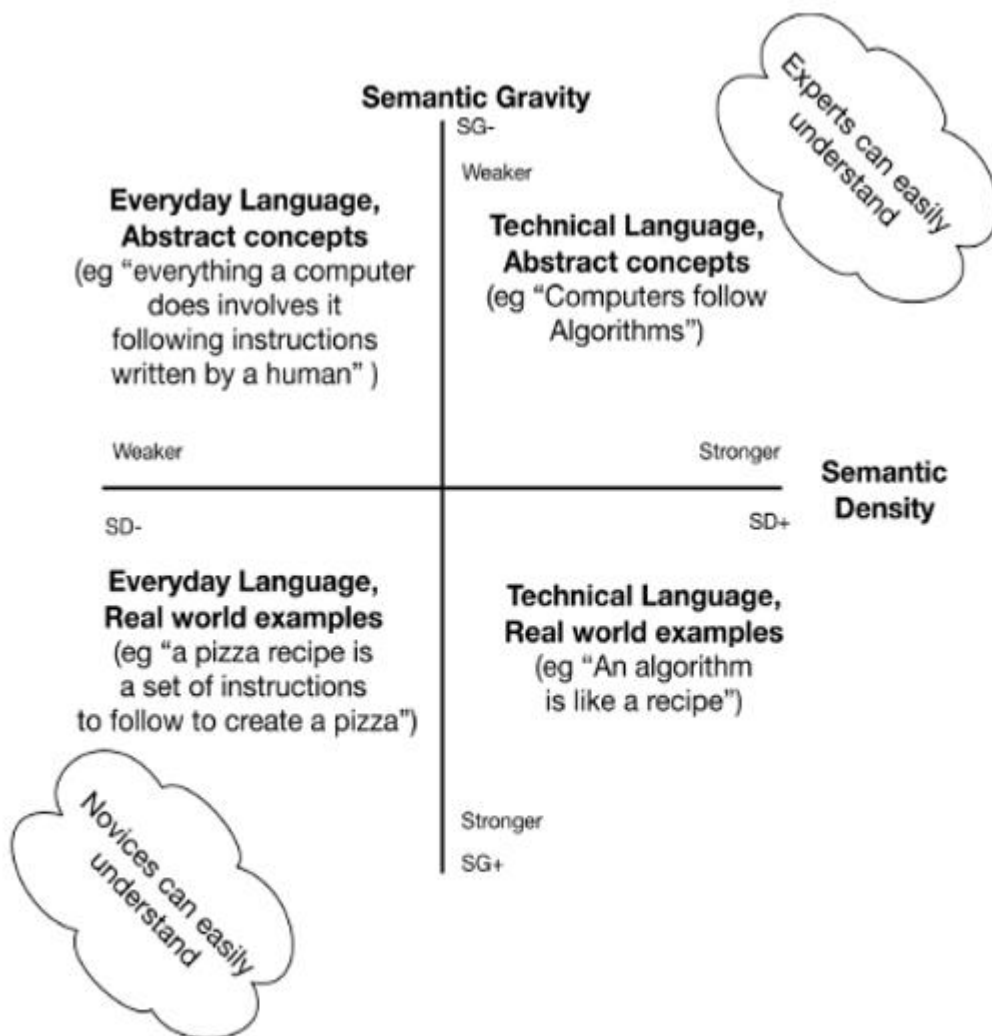
Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

δείχνει τις μεταβολές στην εξάρτηση από το πλαίσιο και την πολυπλοκότητα, της γνώσης που εκφράζεται στο πλαίσιο της δραστηριότητας. Το σημασιολογικό προφίλ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποτυπώσει γραφικά το σημασιολογικό προφίλ ενός σχεδίου μαθήματος ή ενός μαθήματος όπως διδάχθηκε. Διαφορετικά σχήματα σημασιολογικών προφίλ υποδηλώνουν διαφορετικές μαθησιακές εμπειρίες (Curzon, Waite, Maton & Donohue, 2020).

ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ:

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 8, όταν οι έννοιες έχουν μεγαλύτερη εξάρτηση από το πλαίσιο (συνδέονται με πρακτικά παραδείγματα ή προσωπικές εμπειρίες των μαθητών) η σημασιολογική βαρύτητα είναι ισχυρότερη. Όταν, οι έννοιες είναι πιο αφηρημένες (όπως η θεωρία), η σημασιολογική βαρύτητα είναι ασθενέστερη. Αλλαγές στη σημασιολογική βαρύτητα των νοημάτων μπορούν να εμφανιστούν με την πάροδο του χρόνου, όπως όταν οι εκπαιδευτικοί ή οι μαθητές μετακινούνται από τη θεωρία στα παραδείγματα, ή από πρακτικές δραστηριότητες σε μια αφηρημένη έννοια.

Ένα παράδειγμα δραστηριότητας με ασθενέστερη σημασιολογική βαρύτητα είναι, να εξηγήσουμε τι είναι ένας αλγόριθμος δίνοντας απλώς έναν ορισμό (π.χ. "ένας αλγόριθμος



Εικόνα 8: Η μεταβολή της σημασιολογικής πυκνότητας και βαρύτητας σε συνάρτηση με το πλαίσιο και την πολυπλοκότητα μιας δραστηριότητας

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

είναι ένα σύνολο κανόνων ή βημάτων για την επίλυση ενός προβλήματος") και στη συνέχεια να περιμένουμε από τους μαθητές να απομνημονεύσουν τον ορισμό χωρίς κανένα πλαίσιο. Η σημασιολογική βαρύτητα θα γινόταν ισχυρότερη προσθέτοντας ένα παράδειγμα στην εξήγηση (π.χ. "ένας αλγόριθμος είναι ένα σύνολο κανόνων ή βημάτων με ακρίβεια, για την επίλυση ενός προβλήματος, όπως ένα σύνολο βημάτων για να σχεδιάσετε ένα τετράγωνο"). Αυτό μετατοπίζει την εξήγηση της έννοιας του αλγορίθμου, από ασθενέστερη σε ισχυρότερη σημασιολογική βαρύτητα. Η μαθησιακή εμπειρία θα ενισχυθεί περαιτέρω εάν οι μαθητές στη συνέχεια, εμπλακούν με μια πρακτική δραστηριότητα δημιουργίας αλγορίθμων για το σχεδιασμό τετραγώνων η οποία περιλαμβάνει τη διερεύνηση της ανάγκης για πλευρές ίσου μήκους, προκειμένου τονιστεί η σημασία της ακρίβειας του αλγορίθμου. Μια τέτοια δραστηριότητα θα είχε ακόμη ισχυρότερη σημασιολογική βαρύτητα αν ο μαθητής εμπλακεί, σε ένα πλαίσιο που καθιστά τις έννοιες ακόμη πιο «απτές» όσον αφορά το δικό του προσωπικό πλαίσιο.

ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ:

Η σημασιολογική πυκνότητα αφορά στη χρήση τεχνικών και «καθημερινών» γνώσεων. Διερευνά την πολυπλοκότητα των εννοιών και όχι το πλαίσιο τους. Όταν οι έννοιες είναι σχετικά απλές, όπως η περιγραφή ενός πράγματος στην καθημερινή γλώσσα, η σημασιολογική πυκνότητα είναι ασθενέστερη. Όταν οι έννοιες είναι πιο περίπλοκες, όπως η χρήση τεχνικών εννοιών, η σημασιολογική πυκνότητα είναι ισχυρότερη.

Μια δραστηριότητα που ζητά από τους μαθητές «να ακολουθήσουν τις οδηγίες για να σχεδιάσουν ένα τετράγωνο», έχει ασθενέστερη σημασιολογική πυκνότητα από εκείνη που τους ζητά, «να ακολουθήσουν τον αλγόριθμο για να σχεδιάσουν ένα τετράγωνο». Αυτό συμβαίνει επειδή η πρώτη δραστηριότητα είναι λιγότερο περίπλοκη στην κατανόηση της, καθώς ο όρος εντολή είναι λιγότερο περίπλοκη έννοια από τον όρο αλγόριθμο (αν και χάνει μέρος της ακρίβειας της).

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ:

Αφού δημιουργηθεί το σημασιολογικό προφίλ της υπό ανάλυση δραστηριότητας, έπειτα μπορεί να αξιολογηθεί ως προς την αποτελεσματικότητα της. Η εξέταση του σημασιολογικού της προφίλ, μπορεί να δείξει τρόπους με τους οποίους μια unplugged δραστηριότητα ή μια μαθησιακή δραστηριότητα γενικότερα, μπορεί να είναι αποτελεσματική ή όχι και κατά πόσον μικρές αλλαγές στις δραστηριότητες μπορούν να κάνουν τη διαφορά στην πιθανή προσφορά μιας πιο γόνιμης μαθησιακής εμπειρίας (Curzon, Waite, Maton & Donohue, 2020). Οι Curzon et. al. (2020), ανέπτυξαν ένα πλαίσιο για την ανάλυση (framework for analysis) μαθησιακών δραστηριοτήτων με απλό και γρήγορο τρόπο, χρησιμοποιώντας το εργαλείο των σημασιολογικών κυμάτων. Το πλαίσιο βασίζεται σε τρεις ερωτήσεις που εξετάζουν μια δραστηριότητα ως προς το σημασιολογικό της προφίλ.

Η ανάλυση των unplugged δραστηριοτήτων ή των δραστηριοτήτων πληροφορικής γενικότερα, με βάση το σημασιολογικό τους προφίλ, μας δίνει τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουμε τη διαδικασία της μάθησης αφαιρετικά, προκειμένου να καταλάβουμε καλύτερα πώς οι μαθητές αναπτύσσουν την κατανόηση τους για τις έννοιες. Παρέχει μια εικόνα για τον τρόπο με τον οποίο οι μαθησιακές δραστηριότητες υποστηρίζουν τους

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

μαθητές στο να «αναλύουν» (unpack) και να «ανασυνθέτουν» (repack) τις αφηρημένες έννοιες που εισάγονται με τη διδασκαλία.

Μια καλά σχεδιασμένη μαθησιακή εμπειρία ακολουθεί μια σειρά συνδεδεμένων κυμάτων, κάθε ένα από τα οποία βασίζεται στο προηγούμενο του, για να συνεισφέρει στην βαθύτερη κατανόηση των εννοιών. Στο προηγούμενο παράδειγμα για τη διδασκαλία της έννοιας του αλγορίθμου, θα ήταν χρήσιμο να προστεθεί ένα επιπλέον μάθημα για την μεταφορά της έννοιας από το unplugged πλαίσιο, σε ένα πλαίσιο προγραμματισμού.

Επιπλέον, μια καλή διδακτική πρακτική, αντί να θεωρεί ως δεδομένο ότι μόλις εξηγηθεί μια τεχνική, αφηρημένη έννοια, οι μαθητές την έχουν κατανοήσει σε βάθος και μπορούν στο εξής να τη χρησιμοποιήσουν, προβλέπει τη συνέχιση της διέλευσης του σημασιολογικού κύματος επανειλημμένα και τη δημιουργία συνδέσεων.

Μια καλά σχεδιασμένη δραστηριότητα χτίζει γέφυρες μεταξύ απτών εμπειριών που είναι εύκολα κατανοητές στους μαθητές και των πολύ αφηρημένων εννοιών της επιστήμης των υπολογιστών. Αντίθετα, ο τρόπος με τον οποίο είναι δομημένη ή χρησιμοποιείται στην πράξη μια unplugged δραστηριότητα, μπορεί να μην ακολουθεί ένα αποτελεσματικό σημασιολογικό κύμα. Για παράδειγμα, μια παγίδα στην οποία είναι εύκολο να πέσει ο σχεδιαστής μιας δραστηριότητας είναι να αφήσει τους μαθητές στο κάτω μέρος του κύματος. Στην πράξη, αυτό περιορίζει την κατανόηση των μαθητών στην κατανόηση της αναλογίας που χρησιμοποιείται για να εξηγηθεί μια έννοια και δεν τους επιτρέπει να προχωρήσουν κάνοντας το συσχετισμό του νοήματος της με τον επιδιωκόμενο τεχνικό όρο για την έννοια.

Τέλος, εάν μια unplugged δραστηριότητα δεν συνεπάγεται ενεργό συμμετοχή των μαθητών, τότε ο εκπαιδευτικός μπορεί να ακολουθεί το κύμα κάνοντας την ανάλυση (unpack) και την ανασύνθεση (repack) της έννοιας, μόνος του. Ακόμη και όταν οι δραστηριότητες χρησιμοποιούνται για να εξηγήσουν τις έννοιες, ως απλή επίδειξη, εξακολουθεί να είναι σημαντικό οι μαθητές να δουλεύουν ενεργά με τις έννοιες που εισάγονται, ακολουθώντας τα δικά τους σημασιολογικά κύματα.

Η φύση της επιστήμης των υπολογιστών είναι τεχνική και βασίζεται σε αφηρημένες έννοιες και ορολογία. Οι έννοιες τείνουν να είναι αόρατες και άυλες, κρυμμένες μέσα σε μαύρα κουτιά. Οι ειδικοί σε ένα γνωστικό πεδίο χρησιμοποιούν αφηρημένες περιγραφές των εννοιών διατυπωμένες σε μια τεχνική γλώσσα. Οι αρχάριοι, ωστόσο για να περιγράψουν μια αφηρημένη έννοια πρέπει να εφοδιαστούν με πιο χειροπιαστές αναπαραστάσεις της από την καθημερινή ζωή. Μια εξήγηση εύκολα κατανοητή από έναν "αρχάριο" είναι πιθανό να περιλαμβάνει συγκεκριμένες, εξαρτώμενες από το πλαίσιο ιδέες (ισχυρότερη σημασιολογική βαρύτητα) και καθημερινή γλώσσα που εκφράζει μη τεχνικές γνώσεις (ασθενέστερη σημασιολογική πυκνότητα). Αντίθετα, οι εξηγήσεις που είναι κατανοητές από τους ειδικούς περιλαμβάνουν αφηρημένες, ανεξάρτητες από το περιβάλλον έννοιες (ασθενέστερη σημασιολογική βαρύτητα) και εξαιρετικά τεχνολογικές, πολύπλοκες γνώσεις (ισχυρότερη σημασιολογική πυκνότητα). Το κλειδί για την κατάκτηση ενός θέματος είναι η ικανότητα μετακίνησης μεταξύ συγκεκριμένης, απλούστερης γνώσης και πιο αφηρημένης, σύνθετης γνώσης. Αυτή η μετακίνηση αποτυπώνεται με τα «σημασιολογικά κύματα».

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η πρόκληση για την διδασκαλία είναι να βοηθήσει τους μαθητές να διασχίσουν την απόσταση μεταξύ αρχάριου και ειδικού. Απώτερος στόχος είναι να χρησιμοποιούν τους επιστημονικούς όρους, ενώ έχουν κατακτήσει μια βαθιά κατανόηση της ακριβούς έννοιας που αντιπροσωπεύουν.

Οι ερευνητές δηλώνουν την πρόθεσή τους να επεκτείνουν την έρευνά τους, εφαρμόζοντάς τη σε σειρές δραστηριοτήτων ή για να διερευνήσουν βέλτιστους τρόπους συνδυασμού unplugged και «παραδοσιακών» δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία του προγραμματισμού.

2.5.9 Προγραμματισμός Unplugged

Στην διδασκαλία του προγραμματισμού, οι unplugged δραστηριότητες χρησιμοποιούνται προκειμένου να μοντελοποιηθούν βασικές έννοιες όπως, οι αλγόριθμοι και οι μεταβλητές. Οι αναλογίες και οι μεταφορές που χρησιμοποιούνται στην unplugged προσέγγιση, δημιουργούν δεσμούς μεταξύ αφηρημένων εννοιών και φυσικών αντικειμένων με τα οποία οι μαθητές είναι ήδη εξοικειωμένοι. Οι unplugged δραστηριότητες χρησιμοποιούν μια φυσική εφαρμογή της έννοιας, αντί να βασίζονται σε διανοητικές εικόνες που δημιουργούνται από μια λεκτική περιγραφή, ώστε να συμβάλουν στην ανάπτυξη του σημασιολογικού κύματος. Η αντιστοίχιση των άυλων και αφηρημένων εννοιών με φυσικές, τους δίνει όνομα και τους επιτρέπει να χρησιμοποιούνται, στοιχείο που διευκολύνει τους μαθητές στο να κάνουν ερωτήσεις προτού κατακτήσουν την τεχνική ορολογία. Με τον τρόπο αυτό υποστηρίζεται η βαθύτερη κατανόηση των εννοιών. Οι έννοιες δεν απλοποιούνται, αλλά αντίθετα γίνονται προσβάσιμες μέσω πρακτικών εμπειριών (Bell & Lodi, 2019).

Η φιλοσοφία της παρούσας έρευνας είναι ότι, αν οι μαθητές είναι σε θέση να προγραμματίσουν χωρίς υπολογιστή, τότε η γνώση αυτή θα είναι ανεξάρτητη από τις γλώσσες προγραμματισμού άρα μπορεί να μεταφερθεί.

2.5.10 Ο Συνδυασμός Unplugged και Plugged Προγραμματισμού

Ο συνδυασμός των προσεγγίσεων plugged και unplugged, επιτρέπει στους μαθητές αρχικά να κατασκευάσουν μόνοι τους τη γνώση και στη συνέχεια να τη συσχετίσουν με το ευρύτερο πλαίσιο της πληροφορικής και το πώς εφαρμόζεται στον υπολογιστή (Bell & Lodi, 2019).

Στη βιβλιογραφία οι unplugged δραστηριότητες αναφέρονται ως επί το πλείστον ως κοστρουβικιστικές, με την έννοια της προηγούμενης παραγράφου. Ο συνδυασμός τους με δραστηριότητες προγραμματισμού στον υπολογιστή, προσθέτει την διάσταση του κονστραξιονισμού «learning by getting things to work» όπως την διατύπωσε ο Papert (Papert 1999). Οι μαθητές δεν αρκεί να εξερευνήσουν τις νέες έννοιες. Πρέπει επίσης να μάθουν, δημιουργώντας πρωτότυπα «αντικείμενα», των οποίων τη λειτουργικότητα αναστοχάζονται, συζητούν και βελτιώνουν επαναληπτικά.

Ο συνδυασμός plugged και unplugged επιπλέον, εφοδιάζει τους μαθητές με πολλαπλές αναπαραστάσεις των εννοιών, τόσο φυσικές όσο και ψηφιακές. Ο όρος "πολλαπλές αναπαραστάσεις" υποδηλώνει την πρακτική της παρουσίασης στους μαθητές της ίδιας ιδέας μέσω διαφορετικών μορφών αναπαράστασης (Prain & Waldrip, 2006). Η έρευνα

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

για τις πολλαπλές αναπαραστάσεις έχει επικεντρωθεί στο πώς η χρήση περισσότερων από μία αναπαραστάσεων επηρεάζει την κατανόηση των μαθητών. Οι Tang, Delgado & Moje (2014) ορίζουν μια αναπαράσταση ως δόμημα (artifact) και υιοθετούν την έννοια της επανα-αναπαράστασης (re-representation) των Hubber et al. (2010), ως τον μετασχηματισμό των αναπαραστάσεων από το ένα δόμημα στο άλλο, σε μια συνεχή αλυσίδα ανθρώπινων δραστηριοτήτων. «Αυτό επεκτείνει το πεδίο εφαρμογής μας από την αναπαράσταση ως δόμημα, στην αναπαράσταση ως διαδικασία δημιουργίας νοήματος που χρησιμοποιεί τις αναπαραστάσεις ως εργαλεία διαμεσολάβησης» (Tang et al., 2014).

Στον υπολογιστή, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να βιώσουν σε ένα χειροπιαστό (κατά κάποιο τρόπο) περιβάλλον τα αποτελέσματα των οδηγιών τους, λαμβάνοντας άμεση ανατροφοδότηση για τις ενέργειές τους και όχι καθυστερημένη ανατροφοδότηση από άλλο άτομο (Bell & Lodi (2019), όπως στην περίπτωση της unplugged προσέγγισης. Η μελέτη των Feaster et al. (2011) ανακάλυψε ότι χωρίς αυτή τη σύνδεση «το πρόγραμμα (βασισμένο στο CS Unplugged) δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στη στάση των μαθητών απέναντι στην επιστήμη των υπολογιστών ή στην κατανόηση του περιεχομένου» (Feaster et al., 2011).

Οι Bell & Lodi (2019), αναφέρουν ότι συνδυασμός unplugged και plugged είναι απαραίτητος εάν επιθυμούμε να εμπλέξουμε ένα ευρύ φάσμα μαθητών. Πολλοί ερευνητές ακόμη, που μελέτησαν τις επιπτώσεις του συνδυασμού των δύο προσεγγίσεων αναφέρουν θετικά αποτελέσματα. (Thies & Vahrenhold, 2013· Hermans & Aivaloglou, 2017). Οι Hermans και Aivaloglou (2017) υποστηρίζουν ότι σε ένα σύγχρονο περιβάλλον τάξης, η προσέγγιση unplugged προορίζεται να ενσωματωθεί με την εκμάθηση του προγραμματισμού και «αυτό μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικό από το να ξοδεύετε όλο τον διαθέσιμο χρόνο μόνο στον προγραμματισμό».

Οι Curzon et. al. (2020), υποστηρίζουν τη χρήση των σημασιολογικών κυμάτων ως εργαλείο διερεύνησης της αποτελεσματικότητας μιας μαθησιακής δραστηριότητας. Ένα από τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουν είναι ότι, για να επιτευχθεί βαθιά κατανόηση των εννοιών προγραμματισμού, οι μαθητές πρέπει παράλληλα με τις unplugged δραστηριότητες να αποκτήσουν εμπειρία σε τεχνικά πλαίσια προγραμματισμού.

Το unplugged υλικό πληροφορικής μπορεί να συνδεθεί ρητά με τον προγραμματισμό μέσω μιας "plugging it in" προσέγγισης στις δραστηριότητες. Δύο έρευνες σ' αυτή την κατεύθυνση είναι των Alamer et. Al (2016) και Grover, Lundh και Jackiw (2019):

Οι πρώτοι, σχεδίασαν unplugged δραστηριότητες με στόχο να διδάξουν και να απλοποιήσουν βασικές έννοιες προγραμματισμού και στη συνέχεια, προκειμένου αυτές να εφαρμοστούν, οι μαθητές κλήθηκαν να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν δύο κύρια έργα σε περιβάλλον App Inventor.

Οι δεύτεροι, σχεδίασαν μη προγραμματιστικές δραστηριότητες με την ονομασία VELA (Variables, Expressions, Logic, Abstraction) για να βοηθήσουν τους μαθητές να εξερευνήσουν και να χρησιμοποιήσουν προγραμματιστικές έννοιες με ενδιαφέροντες τρόπους, σε μη προγραμματιστικά περιβάλλοντα (ψηφιακά ή unplugged), προτού τις

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

συναντήσουν σε περιβάλλοντα προγραμματισμού. Στη συνέχεια σχεδιάστηκαν δραστηριότητες στο περιβάλλον του Scratch με στόχο να κάνουν τις συνδέσεις με τις έννοιες των δραστηριοτήτων VELA, σε μια προσπάθεια διαμεσολάβησης της μεταφοράς (mediate transfer) της γνώσης.

Τέλος, μια ενδιαφέρουσα έρευνα των Dorling και White (2015), εστιάζει στην υποστήριξη των μαθητών κατά τη μετάβασή τους από δημοφιλείς γραφικές γλώσσες όπως το Scratch σε γλώσσες που βασίζονται σε κείμενο όπως η Python. Μεταξύ άλλων, συζητούνται τρόποι αντιμετώπισης των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στις κειμενικές γλώσσες προγραμματισμού. Οι ερευνητές ανέπτυξαν μια σειρά από "unplugged" δραστηριότητες με στόχο να καλύψουν τις βασικές γνώσεις (προγραμματισμού και γεωμετρίας) που απαιτούνται για το διαθεματικό θέμα του σχεδιασμού γεωμετρικών σχημάτων.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

3. Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Επιλογή Ερευνητικής Μεθόδου

3.1.1 Κριτήρια Επιλογής της Ερευνητικής Μεθόδου

Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία (Du Boulay, 1986· Mayer, 2004) η ανάπτυξη στέρεων νοητικών μοντέλων για τις βασικές προγραμματιστικές έννοιες αποτελεί διαχρονικό πρόβλημα της Διδακτικής του Προγραμματισμού. Στην κατεύθυνση αυτή η παρούσα έρευνα υιοθετεί μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση του εισαγωγικού προγραμματισμού που συνίσταται στο συνδυασμό δραστηριοτήτων «με» και «χωρίς» υπολογιστή. Το στοιχείο που διαφοροποιεί την παρούσα από τη μέχρι σήμερα έρευνα είναι ότι, δεν επιχειρεί να αποδείξει την αποτελεσματικότητα της διδακτικής προσέγγισης σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας του προγραμματισμού ή να παράξει μετρήσιμα αποτελέσματα για το βαθμό κατανόησης των μαθητών κατά την υιοθέτησή της αλλά, να μελετήσει και να ερμηνεύσει τη μαθησιακή δραστηριότητα που προκαλείται στο πλαίσιο της, στο φυσικό περιβάλλον της σχολικής τάξης. Το γεγονός αυτό κατέστησε αναγκαία την επιλογή μιας μεθοδολογίας που επιτρέπει τον σχεδιασμό ενός μαθησιακού περιβάλλοντος και τη συστηματική μελέτη των διαδικασιών μάθησης εντός του πλαισίου που ορίζεται από τα μέσα υποστήριξής του.

Τα στοιχεία που συνιστούν ένα μαθησιακό περιβάλλον, είναι οι δραστηριότητες στις οποίες καλούνται να συμμετέχουν οι μαθητές, οι κανόνες συμμετοχής σε αυτές, τα είδη συζήτησης που ενθαρρύνονται, τα εργαλεία (ψηφιακά και υλικά μέσα) που παρέχονται, και τα πρακτικά μέσα που έχουν στη διάθεσή τους οι εκπαιδευτικοί για να εννορησώσουν τις σχέσεις μεταξύ όλων των προηγούμενων.

Για την επιλογή της ερευνητικής μεθόδου η ερευνήτρια έλαβε υπόψιν :

- τα ερευνητικά ερωτήματα όπως τέθηκαν στο εισαγωγικό κεφάλαιο,
- το θεωρητικό πλαίσιο στο οποίο στηρίχθηκε η έρευνα,
- το γνωστικό αντικείμενο της έρευνας.

Τα ερευνητικά ερωτήματα έχουν ως αντικείμενο μελέτης το νόημα που προσδίδουν οι μαθητές στις βασικές προγραμματιστικές έννοιες ενδιαφέροντος (αλγόριθμος, επαναληπτική δομή, μεταβλητή, διαδικασία) κατά τον προγραμματισμό γεωμετρικών σχημάτων. Η ερευνήτρια μελετά τη νοηματοδότηση των εννοιών από τους μαθητές μέσα από δύο άξονες. Ο πρώτος αφορά τους τρόπους με τους οποίους οι μαθητές χρησιμοποιούν τις πολλαπλές αναπαραστάσεις και τον δυναμικό χειρισμό που παρέχει το μαθησιακό περιβάλλον. Ο δεύτερος εστιάζει στο κοινωνικό περιβάλλον της τάξης (δηλαδή στις αλληλεπιδράσεις των μαθητών μεταξύ τους ή ακόμη σε κοινωνικές κατασκευές όπως η κινητοποίηση του ενδιαφέροντος) και το πως αυτό επηρεάζει τις διαδικασίες έκφρασης και κατασκευής αυτών των νοημάτων.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω η επιλογή της έρευνας σχεδιασμού επιλέγεται ως ένα μέσο αντιμετώπισης της πολυπλοκότητας του μαθησιακού περιβάλλοντος ή μεταφορικά της «μαθησιακής οικολογίας» (learning ecology, Cobb. et. al., 2003) μιας σχολικής τάξης.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

3.1.2 Η έρευνα σχεδιασμού

Η έρευνα σχεδιασμού (design-based research), είναι μια ποιοτική μέθοδος έρευνας η οποία αξιοποιείται από ερευνητές της εκπαίδευσης που μελετούν καινοτόμες διδακτικές πρακτικές. Στο πλαίσιο μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας, περιγράφεται ως εμπειρική μελέτη της δραστηριότητας των μαθητών (Κυνηγός, 2006) και έχει ως στόχο να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ θεωρίας και εκπαιδευτικής πράξης και να προβληματίσει αναφορικά με τη φύση της μάθησης, τη δημιουργία βελτιωμένων μαθησιακών περιβαλλόντων και την ανάπτυξη θεωριών μάθησης (Λάτση, 2021). Στη συνέχεια αναφέρονται τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της και τεκμηριώνεται η επιλογή της έναντι της έρευνας δράσης.

Οι θεωρίες που αναπτύσσονται στο πλαίσιο της έρευνας σχεδιασμού είναι σχετικές με τη μάθηση σε μία συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος και περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό των μέσων που υποστηρίζουν τη μάθηση αυτή (Bakker, 2014). Αποτέλεσμα της έρευνας είναι τόσο η παραγωγή προϊόντων, που κρίνονται ως προς την καινοτομία και την χρησιμότητα τους (π.χ. πρωτότυπο εκπαιδευτικό υλικό, ένα ιδιότυπο πρόγραμμα σπουδών κ.α.), όσο και συνοδευτικών επιστημονικών γνώσεων σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο αυτά τα προϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν (McKenney & Reeves, 2012). Ωστόσο, η θεωρία που αναπτύσσεται στην έρευνα σχεδιασμού, είναι δύσκολο να γενικευθεί γιατί συνδέεται με συγκεκριμένα μαθησιακά περιβάλλοντα και μαθησιακούς στόχους. Από την άλλη, οφείλει να είναι αρκετά γενική για να είναι χρήσιμη και να μπορεί να εφαρμοστεί από άλλους ή σε διαφορετικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Η γενίκευση της θεωρίας μπορεί να επιτευχθεί, αν τα ευρήματα της έρευνας παρουσιαστούν ως περιπτώσεις ενός γενικότερου μοντέλου ή μιας ευρύτερης κατηγορίας φαινομένων (Bakker, 2014). Σε αντίθεση με τις περισσότερες ερευνητικές μεθοδολογίες, τα θεωρητικά προϊόντα της έρευνας σχεδιασμού απαντούν άμεσα στους τύπους προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδασκαλία τους.

Ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού υλικού στην έρευνα σχεδιασμού μπορεί να υπόκειται σε τροποποιήσεις κατά τη διάρκεια της εμπειρικής δοκιμής του, μέσω επαναληπτικών κύκλων δοκιμών και βελτίωσης, εάν για παράδειγμα μια σχεδιαστική ιδέα δεν λειτουργήσει όπως αναμενόταν. Η ανατροφοδότηση από την δοκιμή του υλικού, μπορεί να γίνει μετά από κάθε μάθημα ώστε, να οδηγήσει σε αλλαγές του αρχικού σχεδιασμού για το επόμενο μάθημα. Οι επαναληπτικοί κύκλοι δοκιμών συνήθως, αποτελούνται από τις ακόλουθες φάσεις: φάση προετοιμασίας και σχεδιασμού, διδακτικό πείραμα και ανασκοπική ανάλυση.

Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ της έρευνας σχεδιασμού και της έρευνας δράσης είναι ότι, στην πρώτη ο σχεδιασμός αποτελεί ένα κρίσιμο μέρος της έρευνας, ενώ στην δεύτερη, η εστίαση είναι στη δράση και την αλλαγή, η οποία μπορεί, αλλά δεν χρειάζεται να περιλαμβάνει το σχεδιασμό ενός νέου μαθησιακού περιβάλλοντος. Η έρευνα σχεδιασμού στοχεύει επίσης πιο ρητά σε εκπαιδευτικές θεωρίες από ό, τι η έρευνα δράσης (Bakker, 2014). Αυτοί είναι και οι κυριότεροι λόγοι για τους οποίους η ερευνήτρια επέλεξε αυτό το είδος έρευνας αντί της έρευνας δράσης, που έχει αρκετά παρόμοια χαρακτηριστικά.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

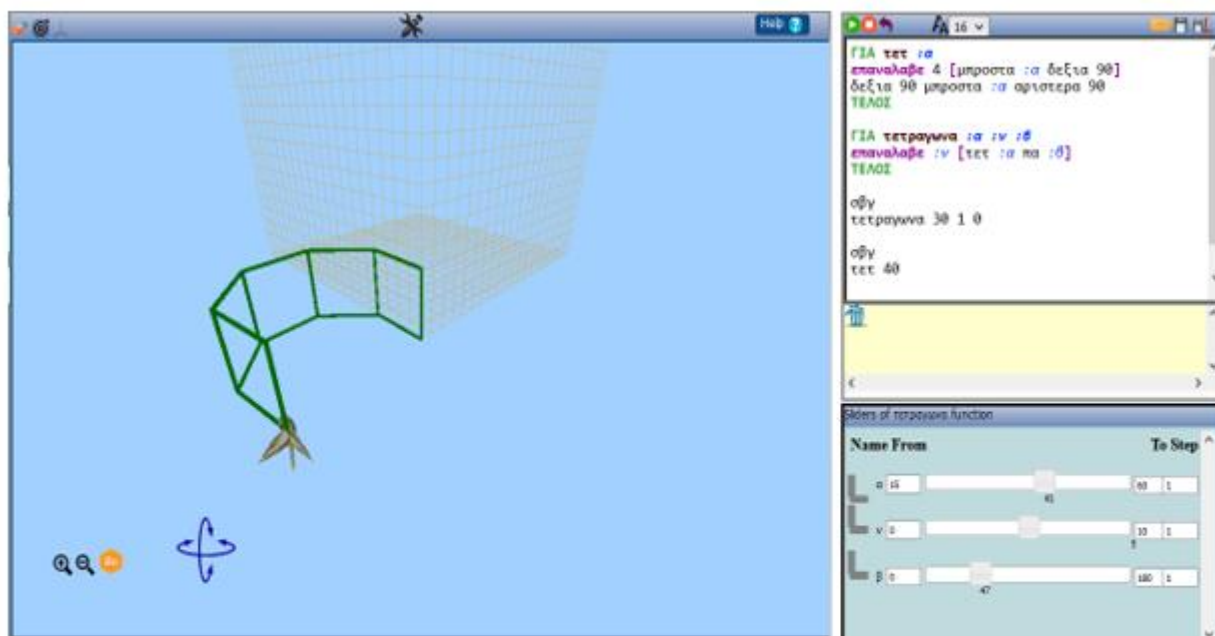
Ο χαρακτήρας της έρευνας σχεδιασμού είναι «παρεμβατικός» και «ανοικτός» (Bakker, 2014). Το πρώτο σημαίνει ότι ο ερευνητής (ή η ομάδα ερευνητών), που σχεδίασε την έρευνα είτε πραγματοποιεί ο ίδιος τη διδασκαλία είτε συνεργάζεται στενά με τον διδάσκοντα, μπορεί να παρεμβαίνει κατά τη διάρκεια της, για την διαχείριση μιας κατάστασης. Το δεύτερο χαρακτηριστικό αναφέρεται στον μικρό βαθμό ελέγχου που έχει ο ερευνητής πάνω σε μια κατάσταση. Επιπλέον, ο χαρακτήρας της έρευνας σχεδιασμού είναι συνήθως ερμηνευτικός και συμβουλευτικός, επιδίωξη της δηλαδή είναι να δώσει θεωρητικές γνώσεις για το πώς μπορούν να προωθηθούν συγκεκριμένοι τρόποι διδασκαλίας και μάθησης.

Τα τελευταία χρόνια η έρευνα σχεδιασμού χρησιμοποιείται εκτενώς για τους σκοπούς της εκπαιδευτικής έρευνας.

3.2 Το λογισμικό MaLT2

Το MaLT2 (Machine Lab Turtleworlds), είναι ένα διαδικτυακό εκπαιδευτικό λογισμικό προγραμματισμού, που σχεδιάστηκε για μαθηματική δραστηριότητα, από την ομάδα του Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών. Η πρόσβαση στο λογισμικό είναι ελεύθερη μέσω φυλλομετρητή, από τον δικτυακό τόπο: <http://etl.ppp.uoa.gr/malt2/>.

Η μαθηματική δραστηριότητα συνίσταται στη δημιουργία, στην εξερεύνηση και στο δυναμικό χειρισμό τρισδιάστατων γεωμετρικών μοντέλων ή διδιάστατων γεωμετρικών σχημάτων με κειμενικό προγραμματισμό. Η αρχιτεκτονική του λογισμικού βασίζεται στη σχεδιαστική ιδέα της διασύνδεσης «ενσωματωμένων υπολογιστικών λειτουργικότητων», δηλαδή στη διασύνδεση λειτουργικότητων (affordances) που προϋπήρχαν ως ανεξάρτητες οντότητες (Kynigos & Grizioti, 2018). Η βαθιά πρόσβαση στις λειτουργικότητες ενός λογισμικού που ενισχύεται από τη διασύνδεσή τους, προσφέρει στον χρήστη νέες ευκαιρίες για εμπλοκή, αλληλεπίδραση και βαθιά κατανόηση εννοιών



Εικόνα 9: Στιγμιότυπο από το διαδικτυακό λογισμικό MaLT2. Στα αριστερά φαίνεται η 3D σκηνή και δεξιά ο συντάκτης εντολών, η περιοχή μηνυμάτων και το εργαλείο δυναμικού χειρισμού

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοσηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

στα μαθηματικά και τον προγραμματισμό, καθώς και καλλιέργεια ευρύτερων δεξιοτήτων όπως αυτών της υπολογιστικής σκέψης.

Το περιβάλλον του MaLT2 αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία: τον συντάκτη εντολών, την τρισδιάστατη σκηνή και τον μονοδιάστατο και δισδιάστατο μεταβολέα (Εικόνα 9).

Στον συντάκτη εντολών, ο χρήστης μπορεί να γράψει προγράμματα στη γλώσσα προγραμματισμού Logo, που κινούν μια οντότητα με τη μορφή περιστεριού ή αεροπλάνου, στη σκηνή. Η γλώσσα προγραμματισμού του MaLT2 βασίζεται στην έκδοση MSW Berkeley της Logo, που επεκτάθηκε με τη λειτουργία των 3D γραφικών παραστάσεων, συμπεριλαμβανομένων ειδικών εντολών για την αλλαγή της κατεύθυνσης της οντότητας στις τρεις διαστάσεις και νέων δυνατοτήτων για την πένα (αλλαγή χρώματος και πάχους).

Η σκηνή 3D είναι ο χώρος όπου κινείται η οντότητα. Η θέση της οντότητας στον χώρο καθορίζεται στο κέντρο του (σημείο 0,0,0), ενώ ο προσανατολισμός της ορίζεται από τη θέση του «κεφαλιού» του αντικειμένου που την αναπαριστά. Η σκηνή περιέχει μια περισκοπική κάμερα, με την οποία ο μαθητής μπορεί να πλοηγηθεί στον τρισδιάστατο χώρο της και να παρατηρήσει τις κατασκευές του από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Με το εργαλείο του μεταβολέα, ο χρήστης μπορεί να προκαλέσει δυναμικές αλλαγές σε σχήματα που δημιουργούνται από την εκτέλεση παραμετρικών διαδικασιών. Το εργαλείο παρέχει έναν αριθμό ολισθητών, έναν για κάθε παράμετρο μιας εκτελεσμένης διαδικασίας, η τιμή των οποίων μπορεί να ποικίλει μεταξύ ενός μέγιστου και ελάχιστου ορίου.

Για να χρησιμοποιήσει τον δυναμικό χειρισμό, ο χρήστης κάνει κλικ σε οποιοδήποτε σχήμα δημιουργήθηκε από την εκτέλεση μιας παραμετρικής διαδικασίας με ένα σύνολο τιμών στις μεταβλητές της, ενεργοποιώντας έτσι το εργαλείο του μεταβολέα. Ο μεταβολέας παράγει έναν αριθμό ολισθητών, ένα για κάθε παράμετρο της διαδικασίας. Το «σύρσιμο» ενός ολισθητή μεταβάλλει την τιμή εκτέλεσης για την αντίστοιχη παράμετρο. Οι τιμές κάθε ολισθητή μπορεί να αλλάζουν μεταξύ ενός μέγιστου και ελάχιστου ορίου, τα οποία είναι επίσης επεξεργάσιμα από το χρήστη. Κάθε αλλαγή στην τιμή ενός ολισθητή προκαλεί την άμεση εκ νέου εκτέλεση της διαδικασίας με τη νέα είσοδο.

Κατά τους Kynigos & Grizioti (2018), στόχος του δυναμικού χειρισμού στο MaLT2 είναι να ενισχύσει τη διαδικασία της αφαίρεσης προκαλώντας με κιναισθητικό τρόπο τον συνεχή μετασχηματισμό μιας δομής που περιγράφεται φορμαλιστικά για να κατανοήσει καλύτερα πώς αυτό μπορεί να αντιπροσωπεύει μια γενικότητα, όπως π.χ. μια ιδιότητα ενός γεωμετρικού σχήματος.

Ο προγραμματισμός διαδικασιών, ο δυναμικός χειρισμός των παραμέτρων μιας εκτελεσμένης διαδικασίας και η δυνατότητα δυναμικής αλλαγής της θέασης του τρισδιάστατου χώρου, αποτελούν τις διασυνδεδεμένες λειτουργικότητες του λογισμικού.

Οι κατασκευές του χρήστη στο MaLT2, αναπαρίστανται ως προγραμματιστικός κώδικας και ως σχήματα στη σκηνή του περιβάλλοντος. Οι μαθητές ωστόσο, μπορεί να βλέπουν δυναμικές απεικονίσεις σχημάτων ή μοντέλων χωρίς απαραίτητα να κατανοούν το πλαίσιο ή τις βαθύτερες έννοιες πίσω από αυτές. Η έρευνα δείχνει ότι, όταν οι μαθητές ασχολούνται με ένα εργαλείο σε κάποιο είδος δραστηριότητας, όπως η απάντηση σε

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

ερωτήσεις ή η πραγματοποίηση προβλέψεων ή πειραμάτων, μαθαίνουν καλύτερα. (Pears et al., 2007).

Στην παρούσα έρευνα οι μαθητές καλούνται να χρησιμοποιήσουν το MaLT2 και τις λειτουργικότητες του για να κατασκευάσουν προγραμματίζοντας, διδιάστατα γεωμετρικά σχήματα στο πλαίσιο ενός υποθετικού σεναρίου. Στόχος των δραστηριοτήτων διερεύνησης και κατασκευής είναι οι μαθητές να χρησιμοποιήσουν τις πολλαπλές αναπαραστάσεις του λογισμικού και να τις συνδυάσουν με τις αναπαραστάσεις των unplugged δραστηριοτήτων, για να προσεγγίσουν έννοιες του προγραμματισμού όπως η μεταβλητή, η διαδικασία και οι παράμετροι.

3.3 Η Πιλοτική Έρευνα

Η πιλοτική έρευνα πραγματοποιήθηκε στο τμήμα Α4.Β του 3ο Γυμνασίου Ασπροπύργου, κατά τους μήνες Φεβρουάριο-Απρίλιο του σχολικού έτους 2021-2022, στο πλαίσιο του μαθήματος της Πληροφορικής της Α΄ Γυμνασίου. Η διάρκειά της ήταν 8 διδακτικές ώρες. Συμμετείχαν εθελοντικά 8 μαθητές του τμήματος, 4 κορίτσια και 4 αγόρια, μετά από ενημέρωση και συγκατάθεση των κηδεμόνων τους. Οι μαθητές/τριες εργάστηκαν σε ομάδες των δύο, στην αίθουσα Πληροφορικής και στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων του σχολείου.

Η πιλοτική έρευνα ξεκίνησε δύο εβδομάδες πριν την έναρξη της κυρίως έρευνας. Κατά τη διάρκειά της υλοποιήθηκε το σύνολο των δραστηριοτήτων που σχεδιάστηκαν για την κυρίως έρευνα. Έτσι η ερευνήτρια είχε τον χρόνο να δοκιμάσει τις δραστηριότητες και να προχωρήσει σε αναθεώρηση του αρχικού της σχεδιασμού, όπου αυτό κρίθηκε αναγκαίο, πριν την εφαρμογή τους στην κυρίως έρευνα. Τα δεδομένα που συνέλεξε προήλθαν από το ημερολόγιο παρατήρησης που τηρούσε κατά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων «με» και «χωρίς» υπολογιστή και από τα αρχεία καταγραφής οθόνης και ήχου κάθε ομάδας μαθητών. Ακολούθησε ανάλυση των δεδομένων με βάση στοιχεία που εντόπισε η ερευνήτρια κατά την παρατήρηση της δραστηριότητας των μαθητών.

3.3.1 Συμπεράσματα πιλοτικής έρευνας

Κατά τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής των δραστηριοτήτων η ερευνήτρια εντόπισε ζητήματα που αφορούσαν:

1. την εμπλοκή των μαθητών. Ενώ οι μαθητές συμμετείχαν με ενθουσιασμό στην πρώτη unplugged δραστηριότητα (του πρώτου μαθήματος) εκτός της αίθουσας υπολογιστών, το θέμα του σχεδιασμού γεωμετρικών σχημάτων στο λογισμικό, σε συνδυασμό με τις δυσκολίες τους στα μαθηματικά, μείωσε το επίπεδο εμπλοκής με τις δραστηριότητες στον υπολογιστή,
2. τον χρόνο που είχαν στη διάθεσή τους οι μαθητές για την εξερεύνηση των εννοιών. Ο διαθέσιμος χρόνος ήταν συνάρτηση του ρυθμού εργασίας των ομάδων, του διδακτικού σχεδιασμού, της υποστήριξης και της ανατροφοδότησης που λάμβαναν οι μαθητές.

Αναλυτικά οι δυσκολίες των μαθητών ανά έννοια και η αναθεώρηση του αρχικού σχεδιασμού για την αντιμετώπισή τους παρουσιάζονται στο 5ο κεφάλαιο της ανάλυσης των δραστηριοτήτων.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

3.3.2 Αναθεώρηση του αρχικού σχεδιασμού

Η ερευνήτρια αξιοποιώντας την εμπειρία και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων της πιλοτικής εφαρμογής, προχώρησε σε αναθεώρηση του αρχικού σχεδιασμού κάποιων δραστηριοτήτων. Στόχοι της ήταν, να:

- παρέχει περισσότερο χρόνο για εξερεύνηση των εννοιών
- να δημιουργήσει ευκαιρίες συνεργασίας εντός μικρών και μεγαλύτερων ομάδων
- αυξήσει τον βαθμό αυτενέργειας των μαθητών
- παρακινήσει τους μαθητές στο να θέτουν ερωτήματα σχετικά με το «πως» και το «γιατί» γύρω από τις έννοιες, με σκοπό τη βαθύτερη κατανόηση τους και τη μεταφορά της γνώσης για αυτές μεταξύ των δύο πλαισίων προγραμματισμού

Οι αλλαγές που πραγματοποίησε αφορούσαν συνοπτικά:

1. στην εισαγωγή δύο χειραπτικών αντικειμένων: α) τον ξύλινο χάρακα για τη νοηματοδότηση της γωνίας, ως στροφής με μέτρο και κατεύθυνση και ως εξωτερικής ή εσωτερικής σε ένα σχήμα και β) την χάρτινη «ρουλέτα» για τη σύνδεση της έννοιας της περιστροφής της οντότητας με την έννοια του κύκλου, και την αναγωγή του υπολογισμού της γωνίας περιστροφής σε πράξεις με βάση την γωνία των 360° ,
2. στη δημιουργία μιας στρατηγικής για τον εντοπισμό μοτίβων επανάληψης σε επίπεδο κώδικα και τη διατύπωση τους με την εντολή επανάληψης του MaLT2,
3. στην εισαγωγή ενός υποθετικού σεναρίου το οποίο εξυπηρετούν οι δραστηριότητες του συνόλου των μαθημάτων, κατά τη διάρκεια του οποίου οι μαθητές αναλαμβάνουν διαφορετικούς ρόλους σε κάθε στάδιο της κατασκευής ενός ανεμόμυλου,
4. στα προβλήματα που καλούνταν να επιλύσουν οι μαθητές σε κάποιες δραστηριότητες. Σε κάποια εισήγαγε το στοιχείο της πρόκλησης μεταξύ των ομάδων π.χ. «βρείτε τον πιο σύντομο αλγόριθμο» ή το στοιχείο του γρίφου π.χ. «βρείτε την κρυμμένη επανάληψη», ενώ άλλα διατυπώθηκαν με πιο ανοικτό τρόπο π.χ. το πρόβλημα της κατασκευής ανεμόμυλου στο 7ο μάθημα ώστε, να επιτραπεί σε κάθε ομάδα να κάνει τις δικές της σχεδιαστικές επιλογές και να παρουσιάσει τη δική της λύση,
5. στην αλληλουχία των δραστηριοτήτων ώστε, η μία να αποτελεί λογική συνέχεια της άλλης,
6. στην επαναδιατύπωση των ερωτημάτων κάθε δραστηριότητας προκειμένου: α) να οδηγούν τους μαθητές προς την επίτευξη των γνωστικών στόχων παρέχοντάς τους αυτονομία και όχι το δρόμο προς τη λύση β) να ενισχυθεί ο διερευνητικός τους χαρακτήρας.

3.4 Η Κυρίως Έρευνα

3.4.1 Το περιεχόμενο της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο 3^ο Γυμνάσιο Ασπροπύργου όπου δίδαξε η ερευνήτρια εκπαιδευτικός το σχολικό έτος 2021-2022, κατά τους μήνες Μάρτιο-Μάιο, στα πλαίσια του μαθήματος της Πληροφορικής της Α΄ Γυμνασίου.

Το σχολείο βρίσκεται σε μια βιομηχανική, υποβαθμισμένη περιβαλλοντικά περιοχή και οι μαθητές του προέρχονται κατά μεγάλο μέρος από οικογένειες παλλινოსτούντων Ποντίων

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

και Ρομά, με μέτριο έως χαμηλό οικονομικό προφίλ και μέτριες έως χαμηλές σχολικές επιδόσεις.

Η έρευνα υλοποιήθηκε σε αίθουσα Πληροφορικής του σχολείου (δεν πρόκειται για σχολικό εργαστήριο Πληροφορικής) με έξι φορητούς υπολογιστές, υπολογιστή καθηγητή με βιντεοπροβολέα και σύνδεση στο Διαδίκτυο. Οι δραστηριότητες «χωρίς» υπολογιστή υλοποιήθηκαν στον χώρο πολλαπλών χρήσεων του σχολείου, με απλά μέσα (κιμωλίες, χαρτοταινίες κ.α.) που είχε προετοιμάσει η εκπαιδευτικός.

Η συνολική διδακτική παρέμβαση είχε συνολική διάρκεια 8 διδακτικών ωρών και υλοποιήθηκε σε διάστημα 4 εβδομάδων. Η έρευνα οργανώθηκε σε τρεις φάσεις:

1. Προετοιμασία και σχεδιασμός
2. Υλοποίηση
3. Ανάλυση των Δεδομένων

Μετά το πέρας των μαθημάτων αφιερώθηκε μία επιπλέον διδακτική ώρα για συνεντεύξεις 3 μαθητών που αποτέλεσαν την ομάδα εστίασης.

3.4.2 Συμμετέχοντες μαθητές

Οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν 12 μαθητές του τμήματος Α4.Α, εκ των οποίων οι 9 ήταν κορίτσια και οι 3 αγόρια. Η ερευνήτρια συζήτησε με τους μαθητές την πρόθεσή της να διεξάγει έρευνα στα πλαίσια του μαθήματος και αφού τους ενημέρωσε σχετικά με το σκοπό και το περιεχόμενό της, συμφώνησαν να συμμετάσχουν. Ακολούθως ενημερώθηκαν γραπτά οι κηδεμόνες τους για το περιεχόμενο και τη συλλογή δεδομένων της έρευνας και υπέγραψαν υπεύθυνη δήλωση συγκατάθεσης συμμετοχής των μαθητών.

Για τις ανάγκες της έρευνας, οι μαθητές του Α4.Α χωρίστηκαν εξ αρχής σε 6 διμελείς ομάδες. Ο αρχικός σχηματισμός έγινε με κριτήριο την καλή συνεργασία των μαθητών και δευτερευόντως σύμφωνα με το γνωστικό τους επίπεδο ώστε, να υπάρξει ποικιλομορφία στις ομάδες.

Οι συμμετέχοντες μαθητές είχαν μέτριες έως κακές γνώσεις γεωμετρίας και κάποιοι εξ' αυτών είχαν μια μικρή επαφή με το λογισμικό Scratch στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού. Η ερευνήτρια αποδίδει την χαμηλή επίδοση των μαθητών κατά ένα μεγάλο μέρος, στη διαδικτυακή ψηφιακή εκπαίδευση εκτάκτου ανάγκης που έλαβαν στις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού, εξαιτίας της πανδημίας COVID-19. Σύμφωνα με την Unesco, η πανδημία έχει βαθύνει τις εκπαιδευτικές ανισότητες και έχει πλήξει ιδιαίτερα τις ευάλωτες ομάδες του πληθυσμού (Unesco, 2020). Για τους λόγους αυτούς, η ερευνήτρια θεώρησε τις βασικές προγραμματιστικές έννοιες ως μη διδαχθείσες για το σύνολο των μαθητών. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της πιλοτικής έρευνας διαπιστώθηκαν δυσκολίες των μαθητών σε έννοιες της γεωμετρίας και κυρίως στην έννοια της γωνίας. Για να υποστηρίξει τους μαθητές, η ερευνήτρια εισήγαγε ως μέρος των κάποιων από τις δραστηριότητες χειραπτικά αντικείμενα που σκέφτηκε ή/και κατασκεύασε η ίδια.

Η ερευνήτρια σχεδίασε και υλοποίησε τις δραστηριότητες έχοντας ταυτόχρονα ρόλο υποστηρικτικό και ρόλο παρατηρητή. Για το λόγο αυτό οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν ώστε, να προσδίδουν μεγάλο βαθμό αυτονομίας στους μαθητές, που εξασφαλίστηκε με αναλυτικά φύλλα εργασίας.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Για λόγους εσωτερικής εγκυρότητας της έρευνας πρέπει να εξασφαλιστεί η ποιότητα των δεδομένων που συλλέγονται (Bakker, 2014). Διαδικασίες που μπορούν να ενισχύσουν την εγκυρότητα της έρευνας σχεδιασμού περιλαμβάνουν: τη συλλογή πολλών και διαφορετικών τύπων δεδομένων, τη διαδοχή διαφορετικών διδακτικών παρεμβάσεων και τη μέθοδο τριγωνισμού (triangulation) των δεδομένων.

Για λόγους εξωτερικής εγκυρότητας ο τρόπος συλλογής των δεδομένων πρέπει να είναι ανεξάρτητος του ερευνητή (Bakker, 2014). Σε αυτό μπορεί να συμβάλει η συλλογή των δεδομένων με αντικειμενικά μέσα (ψηφιακά μέσα) όπως η βιντεοσκόπηση, η καταγραφή ήχου και η καταγραφή οθόνης.

Κατά την υλοποίηση της παρούσας έρευνας η ερευνήτρια συνέλεξε πέντε διαφορετικούς τύπους ποιοτικών δεδομένων με στόχο το σύνολο δεδομένων προς ανάλυση να αποτυπώνει όσο το δυνατόν πληρέστερα και πιο αξιόπιστα τη μαθησιακή διαδικασία και τις αλληλεπιδράσεις των μαθητών σε όλη τη διάρκεια της εφαρμογής.

3.5 Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων

3.5.1 Μέσα συλλογής δεδομένων

Τα είδη των δεδομένων συνέλεξε η ερευνήτρια είναι:

1. Αρχεία καταγραφής οθόνης και ήχου του υπολογιστή κάθε ομάδας (συμπεριλαμβανομένων και των αρχείων καταγραφής των think-aloud συνεντεύξεων).
2. Βίντεο μικρής διάρκειας (μέσω κινητού τηλεφώνου) για την παρατήρηση των δραστηριοτήτων χωρίς υπολογιστή ανά ομάδα μαθητών (των δύο ή τεσσάρων ατόμων ή της ολομέλειας).
3. Ημερολόγιο παρατήρησης ερευνητή.
4. Φύλλα εργασίας κάθε ομάδας.
5. Ψηφιακά δομήματα των μαθητών.

ΑΡΧΕΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΘΟΝΗΣ ΚΑΙ ΗΧΟΥ

Η ερευνήτρια χρησιμοποίησε το plug-in λογισμικό καταγραφής SCRE.IO του φυλλομετρητή Google Chrome, για ταυτόχρονη καταγραφή της οθόνης και του ήχου των υπολογιστών, στις δραστηριότητες «με» υπολογιστή. Το λογισμικό κατέγραφε μόνο το παράθυρο του φυλλομετρητή με το MaLT2, όπου δούλευαν οι μαθητές. Αυτό το είδος καταγραφής αποτυπώνει την αλληλεπίδραση των μαθητών με τα ψηφιακά δομήματα στο προγραμματιστικό περιβάλλον και την μεταξύ τους συνομιλία κατά την αλληλεπίδραση αυτή. Η ερευνήτρια άντλησε πληροφορίες για τον τρόπο που οι μαθητές νοηματοδότησαν τις έννοιες και επιπλέον, για το πως η μεταξύ τους συζήτηση και διαπραγμάτευση επέδρασε στην τελική χρήση της έννοιας που υιοθέτησαν.

Αυτός ο τύπος καταγραφής χρησιμοποιήθηκε επίσης για την καταγραφή των συνεντεύξεων, των μελών της ομάδας εστίασης.

ΣΥΝΤΕΥΞΕΙΣ

Μία εβδομάδα μετά το πέρας των μαθημάτων, η ερευνήτρια διενήργησε ατομικές συνεντεύξεις διάρκειας 15' λεπτών, σε 3 μαθητές που αποτέλεσαν την ομάδα εστίασης (focus group). Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν στην αίθουσα πληροφορικής του

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

σχολείου και καταγράφηκαν μέσω του plug-in λογισμικού καταγραφής που αναφέρθηκε πιο πάνω. Στόχος τους ήταν η διερεύνηση της νοηματοδότησης των προγραμματιστικών εννοιών σε ατομικό επίπεδο.

Η ερευνήτρια επέλεξε τους μαθητές με κριτήριο α) το γνωστικό τους επίπεδο, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις της κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, ώστε να υπάρχει αντιπροσώπευση όλων των μαθητών και β) την εθελοντική συμμετοχή τους.

Η συνέντευξη έγινε στο πλαίσιο της κατασκευής ενός ψηφιακού δομήματος που ανατέθηκε στους μαθητές (κοινό για όλους). Η συλλογή των δεδομένων της συνέντευξης έγινε βάσει του πρωτοκόλλου think-aloud. Η μέθοδος think-aloud, δίνει στον ερευνητή μια εικόνα για τις γνωστικές διεργασίες των μαθητών (και όχι μόνο για το τελικό προϊόν τους), κατά την εκτέλεση μιας εργασίας (“Think-aloud protocol”, 2022).

Σύμφωνα με αυτό:

- οι μαθητές σκέφτονται δυνατά καθώς επιλύουν το πρόβλημα. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει αυτό που κοιτάζουν, σκέφτονται ή κάνουν
- Ο ερευνητής απευθύνει ερωτήσεις ανοικτού τύπου, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας της εργασίας των μαθητών
- Οι ερωτήσεις δεν πρέπει να καθοδηγούν ή να δίνουν στοιχεία για τη λύση του προβλήματος

Η ερευνήτρια είχε ετοιμάσει εκ των προτέρων μια δομή ερωτήσεων με άξονα τα ερευνητικά ερωτήματα, την οποία ωστόσο δεν τήρησε αυστηρά αφήνοντας χώρο για ερωτήσεις που θα προέκυπταν κατά τη δραστηριότητα των μαθητών. Το λογισμικό (εκτός της καταγραφής οθόνης) κατέγραφε ηχητικά τον μαθητή καθώς εργαζόταν και σκεφτόταν την κατασκευή του και την ερευνήτρια που παρακολουθούσε την εργασία του στον υπολογιστή και απηύθυνε ερωτήσεις.

ΒΙΝΤΕΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

Καταγραφές βίντεο μικρής διάρκειας έγιναν μέσω κινητού τηλεφώνου, κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων «χωρίς» υπολογιστή, που έλαβαν χώρα στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων του σχολείου. Στις δραστηριότητες αυτές, οι ομάδες των μαθητών βρίσκονταν σε απόσταση μεταξύ τους. Η ερευνήτρια κινούνταν μεταξύ των ομάδων και κρατούσε σημειώσεις όσο επεξεργάζονταν τον αλγόριθμο τους. Μόλις μια ομάδα ήταν έτοιμη, καλούσε την ερευνήτρια να παρακολουθήσει και να καταγράψει την κιναισθητική αποτύπωση του αλγορίθμου της. Στις δραστηριότητες του πρώτου μαθήματος η καταγραφή, έγινε ανά ομάδα (αποτελούμενη από δύο ή τέσσερα άτομα), ενώ στην τελευταία unplugged δραστηριότητα (Δραστηριότητα 8), η ολομέλεια των μαθητών έδρασαν ως δύο ομάδες και η δραστηριότητά της κάθε μιας καταγράφηκε καθ’ όλη τη διάρκεια της.

Σε αυτό το είδος καταγραφής, οι μαθητές σκέφτονται δυνατά την ώρα που υλοποιούν κιναισθητικά την δραστηριότητα που τους έχει ανατεθεί, συζητούν μεταξύ τους, ανταλλάσσουν απόψεις, επιχειρηματολογούν σε ομάδες των δύο ή μεγαλύτερες. Οι προγραμματιστικές έννοιες διαπραγματεύονται στο πλαίσιο της ομαδικής δραστηριότητας των μαθητών.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η ερευνήτρια σχεδίασε ένα ημερολόγιο έρευνας το οποίο συμπλήρωνε κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος κάθε μαθήματος. Σε αυτό κατέγραψε πρακτικές πληροφορίες (π.χ. ημερομηνία μαθήματος, παρόντες μαθητές) κατά την έναρξη κάθε μαθήματος, ενώ κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας των μαθημάτων, κατέγραφε σημεία που εντόπισε και σημεία που θεώρησε σημαντικά για την εξυπηρέτηση των ερωτημάτων που είχε θέσει, π.χ. δυσκολίες των μαθητών ή αλλαγή στον τρόπο σκέψης τους αλλά και παρατηρήσεις για το βαθμό εμπλοκής τους στις unplugged δραστηριότητες.

Το ημερολόγιο αξιοποιήθηκε ως εργαλείο ανατροφοδότησης για πιθανή αναθεώρηση του σχεδιασμού πριν την επόμενη παρέμβαση αλλά και στην φάση της ανασκοπικής ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας.

ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΟΜΑΔΩΝ

Πρόκειται για φύλλα εργασίας που χρησιμοποιούνται και στους δύο τύπους δραστηριοτήτων (με ή χωρίς υπολογιστή). Η ερευνήτρια για τη διδασκαλία των εννοιών χρησιμοποιεί την τεχνική επίλυσης προβλήματος. Τα φύλλα εργασίας, περιέχουν τις εκφωνήσεις των προβλημάτων και ερωτήσεις που καθοδηγούν τους μαθητές, με τρόπο που προωθεί την κριτική σκέψη και την εμπάθυση στις έννοιες. Στις unplugged δραστηριότητες τα φύλλα εργασίας περιέχουν επιπλέον οδηγίες για τον τρόπο οργάνωσης της εργασίας των μαθητών.

Μέσω των φύλλων εργασίας μπορεί να διερευνηθεί η νοηματοδότηση των εννοιών τόσο κατά τη διερεύνηση στο προγραμματιστικό περιβάλλον όσο και στο χαρτί.

ΔΟΜΗΜΑΤΑ ΜΑΘΗΤΩΝ

Οι μαθητές αποθήκευαν τα ψηφιακά δομήματα που κατασκεύαζαν στο MaLT2, τοπικά στον υπολογιστή τους. Η ερευνήτρια μετά το πέρας κάθε μαθήματος συγκέντρωνε το ψηφιακό υλικό κάθε ομάδας (δομήματα και αρχείο καταγραφής). Τα δομήματα αποτελούν την έκφραση των εννοιών στη γλώσσα προγραμματισμού και επιτρέπουν στην ερευνήτρια να ελέγξει τη νοηματοδότησή τους.

3.5.2 Ζητήματα δεοντολογίας

Για την πραγματοποίηση της έρευνας, διασφαλίστηκε: α) η εθελοντική συμμετοχή των μαθητών. Η ερευνήτρια ενημέρωσε προφορικά τους μαθητές για τον σκοπό της έρευνας, τις διαδικασίες της και τα δεδομένα που θα συγκέντρωνε, β) η γραπτή συγκατάθεση των κηδεμόνων τους, μετά από ενημέρωση της ερευνήτριας-εκπαιδευτικού της τάξης, για τον σκοπό της έρευνας, τη διαδικασία, τα δεδομένα που συλλέγονταν, την προστασία των προσωπικών δεδομένων, την τήρηση της ανωνυμίας. Οι συμμετέχοντες μαθητές ενημερώθηκαν για το δικαίωμά τους να αποσυρθούν από την έρευνα σε οποιοδήποτε στάδιο.

3.5.3 Διασφάλιση αξιοπιστίας και εγκυρότητας

Η διασφάλιση της εσωτερικής εγκυρότητας των δεδομένων, επιτεύχθηκε μέσω των πολλαπλών πηγών συλλογής τους και της τριγωνοποίησης των διαφορετικών μορφών δεδομένων κατά την ανασκοπική φάση ανάλυσης.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοσηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η διασφάλιση της εξωτερικής εγκυρότητας των δεδομένων, επιχειρείται μέσω της παρουσίασης των αποτελεσμάτων της έρευνας με τρόπο που να μπορούν να εφαρμοστούν σε άλλα πλαίσια έρευνας και εφαρμογής.

3.6 Μέθοδος Ανάλυσης Δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 3.1.2, η μεθοδολογία της έρευνας σχεδιασμού χαρακτηρίζεται από μικρούς διαδοχικούς κύκλους συλλογής και ανάλυσης δεδομένων μεταξύ των εφαρμογών κάθε παρέμβασης, καθώς και από μια τελική φάση ανασκοπικής ανάλυσης που αφορά την έρευνα στο σύνολό της. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από κάθε κύκλο ανάλυσης ενδέχεται να οδηγήσουν τον ερευνητή σε διατύπωση νέων υποθέσεων και αναθεώρηση του αρχικού σχεδιασμού. Στην παρούσα έρευνα τα μαθήματα ήταν οργανωμένα σε διαδοχικά δώρα με συναφές αντικείμενο. Η ερευνήτρια μετά από κάθε δώρο ανέλυε τα δεδομένα που είχε συλλέξει με στόχο να εντοπίσει στοιχεία της υλοποίησης που επέδρασαν θετικά ή αρνητικά στη μαθησιακή διαδικασία και με βάση αυτά τροποποιούσε τον διδακτικό σχεδιασμό και τις δραστηριότητες των φύλων εργασίας για το επόμενο μάθημα.

3.6.1 Μονάδα ανάλυσης

Ως μονάδα ανάλυσης των δεδομένων της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκε το κρίσιμο περιστατικό. Για τους ερευνητές που χρησιμοποιούν ποιοτικές μεθόδους έρευνας, η χρήση των κρίσιμων περιστατικών ή συμβάντων, ως μεθόδου συλλογής αλλά και ανάλυσης των δεδομένων, μπορεί να δημιουργήσει χώρους γνώσης μέσω μιας συνεχούς διαδικασίας κριτικής εξέτασης και ερμηνείας (Guillemin & Gillam 2004).

Στη βιβλιογραφία, ο όρος «κρίσιμο περιστατικό» έχει οριστεί με διάφορους τρόπους: ένα καθημερινό γεγονός που ξεχωρίζει (Martin, 1996), έντονα γεγονότα που θεωρούνται σημαντικά ή αξέχαστα (Brookfield, 1995, Woods, 1993), μια προβληματική κατάσταση που παρουσιάζεται ως μοναδική περίπτωση και προωθεί τον αναστοχασμό (Schön 1987) ή «εξαιρετικά φορτισμένες στιγμές και επεισόδια που έχουν τεράστιες συνέπειες για την προσωπική αλλαγή και ανάπτυξη» (Sikes, Measor & Woods 1985).

Η χρήσιμη προσέγγιση των κρίσιμων περιστατικών στην έρευνα σχεδιασμού, είναι αυτή του Tripp (1993):

Τα κρίσιμα περιστατικά δεν είναι «πράγματα» που υπάρχουν ανεξάρτητα από έναν παρατηρητή και περιμένουν την ανακάλυψή τους όπως τα ψήγματα χρυσού ή τα έρημα νησιά, αλλά όπως όλα τα δεδομένα, τα κρίσιμα περιστατικά δημιουργούνται. Συμβάντα συμβαίνουν, αλλά τα κρίσιμα περιστατικά παράγονται από τον τρόπο με τον οποίο εξετάζουμε μια κατάσταση.

Είναι η ερμηνεία μας για τη σημασία ενός γεγονότος που το καθιστά κρίσιμο. (Halquist & Musanti, 2010). Για να μετατραπεί ένα συμβάν σε ένα κρίσιμο περιστατικό, δεν αρκεί να χαρακτηριστεί ως τέτοιο. Πρέπει να ερευνηθούν οι υποκείμενες δομές που το παρήγαγαν. Προκειμένου να χαρακτηριστεί ως κρίσιμο, πρέπει να υπάρχει η ένδειξη ότι έχει πιο γενικό νόημα σε ένα ευρύτερο πλαίσιο. Τα κρίσιμα περιστατικά δεν παρατηρούνται απλώς, αλλά δημιουργούνται. Συνεχίζοντας ο Tripp (1993) τονίζει ότι, σε μεγάλο βαθμό, η πλειονότητα

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοσηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

των κρίσιμων περιστατικών δεν είναι καθόλου προφανή αλλά καθίστανται κρίσιμα, μέσω της ανάλυσης.

Σε ένα ερευνητικό πλαίσιο, η ερμηνεία των περιστατικών ως κρίσιμων, συνεπάγεται ερμηνεία των γεγονότων που αποτέλεσαν σημεία καμπής, άλλαξαν τις ομαδικές συζητήσεις ή αποκάλυψαν κάτι που είχε ήδη συμβεί χωρίς να εντοπιστεί ή να αναγνωριστεί (Tripp, 1993): Μικρά γεγονότα, μερικές φορές ακόμη και απαρατήρητες καταστάσεις, θα μπορούσαν να μετατραπούν σε κρίσιμα περιστατικά.

Η ερευνήτρια χρησιμοποίησε το κρίσιμο περιστατικό, ως μονάδα ανάλυσης των δεδομένων που προήλθαν από:

- τη μεταγραφή των αρχείων ήχου και οθόνης των μαθητών, κατά την εργασία τους με το ψηφιακό εργαλείο και αφορούν α) την αλληλεπίδραση της ομάδας των δύο μαθητών μεταξύ τους και με το ψηφιακό εργαλείο β) την αλληλεπίδραση του μαθητή με τον ερευνητή και το ψηφιακό εργαλείο, κατά τη διάρκεια της ατομικής συνέντευξης,
- μεταγραφή των αρχείων βίντεο ή το ημερολόγιο έρευνας, κατά τη διάρκεια των unplugged δραστηριοτήτων. Στην περίπτωση αυτή κρίσιμο περιστατικό μπορεί να είναι οι κινήσεις των μαθητών στο χώρο ή οι χειρονομίες τους, η αλληλεπίδρασή τους με ένα χειραπτικό αντικείμενο, με έναν άλλο μαθητή ή με μια ομάδα μαθητών.

Τα κρίσιμα περιστατικά που εντοπίστηκαν κατά την μεταγραφή των αρχείων, συνδυάστηκαν με δεδομένα από τις σημειώσεις της ερευνήτριας ή τα φύλλα εργασίας των μαθητών, για τη δημιουργία μιας σφαιρικής εικόνας για το καθένα. Σε κάποιες περιπτώσεις τα δεδομένα ενός κρίσιμου περιστατικού προήλθαν μόνο από τη μεταγραφή των αρχείων, όταν π.χ. επρόκειτο για λεπτομέρειες που η ερευνήτρια δεν εντόπισε στο πεδίο. Σε κάποιες άλλες η αναζήτηση για κρίσιμα περιστατικά ξεκίνησε αντίστροφα, από κάτι που εντοπίστηκε στα φύλλα εργασίας των μαθητών ή στις σημειώσεις της ερευνήτριας. Ο συσχετισμός των δεδομένων που προήλθαν από μία ή περισσότερες πηγές για ένα κρίσιμο περιστατικό, επέτρεψε στην ερευνήτρια να μελετήσει τι έκαναν, τι έλεγαν και τι έβλεπαν οι μαθητές, εκείνη τη στιγμή.

3.6.2 Στάδια ανάλυσης

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε έξι στάδια (Λάτση, 2021):

1^ο ΣΤΑΔΙΟ: ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗ ΜΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Στο στάδιο αυτό η ερευνήτρια εξέτασε τα ηχητικά δεδομένα που προήλθαν από τα αρχεία βίντεο και καταγραφής οθόνης, ανά μάθημα και πραγματοποίησε μεταγραφή των αποσπασμάτων διαλόγου που έκρινε ως κρίσιμους για την εξέλιξη της δραστηριότητας. Ο εντοπισμός των κρίσιμων σημείων διαλόγου, έγινε βάσει της θεωρίας των κρίσιμων περιστατικών που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Στη συνέχεια τα δεδομένα της μεταγραφής, συνδυάστηκαν με δεδομένα άλλων πηγών (εικόνα βίντεο, καταγραφή οθόνης, φύλλα εργασίας, ημερολόγιο ερευνητή) για να προκύψουν τα κρίσιμα περιστατικά. Για τον χαρακτηρισμό ενός περιστατικού ως κρίσιμο, προηγήθηκε αξιολόγησή του με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα.

2^ο ΣΤΑΔΙΟ: ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Τα κρίσιμα περιστατικά αντιστοιχήθηκαν σε κωδικούς, έναν ή και περισσότερους. Κάθε κωδικός περιέγραφε εν είδη σύντομων λέξεων, την υπολογιστική έννοια που διαπραγματεύονταν οι μαθητές, το πρόβλημα που αντιμετώπιζαν, τι έκαναν στον υπολογιστή ή την κιναισθητική τους δραστηριότητα και τι συζητούσαν μεταξύ τους.

3^ο ΣΤΑΔΙΟ: ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΘΕΜΑΤΩΝ

Με βάση τα μοτίβα εμφάνισής τους τα κρίσιμα περιστατικά ομαδοποιήθηκαν σε ευρύτερες κατηγορίες κωδικών, προκειμένου να υπάρξει σύνδεση των νοημάτων που τους απέδωσαν οι μαθητές.

4^ο ΣΤΑΔΙΟ: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΘΕΜΑΤΩΝ

Πραγματοποιήθηκε ανασκοπική αξιολόγηση του συνόλου των δεδομένων της έρευνας και των συμπερασμάτων που προέκυψαν από τα προηγούμενα στάδια της ανάλυσης. Η ανάλυση των ήδη ομαδοποιημένων κωδικών οδήγησε στη δημιουργία νέων, ακόμη πιο γενικευμένων κατηγοριών κωδικών για το σύνολο της παρέμβασης, οι οποίες αναδείχθηκαν είτε από την συγχώνευση υπαρχόντων κατηγοριών είτε από τη δημιουργία νέων κατηγοριών.

5^ο ΣΤΑΔΙΟ: ΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

Στο στάδιο αυτό έγινε λεπτομερής ανάλυση κάθε επιμέρους υπερκατηγορίας - θέματος.

6^ο ΣΤΑΔΙΟ : ΣΥΓΓΡΑΦΗ

Στο τελικό στάδιο της ανάλυσης γίνεται παράθεση των αποσπασμάτων με σκοπό να τεκμηριωθούν τα ευρήματα και να γίνει ενοποίηση όλων των σταδίων της ανάλυσης. Στο κεφάλαιο «Ανάλυση Δραστηριοτήτων» παρουσιάζονται και αναλύονται χαρακτηριστικά περιστατικά από τις κατηγορίες που οδήγησαν στα συμπεράσματα της έρευνας.

4. Η ΣΕΙΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, σχεδιάστηκε μία σειρά μαθημάτων πάνω σε προγραμματιστικές έννοιες της ενότητας «Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα» της Α΄ γυμνασίου (τα φύλλα εργασίας των μαθημάτων παρουσιάζονται στο παράρτημα II). Η ενότητα των μαθημάτων είναι δομημένη έτσι ώστε, να υποστηρίζει την προοδευτική εμπλοκή των μαθητών με τις έννοιες, με όχημα τον σταδιακό προγραμματισμό μιας τελικής κατασκευής. Καθένα από τα μαθήματα εισάγει, εμβαθύνει ή ελέγχει την κατάκτηση μίας διαφορετικής ή συνδυαστικά περισσότερων, από τις προγραμματιστικές έννοιες του αλγορίθμου, της επανάληψης, της μεταβλητής, της διαδικασίας και της διαδικασίας με παραμέτρους, που αποτελούν το αντικείμενο της έρευνας. Παράλληλα προτείνει υπολογιστικές στρατηγικές στους μαθητές εν είδη νοητικής σκαλωσιάς ή τους εμπλέκει σε κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες για την καλλιέργειά τους. Στο παρασκήνιο, μέσω των κιναισθητικών δραστηριοτήτων οι μαθητές έρχονται σε επαφή με έννοιες της γεωμετρίας όπως η γωνία, προσεγγίζοντάς τες με έναν νέο τρόπο που «δε θυμίζει μαθηματικά» (Πίνακας 1, παράρτημα I).

Στο πλαίσιο της έρευνας σχεδιασμού, κάθε μάθημα αποτελεί έναν αυτόνομο κύκλο σχεδιασμού, εφαρμογής, συλλογής και αξιολόγησης δεδομένων που πιθανώς οδηγεί σε επανασχεδιασμό των επόμενων δραστηριοτήτων.

Το σύνολο των μαθημάτων, στο πλαίσιο του μοντέλου διδασκαλίας BSCS 5E αντιμετωπίζεται ως ενιαίος κύκλος μάθησης. Κάθε μάθημα εξυπηρετεί μία ή περισσότερες φάσεις του κύκλου μάθησης π.χ. το 1^ο μάθημα κινητοποιεί τους μαθητές, ενώ το τελευταίο χρησιμοποιείται για την αποτίμηση της αποκτηθείσας γνώσης. Υπό το πρίσμα του εργαλείου των σημασιολογικών κυμάτων, το προφίλ του συνόλου της διδακτικής παρέμβασης μπορεί να θεωρηθεί ως αλληλουχία συνδεδεμένων σημασιολογικών κυμάτων για τις έννοιες που εξετάζονται.

Σε επίπεδο μαθήματος, κάθε μάθημα μπορεί να θεωρηθεί ως αυτόνομος κύκλος μάθησης που περιλαμβάνει μία ή περισσότερες φάσεις του μοντέλου 5E. Επιπλέον, οι δραστηριότητες ενός μαθήματος (ή διαδοχικών μαθημάτων), μπορεί να θεωρηθεί ότι εξυπηρετούν διαφορετικά στάδια εισαγωγής της προγραμματιστικής έννοιας που πραγματεύεται το μάθημα (ή τα μαθήματα), αν αναλυθεί με το εργαλείο των σημασιολογικών κυμάτων (*semantic waves*). Ωστόσο, η ανάλυση των δραστηριοτήτων ως προς την αποτελεσματικότητα τους δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας έρευνας.

Η ερευνήτρια προχώρησε σε μια αυθαίρετη αντιστοίχιση των φάσεων του μοντέλου BSCS 5E, με τα στάδια ανάλυσης του unplugged σχεδίου μαθήματος «CRAZY CHARACTERS» με το εργαλείο *semantic waves* (Εικόνα 10), όπως παρουσιάζονται στο παράδειγμα των Waite et. Al. (2019).

Στην παρούσα έρευνα, το διδακτικό μοντέλο BSCS 5E χρησιμοποιήθηκε στο σχεδιασμό τη δομής του συνόλου της διδακτικής παρέμβασης (Πίνακας 2, παράρτημα I). Για λόγους αποφυγής μακροσκελών αναφορών στο μοντέλο, θα γίνει αναφορά σε αυτό μόνο στην περιγραφή του πρώτου μαθήματος.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Αντιστοίχιση των φάσεων του μοντέλου BSCS 5E με τα στάδια του εργαλείου semantic waves		
Φάσεις Μοντέλου διδασκαλίας 5E	Σχεδιασμός Unplugged δραστηριότητας με semantic waves	
	Στάδια σχεδιασμού	Διδακτικές ενέργειες κάθε σταδίου
Engagement	Signalling	πρόκληση ενδιαφέροντος
	Concept Introduction	Αναφορά στον τεχνικό όρο για την έννοια
	Connecting	Σύνδεση του τεχνικού όρου της έννοιας με την επικείμενη δραστηριότητα
Exploration	Concrete activity Counter expectancy Staged return	Υλοποίηση της unplugged δραστηριότητας για τη δημιουργία αναπαραστάσεων, ο αλγόριθμος που προκύπτει δεν μπορεί να γενικευθεί σε άλλα προβλήματα, διαπιστώνεται η ανάγκη γενίκευσης της λύσης
Explanation	Packing	Επεξήγηση του τεχνικού όρου της έννοιας μέσω των αναπαραστάσεων της δραστηριότητας
Elaboration		Γενίκευση της λύσης του προβλήματος
Evaluation		-

Εικόνα 10

Στόχος της ερευνήτριας ήταν να μελετήσει σχετικά με τις προγραμματιστικές έννοιες του αλγορίθμου, της επανάληψης, της μεταβλητής και της διαδικασίας με παραμέτρους, τα ακόλουθα:

Όσον αφορά στο συνδυασμό αναπαραστάσεων των πλαισίων plugged και unplugged: ποιες αναπαραστάσεις των προγραμματιστικών εννοιών χρησιμοποιούν, με ποιο κριτήριο επιλέγουν ποια θα χρησιμοποιήσουν, αν κάνουν συνδυασμούς αναπαραστάσεων κατά την επίλυση των προβλημάτων, αν επιτυγχάνεται η σταδιακή απαγκίστρωση από τις κιναισθητικές αναπαραστάσεις των εννοιών, πως χρησιμοποιούν τις έννοιες κατά την επίλυση των προβλημάτων, αν οι δραστηριότητες προγραμματισμού «χωρίς» και «με» υπολογιστή που σχεδιάστηκαν στο πλαίσιο της έρευνας, συνέβαλαν στην κατανόηση των προγραμματιστικών εννοιών ενδιαφέροντος και τη μεταφορά της αποκτηθείσας γνώσης για αυτές μεταξύ των δύο προγραμματιστικών πλαισίων.

Όσον αφορά στις διασυνδεδεμένες λειτουργικότητες του λογισμικού: με ποιους τρόπους οι μαθητές χρησιμοποιήσαν και συνδύασαν τις διασυνδεδεμένες λειτουργικότητες του ψηφιακού περιβάλλοντος, τον προγραμματισμό και τον δυναμικό χειρισμό δυναμικό χειρισμό, για τη νοηματοδότηση των προγραμματιστικών εννοιών.

Ακουθεί ο διδακτικός σχεδιασμός και η παρουσίαση της σειράς μαθημάτων που σχεδιάστηκε για τους σκοπούς της έρευνας.

4.2 Διδακτικός σχεδιασμός

Η συνολική διάρκεια της παρέμβασης ήταν 8 διδακτικές ώρες, ομαδοποιημένες σε 4 δίωρα που κατανεμήθηκαν σε διάστημα τεσσάρων εβδομάδων. Κάθε δίωρο περιελάμβανε δύο διαδοχικά, μονώρα μαθήματα με συναφές αντικείμενο.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Στις 7 πρώτες ώρες, οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες των δύο ατόμων. Η 8^η διδακτική ώρα είχε τη μορφή αποτίμησης της γνώσης των μαθητών, σε επίπεδο ολομέλειας. Μετά το πέρας της παρέμβασης αφιερώθηκε μία επιπλέον ώρα (9^η ώρα), για αποτίμηση σε ατομικό επίπεδο, εντός μιας ομάδας εστίασης, τριών μαθητών διαφορετικού γνωστικού επιπέδου. Κάθε μάθημα συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο εργασίας (παράρτημα II).

Αναλυτικότερα στο πρώτο δίωρο οι μαθητές έρχονται σε επαφή με την έννοια του αλγορίθμου και εισάγονται στο προγραμματιστικό περιβάλλον. Στο δεύτερο δίωρο γνωρίζουν τη δομή επανάληψης και τις διαδικασίες χωρίς παραμέτρους. Στο τρίτο δίωρο γνωρίζουν την έννοια της μεταβλητής ως παραμέτρου σε διαδικασία και κατασκευάζουν σύνθετα σχήματα με τις παραμετρικές διαδικασίες τρίγωνο και τετράγωνο ως δομικά μπλοκ. Στο τέταρτο δίωρο καλούνται να δομήσουν ιεραρχικά τις διαδικασίες των προηγούμενων μαθημάτων ώστε να κατασκευάσουν τον δικό τους ανεμόμυλο και στη συνέχεια ως ολομέλεια να αναπαραστήσουν το πέρασμα των παραμέτρων μεταξύ των διαδικασιών του ανεμόμυλου, «χωρίς» υπολογιστή (unplugged). Τέλος η ερευνητρια

Συνοπτικός Πίνακας Δραστηριοτήτων Διδακτικής Παρέμβασης				
α/α	Ονομασία μαθήματος	Διδακτικές ώρες	Προγραμματιστική έννοια	Μαθητές ανά ομάδα
1	Οδήγησε το ρομπότ «Αλγόριθμος»	1	Αλγόριθμος (unplugged)	2 ή 4
2	Μαθητευόμενος προγραμματιστής «Εισαγωγή στο περιβάλλον του MaLT2»	1	Πρόγραμμα (MaLT2)	2
3	Το επαναλαμβάνεις παρακαλώ; «Επανάληψη»	1	Επανάληψη (unplugged, MaLT2)	2
4	Κατασκευάζω εντολές «Διαδικασίες χωρίς παραμέτρους»	1	Διαδικασίες χωρίς παραμέτρους (unplugged, MaLT2)	2
5	«Μεταβλητές κουτιά ως παραμετροί» Κατασκευάζω... στα μέτρα σας «Μεταβλητή ως παράμετρος σε διαδικασία»	1	Διαδικασίες με παραμέτρους (unplugged, MaLT2)	2
6	Στοιβαρές κατασκευές... «Σύνθετες διαδικασίες»	1	Κλήση διαδικασίας από διαδικασία (plugged)	2
7	Επάγγελμα: κατασκευαστής ανεμόμυλων «Ιεραρχική δόμηση διαδικασιών»	1	Ιεραρχική δόμηση διαδικασιών (plugged)	2
8	Κατασκευή ανεμόμυλου «Πέρασμα παραμέτρων μεταξύ διαδικασιών»	1	Σύνολο των εννοιών (unplugged)	Ολομέλεια, διαφορετικός ρόλος για κάθε μαθητή
9	Πιστοποίηση κατασκευαστή «Συνέντευξη»	1	Σύνολο των εννοιών (plugged)	Ατομικά στην ομάδα εστίασης (focus group)

Εικόνα 11

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

αφιερώνει μία επιπλέον ώρα σε ατομικές συνεντεύξεις 3 μαθητών της ομάδας εστίασης, διάρκειας ενός τετάρτου με τον κάθε μαθητή.

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ: Οι μαθητές χρειάζονται αρκετή πρακτική εξάσκηση για τη συγγραφή προγραμμάτων με διαδικασίες. Οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν στην παρούσα έρευνα, αφορούν στη συγγραφή μικρών τμημάτων κώδικα ώστε να δίνεται αρκετός χρόνος στους μαθητές να κάνουν επαναληπτικές δοκιμές και τροποποιήσεις μέχρι να φτάσουν στο τελικό αποτέλεσμα.

Οι δραστηριότητες ακολουθούν ένα υποθετικό σενάριο στο οποίο οι μαθητές αναλαμβάνουν ρόλο εκπαιδευόμενου αρχικά και επαγγελματία μετέπειτα, κατασκευαστή ανεμόμυλων, περνώντας από όλα τα ενδιάμεσα στάδια της κατασκευής.

Στην Εικόνα 11, απεικονίζονται πληροφορίες ανά μάθημα, σχετικά με:

2η στήλη: την ονομασία του φύλλου εργασίας.

3η στήλη: τις διδακτικές ώρες που αφιερώνονται σε κάθε μάθημα. Στον πίνακα τα μαθήματα είναι οργανωμένα χρωματικά σε διαδοχικά δίωρα.

4η στήλη: την προγραμματιστική έννοια ή έννοιες που πραγματεύεται κάθε μάθημα και το είδος της δραστηριότητας που λαμβάνει χώρα π.χ. αμιγώς unplugged ή plugged ή συνδυασμός των δύο.

5η στήλη: στην τελευταία απεικονίζεται ο αριθμός των μαθητών ανά ομάδα εργασίας.

Στη συνέχεια περιγράφονται οι δραστηριότητες των φύλλων εργασίας ανά μάθημα.

4.3 Παρουσίαση δραστηριοτήτων

4.3.1 1^ο μάθημα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μάθημα εισάγει την έννοια του αλγορίθμου. Πρόκειται για το εισαγωγικό μάθημα της ενότητας μαθημάτων με στόχο να ενεργοποιήσει τους μαθητές για το σύνολο της διδακτικής παρέμβασης. Σύμφωνα με το μοντέλο διδασκαλίας των 5E αντιστοιχεί στην φάση της εμπλοκής (engagement). Κατά την διάρκεια του, οι μαθητές ενεργοποιούνται τόσο νοητικά όσο και κιναισθητικά. Οι μαθησιακές δραστηριότητες αυτής της φάσης κάνουν συνδέσεις με προηγούμενες εμπειρίες των μαθητών π.χ. την περιγραφή της διαδρομής προς ένα προορισμό σε έναν περαστικό στο δρόμο και επιπλέον στοχεύουν στην ανάδειξη πιθανών δυσκολιών ή παρανοήσεων.

Ως αυτόνομος κύκλος μάθησης, το μάθημα περιλαμβάνει και τις πέντε φάσεις του μοντέλου 5E, με τη δεύτερη δραστηριότητα να επεκτείνει την αποκτηθείσα γνώση ζητώντας τον υπολογισμό του πιο σύντομου αλγορίθμου. Η αποτίμηση της γνώσης γίνεται στο τέλος της πρώτης δραστηριότητας από τους ίδιους τους μαθητές με τη μορφή της αξιολόγησης ομοτίμων (peer assessment). Η έννοια του αλγορίθμου εισάγεται μέσω δύο unplugged δραστηριοτήτων, εκ των οποίων η πρώτη είναι κιναισθητική (παιχνίδι ρόλων) και η δεύτερη υλοποιείται στο χαρτί. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να παρουσιάσει το πρόβλημα προς επίλυση, να οριοθετήσει και να επιβλέψει την δραστηριότητα των μαθητών.

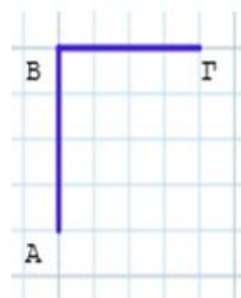
Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η δεύτερη δραστηριότητα δίνεται σε διαφορετικό φύλλο, αφού όλες οι ομάδες ολοκληρώσουν την πρώτη. Το μάθημα συνοδεύεται από το αντίστοιχο φύλλο εργασίας και ένα σχέδιο μαθήματος για την υλοποίηση της πρώτης (unplugged) δραστηριότητας (βλ. παράρτημα).

Δραστηριότητα 1

Η δραστηριότητα επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων του σχολείου που διαθέτει βιομηχανικό δάπεδο με τετράγωνα πλακάκια. Η ερευνήτρια αποτύπωσε στο δάπεδο με χαρτοταινία για κάθε ομάδα χωριστά, μια απλή διαδρομή ΑΒΓ σε σχήμα Γ. Οι μαθητές κάθε ομάδας αναλαμβάνουν ρόλους προγραμματιστή και ρομπότ αντίστοιχα. Ο προγραμματιστής καλείται να καταγράψει στο φύλλο εργασίας της ομάδας, μια σειρά οδηγιών ώστε να κινήσει το ανθρώπινο ρομπότ κατά μήκος της διαδρομής, από το σημείο Α προς το σημείο Γ και στη συνέχεια να το επιστρέψει στο αρχικό σημείο Α, όπως ακριβώς ξεκίνησε. Η οδηγία για επιστροφή του ρομπότ στην αρχική κατεύθυνση διατυπώνεται έμμεσα, ώστε να μην γίνεται αντιληπτή χωρίς προσεκτική ανάγνωση.

Η ερευνήτρια επιχειρεί να εμφανιστούν διαφορετικές ερμηνείες της φράσης στους αλγόριθμους των μαθητών ώστε να ανακύψει το ζήτημα της κατάστασης (θέσης και κατεύθυνσης) του ρομπότ, πριν και μετά την εκτέλεση του αλγόριθμου. Στα δεξιά της Εικόνας 12 απεικονίζεται η διαδρομή ΑΒΓ όπως δόθηκε στο φύλλο εργασίας και στα αριστερά όπως αποτυπώθηκε στο δάπεδο.



Εικόνα 12: Διαδρομή ΑΒΓ στο δάπεδο και στο φύλλο εργασίας

Ακολουθούν 3 υποερωτήματα:

Στο πρώτο ο προγραμματιστής διαβάζει τον αλγόριθμο και το ρομπότ τον εκτελεί κατά γράμμα για ελεγχθεί η ορθότητά του. Αν εντοπιστεί κάποιο λάθος, ο προγραμματιστής σταματά την εκτέλεση του αλγόριθμου και οι μαθητές της ομάδας συνεργάζονται για να το διορθώσουν, πριν το ρομπότ συνεχίσει την πορεία του. Αυτό επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειαστεί ώσπου ο αλγόριθμος να οδηγήσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Όταν όλες οι ομάδες καταλήξουν στο τελικό τους αλγόριθμο, γίνεται οπτικός έλεγχος της κατεύθυνσης των ρομπότ στο σημείο Α για να διαπιστωθεί ενδεχομένως ότι δεν είναι σε

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

όλες ίδια. Το εύρημα αυτό αξιοποιείται στο επόμενο μάθημα κατά τη μεταφορά του αλγορίθμου στο λογισμικό.

Στο δεύτερο υποερώτημα οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν αν το ρομπότ διαγράφει την εσωτερική ή την εξωτερική γωνία της διαδρομής στο σημείο B, κάθε φορά που διέρχεται από αυτό και πόσες μοίρες είναι η γωνία αυτή. Για να τους βοηθήσει να καταλάβουν την έννοια της γωνίας ως στροφή, η ερευνήτρια έδωσε στον μαθητή ρομπότ να κρατάει ένα ξύλινο χάρακα ως προέκταση του σώματός του καθώς κινείται και στρίβει.

Στο τρίτο υποερώτημα της δραστηριότητας οι μαθητές δοκιμάζουν τον αλγόριθμό τους στο ρομπότ της γειτονικής ομάδας. Ο αλγόριθμος επαναξιολογείται σε επίπεδο ομοτίμων και τροποποιείται εκ νέου αν χρειαστεί. Στόχος της ερευνήτριας είναι να αναδειχθούν ζητήματα ασάφειας ή ακρίβειας ορισμένων οδηγιών, που δεν εντοπίστηκαν από την ομάδα που έγραψε τον αλγόριθμο (π.χ. στρίψε δεξιά) ή να τονίσει την εξάρτηση των αλγορίθμων από τα ειδικά χαρακτηριστικά του ρομπότ (π.χ. μέγεθος βήματος/ποδιού).

Δραστηριότητα 2

Στην παρούσα δραστηριότητα ζητείται από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν ένα περιορισμένο σύνολο τεσσάρων εντολών, για να οδηγήσουν το ρομπότ όπως προηγουμένως από τα σημεία $A \rightarrow B \rightarrow \Gamma \rightarrow B \rightarrow A$, με την πρόκληση της διατύπωσης πιο σύντομου αλγορίθμου. Η δραστηριότητα αναδεικνύει δύο ζητήματα. Το πρώτο αφορά στο ότι, ένα ρομπότ (υπολογιστής) δεν μπορεί να εκτελέσει παρά μόνο ένα μικρό πλήθος οδηγιών διατυπωμένων με αυστηρή σύνταξη (πρόγραμμα). Στην προηγούμενη δραστηριότητα οι μαθητές χρησιμοποίησαν οδηγίες όπως, «προχώρα μπροστά 4 βήματα» ή «πήγαινε 4 βήματα μπροστά». Οι φράσεις τους περιέγραφαν την κίνηση του ρομπότ με διαφορετικά ρήματα και οι λέξεις μέσα σε αυτές είχαν διαφορετική θέση κάθε φορά π.χ. πρώτα προσδιόριζαν την κατεύθυνση και μετά τα βήματα ή αντίστροφα. Το δεύτερο θέμα αφορά στην αποτελεσματικότητα ενός αλγορίθμου. Μεταξύ των διαφορετικών αλγορίθμων που γράφουν οι μαθητές, κάποιοι είναι πιο σύντομοι και υπάρχει ένας που είναι πιο σύντομος από όλους.

ΣΤΟΧΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ:

Οι δραστηριότητες του εισαγωγικού μαθήματος ως προς την έννοια του αλγορίθμου, στοχεύουν φέρουν τους μαθητές σε επαφή με:

- το τι συνιστά αλγόριθμο,
- τη διαδικασία διατύπωσης, εκτέλεσης και διόρθωσης αλγορίθμων,
- τις ιδιότητες του αλγορίθμου π.χ. σαφήνεια, ακρίβεια,
- την ενδεχόμενη ύπαρξη πολλών αλγορίθμων για το ίδιο πρόβλημα,
- την επιλογή του καταλληλότερου αλγορίθμου για την επίλυση ενός προβλήματος βάσει κριτηρίων π.χ. συντομότερος αλγόριθμος.

Επιμέρους στόχος είναι η ενίσχυση των μαθητών με οπτικές και ενσώματες αναπαραστάσεις, παραδείγματα, πρακτικές, ως γνωστικά εφόδια για την βαθύτερη κατανόηση εννοιών που θα συναντήσουν στα επόμενα μαθήματα, όπως:

- η έννοια της γωνίας ως στροφή, με μέτρο και κατεύθυνση π.χ. στροφή 90° δεξιά ή, στροφή 180° αριστερά, οι πράξεις με γωνίες π.χ. για τον υπολογισμό μιας γωνίας όταν

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

είναι γνωστή η παραπληρωματική της και ο χαρακτηρισμός μιας γωνίας ως εσωτερικής ή εξωτερικής σε ένα σχήμα,

- η έννοια του προγράμματος ως αλγόριθμος διατυπωμένος σε μια γλώσσα προγραμματισμού ώστε, να μπορεί να εκτελεστεί από έναν υπολογιστή.
- η γλώσσα προγραμματισμού ως ένα περιορισμένο σύνολο εντολών που μπορεί να εκτελέσει ένας υπολογιστής,
- οι εντολές της γλώσσας προγραμματισμού σε αντιστοιχία με τις οδηγίες του αλγορίθμου.

4.3.2 2^ο μάθημα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ερευνήτρια χρησιμοποιεί τις έννοιες του πρώτου μαθήματος για να κάνει μια σύντομη εισαγωγή στις νέες έννοιες της εντολής, της γλώσσας προγραμματισμού, του προγράμματος και του προγραμματιστικού περιβάλλοντος.

Δραστηριότητα 1

Η δραστηριότητα έχει σαν στόχο την εξοικείωση των μαθητών με το περιβάλλον του λογισμικού «MaLT2» με τη βοήθεια ενός σύντομου οδηγού. Η εξοικείωση με το λογισμικό θα αυξάνεται σταδιακά με τη χρήση.

Ακολουθούν σύντομα ερωτήματα για την εισαγωγή στις έννοιες της θέσης και της κατεύθυνσης, ως χαρακτηριστικά της οντότητας στη σκηνή του μικρόκοσμου. Στο λογισμικό το περιστέρι, καθώς κινείται στη σκηνή αφήνει το ίχνος του, αντίστοιχα στο δάπεδο η αποτύπωση της διαδρομής του ρομπότ στο πρώτο μάθημα γινόταν με χαρτοταινία.

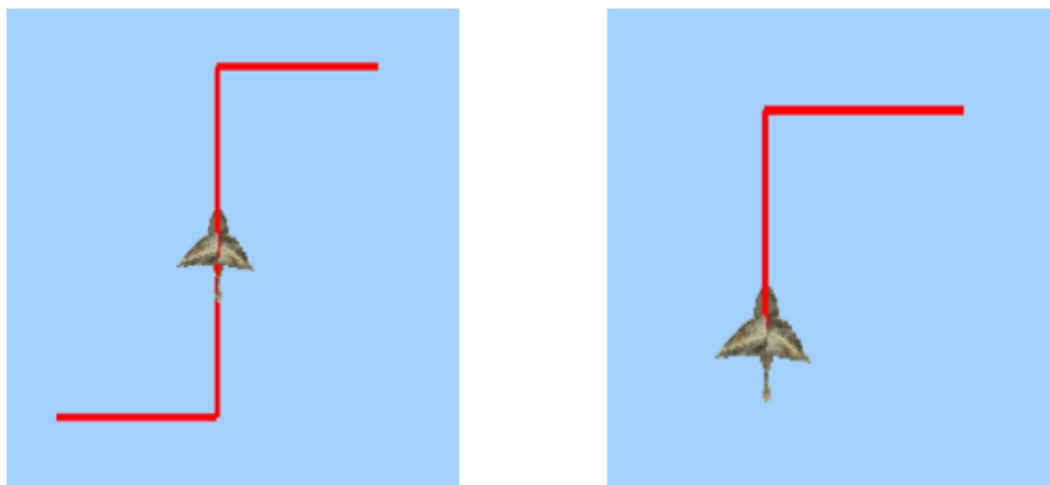
Δραστηριότητα 2

Δίνεται το πρόβλημα πρώτου μαθήματος. Οι μαθητές αρχικά καλούνται να ζωγραφίσουν στην σκηνή τη διαδρομή ABΓ με εντολές του MaLT2 και να επιστρέψουν την οντότητα στο σημείο A.

Στη συνέχεια ζητείται να εκτελέσουν ξανά τον αλγόριθμο τους (διαδοχικό κλικ στο κουμπί Run code του λογισμικού, χωρίς να έχει μεσολαβήσει πάτημα του κουμπιού Stop turtle για αρχικοποίηση της θέσης της οντότητας) και να εξηγήσουν γιατί το αποτέλεσμα του αλγορίθμου είναι διαφορετικό μετά τη δεύτερη εκτέλεση και που θεωρούν ότι οφείλεται αυτό (Εικόνα 13).

Στη συνέχεια η ερευνήτρια θυμίζει την unplugged εκδοχή της δραστηριότητας στο 1ο μάθημα και κάνει τη σύνδεση: «Ο αλγόριθμος δεν προβλέπει την επιστροφή του ρομπότ στην αρχική του κατεύθυνση ή αλλιώς έχει κατασκευαστεί θεωρώντας ως προϋπόθεση ότι για να κινείται το ρομπότ εντός της διαδρομής πρέπει να ξεκινά με συγκεκριμένη κατεύθυνση. Η εξάρτηση του αλγορίθμου από τις αρχικές συνθήκες του περιβάλλοντος δεν θεωρείται καλή πρακτική στον προγραμματισμό». Τέλος, προτρέπονται να διορθώσουν τον αλγόριθμό τους ώστε να προβλέπει την αρχικοποίηση της κατάστασης της οντότητας.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού



Εικόνα 13:Στιγμιότυπο δύο διαδοχικών εκτελέσεων του αλγορίθμου, χωρίς πρόβλεψη επιστροφής στην αρχική κατάσταση (αριστερά) και με πρόβλεψη (δεξιά)

ΣΤΟΧΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ:

- εξοικείωση με το προγραμματιστικό περιβάλλον και την κειμενική γλώσσα προγραμματισμού,
- εκτέλεση ακολουθίας εντολών ως πρόγραμμα,
- θέση και κατεύθυνση ως χαρακτηριστικά της οντότητας (κατάσταση της οντότητας),
- σχετική κίνηση της οντότητας [κατάσταση της οντότητας πριν την εκτέλεση του αλγορίθμου, κατάσταση της οντότητας ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας του αλγορίθμου],
- λογικά και συντακτικά λάθη.

Εκτός από τους συγκεκριμένους γνωστικούς στόχους που έχουν τεθεί, επιδιώκεται:

- να επιλυθούν ζητήματα που ο χαρακτήρας ή οι περιορισμοί της unplugged προσέγγισης δεν επέτρεψαν να αναδειχθούν,
- να γίνει αντιληπτή η σημασία του αλγορίθμου. Ένας λάθος αλγόριθμος μεταφράζεται σε πρόγραμμα με λογικά λάθη.

4.3.3 3^ο μάθημα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια της επανάληψης αναφέρεται στη βιβλιογραφία ανάμεσα στις προγραμματιστικές έννοιες που δυσκολεύουν περισσότερο τους μαθητές. Η πιλοτική έρευνα το επιβεβαιώνει. Οι μαθητές μπόρεσαν εύκολα να κατασκευάσουν ένα τετράγωνο έχοντας την εμπειρία της διαδρομής ΑΒΓ των προηγούμενων μαθημάτων αλλά συνάντησαν δυσκολίες στην διατύπωση του αλγορίθμου με τη χρήση επανάληψης.

Οι δραστηριότητες που ακολουθούν, παρουσιάζουν στους μαθητές μια στρατηγική για την σταδιακή κατασκευή της δομής επανάληψης. Η ερευνήτρια επινόησε την στρατηγική μέσα από την παρατήρηση των μαθητών κατά την πιλοτική έρευνα.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η δημιουργία προγραμμάτων μικρότερης έκτασης βελτιώνει την αναγνωσιμότητά τους. Στο 1^ο μάθημα οι μαθητές κατέληξαν στη διατύπωση του πιο σύντομου αλγόριθμου, επιλέγοντας την εντολή **πίσω** αντί της εντολής **μπροστά** (Εικόνα 14).

$\mu 50 \delta 90 \mu 50$	$\mu 50 \delta 90 \mu 50$
$\delta 180$	$\pi 50$
$\mu 50 \alpha 90 \mu 50$	$\alpha 90$
$\delta 180$	$\pi 50$

Εικόνα 14: Ο αλγόριθμος της διαδρομής ABΓ, αριστερά χωρίς την εντολή «πίσω» και δεξιά με την εντολή «πίσω» (λιγότερα βήματα)

Η έννοια της επανάληψης εισάγεται από την ερευνήτρια ως ένας ακόμη τρόπος δημιουργίας πιο σύντομων προγραμμάτων

Δραστηριότητα 1

Ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα τετράγωνο στο λογισμικό και να μεταφέρουν τις εντολές του και ένα σκίτσο του στο φύλλο εργασίας. Στη συνέχεια εν είδη πρόκλησης καλούνται να εντοπίσουν το επαναλαμβανόμενο τμήμα του σχήματος (από το σχήμα στη σκηνή ή το σκίτσο στο χαρτί). Η δραστηριότητα των μαθητών μεταφέρεται στο χαρτί. Στη συνέχεια παρουσιάζεται μία στρατηγική για τον εντοπισμό της κρυμμένης επανάληψης στον κώδικα και μεθοδεύεται η συσχέτιση της επανάληψης στο σχήμα με το επαναλαμβανόμενο μοτίβο εντολών στον κώδικα. Στο τέλος της δραστηριότητας οι μαθητές έχουν εντοπίσει το μοτίβο εντολών στον κώδικα, τον αριθμό των επαναλήψεων του και το τμήμα του σχήματος στο οποίο αντιστοιχεί.

Δραστηριότητα 2

Στο πρώτο υποερώτημα οι μαθητές καλούνται να συντάξουν την εντολή επανάληψης για τη δημιουργία τετραγώνου στο MaLT2, συμπληρώνοντας τη με το μοτίβο και τον αριθμό των επαναλήψεων που βρήκαν στη Δραστηριότητα 1. Η άσκηση επικεντρώνεται στη σωστή σύνταξη της εντολής επανάληψης. Στο δεύτερο υποερώτημα οι μαθητές προτρέπονται να αναζητήσουν εναλλακτικούς αλγόριθμους για τη δημιουργία τετραγώνου.

Δραστηριότητα 3

Στο πρώτο υποερώτημα της δραστηριότητας, ζητείται από τους μαθητές να σχεδιάζουν στο MaLT2 ένα ισόπλευρο τρίγωνο χρησιμοποιώντας τη δομή επανάληψης. Στο δεύτερο υποερώτημα οι μαθητές καλούνται να υπολογίσουν την γωνία περιστροφής της οντότητας ώστε, το τρίγωνο να έχει τη βάση του κατά μήκος του οριζόντιου άξονα. Η δυσκολία που αναμένεται να προκύψει, αφορά στη γωνία περιστροφής κατά 120° και όχι 60° μοίρες, για τον σχηματισμό του τριγώνου.

ΣΤΟΧΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ:

- αντιστοίχιση μοτίβων εντολών με γεωμετρικά τμήματα του σχήματος,
- επαναδιατύπωση του αλγορίθμου με χρήση εντολής επανάληψης,
- εντοπισμός εναλλακτικών αλγορίθμων για την κατασκευή ενός σχήματος,

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

- μεταβολή της κατεύθυνσης της οντότητας κατάλληλα, πριν το σχεδιασμό σχήματος στη σκηνή.

4.3.4 4^ο μάθημα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μάθημα εισάγει την έννοια της διαδικασίας. Οι διαδικασίες είναι επαναχρησιμοποιούμενα τμήματα κώδικα, που συμβάλλουν στη δημιουργία πιο σύντομων και ευανάγνωστων προγραμμάτων. Στην παρούσα δραστηριότητα χρησιμοποιούνται ως δομικοί λίθοι για τον σχεδιασμό σύνθετων σχημάτων.

Κατά τον σχεδιασμό ενός σύνθετου σχήματος προκύπτουν ερωτήσεις ή θέματα, όπως:

- από ποια επιμέρους σχήματα αποτελείται;
- πρέπει να υπάρχει πρόνοια για την επιστροφή οντότητας στην αρχική της κατάσταση, ώστε ο αλγόριθμος να παράγει πάντα το ίδιο αποτέλεσμα;
- για οποιαδήποτε αλλαγή στις διαστάσεις του σύνθετου σχήματος απαιτείται ενημέρωση όλων των εντολών του προγράμματος;

Δραστηριότητα 1

Οι μαθητές συντάσσουν απλές διαδικασίες χωρίς παραμέτρους για το τετράγωνο και το τρίγωνο του προηγούμενου μαθήματος. Η δραστηριότητα παρουσιάζει τις διαδικασίες ως απλές εντολές που κατασκευάζει ο προγραμματιστής για να επεκτείνει το ρεπερτόριο εντολών της γλώσσας προγραμματισμού και επικεντρώνεται στη σύνταξη του ορισμού μιας διαδικασίας.

Δραστηριότητα 2

Οι διαδικασίες τετράγωνο και τρίγωνο καλούνται διαδοχικά ή εντός μιας εντολής επανάληψης, σε συνδυασμό με αλλαγή θέσης ή περιστροφή της οντότητας, για την δημιουργία των σύνθετων κατασκευών: σπιτιού, ανεμόσκαλας, φτερωτής. Οι μαθητές διατυπώνουν μαθηματικές εκφράσεις για τον υπολογισμό της αλλαγής θέσης ή κατεύθυνσης της οντότητας πριν το σχεδιασμό του επόμενου σχήματος ώστε, να μην υπάρχει επικάλυψη των επιμέρους σχημάτων.

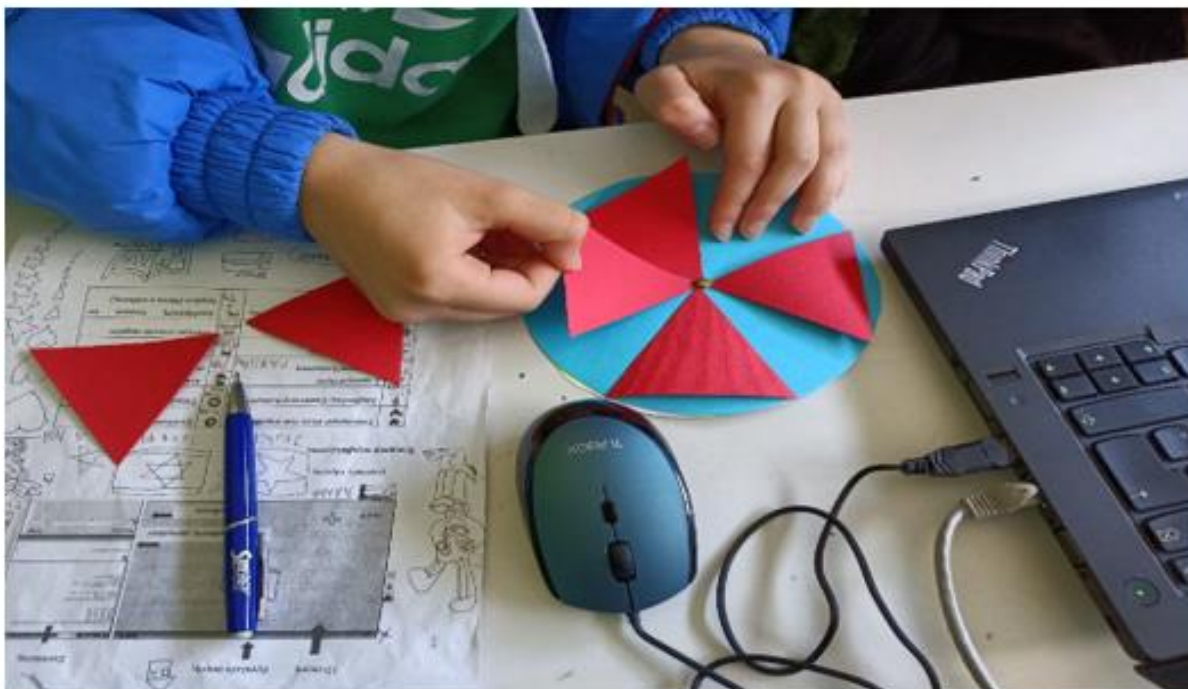
Στο υποερώτημα 2c, το πρόβλημα της αλλαγής κατεύθυνσης μεταξύ του σχεδιασμού των τριγώνων της φτερωτής είναι πιο σύνθετο. Για να ξεπεραστεί η ερευνητήρια μοίρασε στους μαθητές το χειραπτικό αντικείμενο της Εικόνας 15, που μοιάζει με «ρουλέτα».

Πρόκειται για ένα χαρτόνι κομμένο σε σχήμα κύκλου που αντιστοιχεί σε στροφή 360° και έξι χάρτινα ισόπλευρα τρίγωνα των οποίων η κορυφή μπορεί να στερεωθεί σε ένα διπλόκαρφο στο κέντρο του κύκλου. Ένας τρόπος χρήσης του από τους μαθητές, για τον υπολογισμό της γωνίας περιστροφής της οντότητας μεταξύ των διαδοχικών τριγώνων της φτερωτής, περιγράφεται στην ενότητα 4.4.3.

ΣΤΟΧΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ:

- έννοια της διαδικασίας ως επαναλαμβανόμενο σύνολο εντολών,
- διαδικασία ως απλή εντολή, ορισμός και κλήση,
- διαδικασία ως δομικός λίθος.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού



Εικόνα 15: Χειραπτικό αντικείμενο (ρουλέτα) υπολογισμού της γωνίας περιστροφής για τη μη επικάλυψη των τριγώνων της φτερωτής

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Πως χρησιμοποιούνται οι διαδικασίες;

Οι διαδικασίες είναι η πιο σημαντική έννοια στον προγραμματισμό επειδή επιτρέπουν στους προγραμματιστές να σπάσουν τα προγράμματα τους σε μικρότερα υποπρογράμματα. Ωστόσο, έχουν και έναν άλλο σημαντικό σκοπό: επιτρέπουν στους προγραμματιστές να ελέγξουν πότε ακριβώς εκτελείται ο κώδικας τους.

Οι διαδικασίες επιτρέπουν στους προγραμματιστές να τμηματοποιούν τον κώδικα τους, όπως οι συγγραφείς χρησιμοποιούν παραγράφους για να χωρίσουν ένα κείμενο. Στην επιστήμη των υπολογιστών, ωστόσο, οι διαδικασίες χρησιμοποιούνται και για επιπλέον λόγους από την απλή διαίρεση ενός προγράμματος σε υποπρογράμματα:

- επιτρέπουν την επαναχρησιμοποίηση κώδικα: μόλις οριστεί μια διαδικασία, ο κώδικας της μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα μέρη του προγράμματος χωρίς να χρειαστεί να ξαναγραφεί,
- ελέγχουν πότε και πώς εκτελείται ο κώδικας: από τη στιγμή που θα οριστεί μια διαδικασία, ο κώδικας της δεν εκτελείται αμέσως αλλά όταν κληθεί η διαδικασία.

4.3.5 5^ο μάθημα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια της μεταβλητής έχει διπλή υπόσταση στην επιστήμη της Πληροφορικής. Η λογική μεταβλητή χρησιμοποιείται ως εργαλείο του αλγορίθμου και η φυσική μεταβλητή ως μέσο αποθήκευσης δεδομένων (Τζιμογιάννης, 2003). Η ερευνήτρια θεωρεί σημαντικό να παρέχει μία οπτική αναπαράσταση της φυσικής της υπόστασης.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΩΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ

Για να μιλήσει για την μεταβλητή ως θέση μνήμης και ταυτόχρονα τη χρήση της ως παραμέτρου σε διαδικασία, χρησιμοποίησε μια γνωστή unplugged δραστηριότητα υπό μορφή επίδειξης, την οποία προσαρμοσε στις ανάγκες του παρόντος μαθήματος. Η αρχική δραστηριότητα Box variables δημιουργήθηκε από τον Paul Curzon, του Queen Mary University of London για το Teaching London Computing. Η διασκευή της δραστηριότητας από την ερευνήτρια, παρουσιάζεται στο παράρτημα II με τη μορφή σχεδίου μαθήματος.

Τόσο στην πρωτότυπη δραστηριότητα, όσο και στη διασκευή της, η μεταβλητή περιγράφεται ως κουτί. Η χρήση απτών αντικειμένων μπορεί να είναι καθοριστική όταν εξηγούνται έννοιες για τις οποίες οι αρχάριοι δεν έχουν κατακτήσει την επιστημονική ορολογία, αλλά μπορεί επίσης να προκαλέσει ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Ο Clancy (2004), υποστηρίζει ότι η περιγραφή της μεταβλητής ως κουτιού είναι ένα παράδειγμα εσφαλμένης εφαρμογής της αναλογίας στον προγραμματισμό γιατί οι μαθητές θεωρούν ότι μια μεταβλητή μπορεί να αποθηκεύσει πολλαπλές τιμές ταυτόχρονα, ακριβώς όπως ένα πραγματικό κουτί. Ωστόσο στην παρούσα δραστηριότητα, η αναπαράσταση της μεταβλητής ως κουτί, συνδέεται άμεσα με την προγραμματιστική έννοια της μεταβλητής και οι ιδιότητές της αναφέρονται ρητά π.χ. αποθηκεύει μία τιμή τη φορά.

Η unplugged δραστηριότητα αφορά στη διδασκαλία της έννοιας της μεταβλητής και όχι σε δραστηριότητα των μαθητών. Θεωρήθηκε σκόπιμο να περιγραφεί για να μπορεί να γίνει αναφορά σε αυτή στις δραστηριότητες που ακολουθούν.

Στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφερθεί ότι προκειμένου να εξυπηρετηθεί ο γνωστικός στόχος της διδασκαλίας των ιδιοτήτων της μεταβλητής, η ερευνήτρια έχει κάνει την εξής παραδοχή: την πρώτη φορά που καλείται μια διαδικασία (αντιστοιχεί σε μια εντολή κλήσης της διαδικασίας στον κώδικα) δημιουργείται μια θέση μνήμης για κάθε παράμετρο της και ένα γραφικό αποτέλεσμα στη σκηνή. Ο χρήστης κάνοντας κλικ στο σχήμα που δημιουργήθηκε στη σκηνή, αναφέρεται στις θέσεις μνήμης που συνδέονται με το σχήμα και μπορεί να μεταβάλλει τις τιμές τους με τον μεταβολέα. Αυτό προκαλεί εκ νέου κλήση της διαδικασίας (αλλά όχι τη δημιουργία νέων θέσεων μνήμης) και αλλαγή στις διαστάσεις του συγκεκριμένου σχήματος. Όταν δηλαδή η διαδικασία καλείται από τον μεταβολέα δεν δημιουργούνται νέες θέσεις μνήμης για τις παραμέτρους της, αντίθετα οι ολισθητές αλλάζουν τιμές των θέσεων μνήμης που έχουν δεσμευτεί κατά την πρώτη κλήση της διαδικασίας από τον κώδικα.

Δραστηριότητα 1

Στην εισαγωγική δραστηριότητα παρουσιάστηκε η έννοια της διαδικασίας ως εντολή την οποία κατασκευάζει ο προγραμματιστής και μπορεί να δέχεται εισόδους. Στην παρούσα, μαθητές παραμετροποιούν τις διαδικασίες τετράγωνο και τρίγωνο που κατασκεύασαν στο προηγούμενο μάθημα ώστε, να δέχονται ως είσοδο την πλευρά του σχήματος. Το ζήτημα που προκύπτει στη δραστηριότητα αυτή είναι το όνομα της παραμέτρου των δύο διαδικασιών. Καταλήγουν στη διαπίστωση ότι μπορεί να είναι κοινό ή διαφορετικό, αφού από τη μία η παράμετρος και στα δύο σχήματα αντιπροσωπεύει την πλευρά του

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

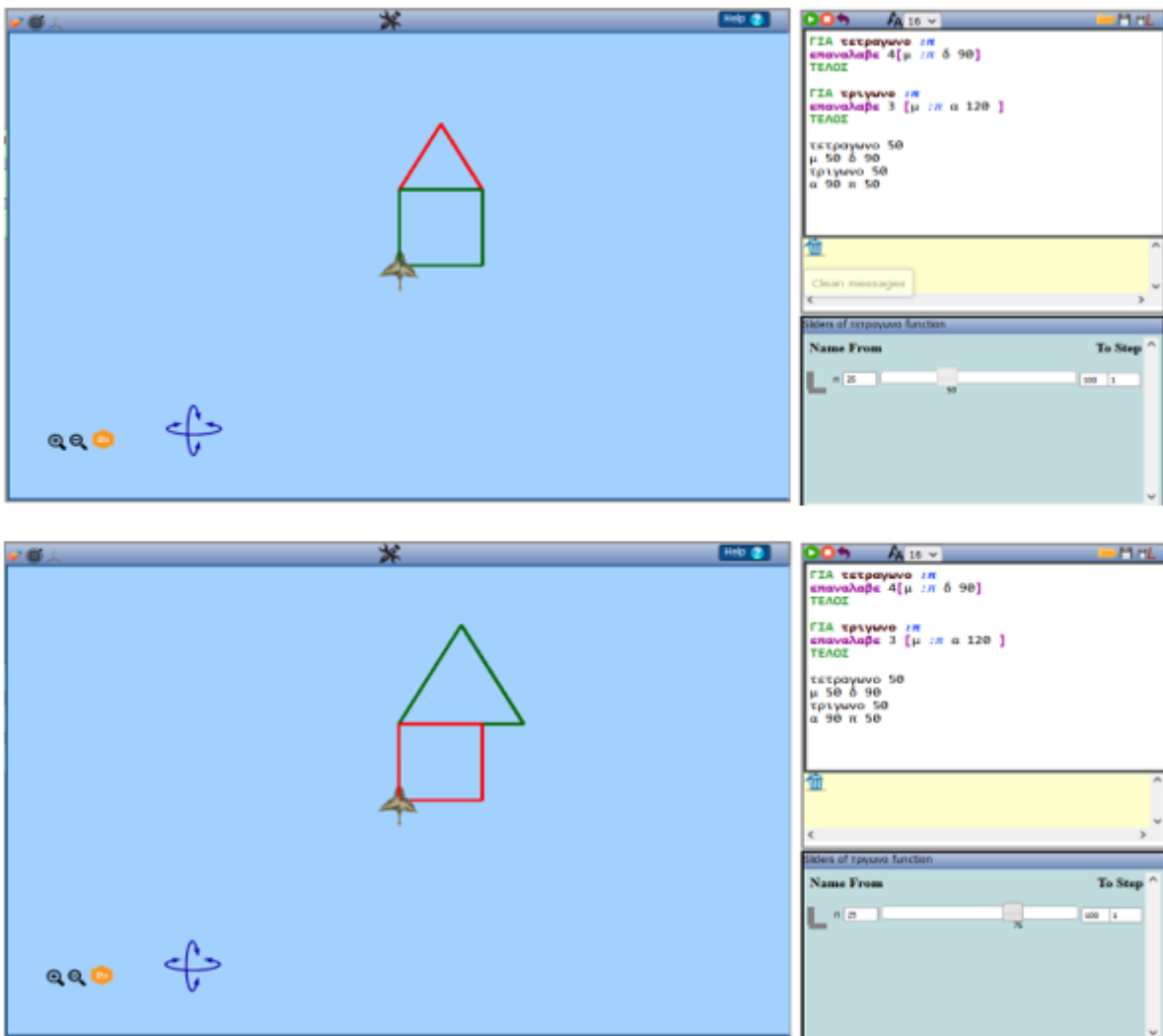
σχήματος αλλά από την άλλη, αντιστοιχεί σε διαφορετική μεταβλητή στη μνήμη του υπολογιστή συνεπώς δεν δημιουργεί προβλήματα.

Δραστηριότητα 2

Στο πρώτο υποερώτημα οι μαθητές ενημερώνουν τον κώδικα των σύνθετων σχημάτων σπίτι, ανεμόσκαλα, φτερωτή, με τις παραμετροποιημένες διαδικασίες του τετραγώνου και του τριγώνου.

Στο δεύτερο υποερώτημα ζητείται από τους μαθητές να μεγεθύνουν τα σχήματα τους (αποδίδοντας διαφορετικές τιμές στις παραμέτρους των διαδικασιών μέσω του ολισθητή) ώστε, να παρατηρήσουν ότι δεν αλλάζουν με ενιαίο τρόπο π.χ. για να αλλάξει το μέγεθος του σπιτιού πρέπει να αλλάξει χωριστά το μέγεθος του τετραγώνου, του τριγώνου και των ενδιάμεσων εντολών που μετακινούν την οντότητα (Εικόνα 16).

Οι μαθητές επιβεβαιώνουν ότι η ανεξάρτητη μεταβολή των σχημάτων που παρακολούθησαν στην εισαγωγική δραστηριότητα συμβαίνει και στο λογισμικό.



Εικόνα 16: Το σχήμα «σπίτι» πριν και μετά τη μεγέθυνση

Στη συνέχεια καλούνται να προτείνουν πως θα λυθεί το πρόβλημα. Η λύση έχει παρουσιαστεί με έμμεσο τρόπο στην εισαγωγική δραστηριότητα του μαθήματος. Η

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

παρούσα δραστηριότητα αναδεικνύει την ανάγκη εμφώλευσης των διαδικασιών και είναι εισαγωγική του επόμενου μαθήματος. Στο τέλος της δραστηριότητας συζητείται η επέκταση της εισαγωγικής δραστηριότητας

ΣΤΟΧΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ:

- διαδικασία ως υποπρόγραμμα ή εντολή με εισόδους: μπορεί να δέχεται δεδομένα ως είσοδο, να εκτελεί υπολογισμούς και να παράγει ένα γραφικό αποτέλεσμα στη σκηνή του λογισμικού,
- μεταβλητή ως όνομα που συνδέεται με μια θέση μνήμης όπου αποθηκεύει μία τιμή,
- ιδιότητες της μεταβλητής,
- μεταβλητή ως τυπική παράμετρος σε διαδικασία,
- μεταβλητή ως πραγματική παράμετρος κατά την κλήση διαδικασίας,
- ανάγκη για τη δημιουργία εμφώλευσης των διαδικασιών.

4.3.6 6^ο μάθημα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν μάθημα εισάγει την έννοια της σύνθετης διαδικασίας.

Δραστηριότητες 1-3

Στις τρεις δραστηριότητες του μαθήματος οι μαθητές μετατρέπουν τα σχήματα του προηγούμενου μαθήματος αντίστοιχα, στις διαδικασίες **σπίτι**, **ανεμόσκαλα** και **φτερωτή**.

Οι δραστηριότητες 2 και 3, προϋποθέτουν χρήση δεύτερης παραμέτρου σε ρόλο μετρητή στην εντολή επανάληψης, ώστε να αυξομειώνεται το πλήθος των σκαλοπατιών στην ανεμόσκαλα ή το πλήθος των φτερών της φτερωτής. Στη διαδικασία της φτερωτής οι μαθητές πρέπει να υπολογίσουν με μαθηματικό τύπο τη γωνία περιστροφής της οντότητας ανάλογα με το πλήθος των πανιών της φτερωτής.

Κατά την εμπλοκή τους με τις δραστηριότητες επεκτείνουν τις γνώσεις που απέκτησαν στα προηγούμενα μαθήματα.

ΣΤΟΧΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ:

- κλήση διαδικασίας από διαδικασία
- χρήση περισσότερων από μία παραμέτρων σε διαδικασία
- μεταβλητή ως μετρητής στην εντολή επανάληψης
- σύνταξη μαθηματικών εκφράσεων με μεταβλητές

4.3.7 7^ο μάθημα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μάθημα περιλαμβάνει μία και μοναδική επαναληπτική δραστηριότητα για την εφαρμογή της έως τώρα αποκτηθείσας γνώσης. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να υλοποιήσουν τη ζητούμενη κατασκευή κάνοντας τις δικές τους σχεδιαστικές επιλογές και να την παρουσιάσουν στην ολομέλεια. Μέσα από τη δραστηριότητα του παρόντος μαθήματος η ερευνήτρια επιχειρεί να εμπλέξει τους μαθητές σε επίπεδο τάξης.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Δραστηριότητα

Το πρόβλημα (Εικόνα 17) που εισάγει η παρούσα δραστηριότητα είναι πιο ανοικτό. Οι μαθητές αναλαμβάνουν ρόλο επαγγελματία στο χώρο κατασκευής ανεμόμυλων και καλούνται να προγραμματίσουν έναν ανεμόμυλο παρόμοιο με αυτόν που τους προτείνεται στο φύλλο εργασίας.

Δεν γίνεται ρητή αναφορά στην ανάγκη δημιουργίας νέας διαδικασίας για τον ανεμόμυλο. Αντ' αυτού ζητείται η κατασκευή των μαθητών να έχει τη δυνατότητα τροποποίησης σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη. Οι μαθητές καλούνται να χρησιμοποιήσουν έτοιμα σχήματα που κατασκεύασαν στα προηγούμενα μαθήματα και επιπλέον να προγραμματίσουν από την αρχή ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο ως βάση του ανεμόμυλου και να καταγράψουν τις σχεδιαστικές τους επιλογές.

Με τις έως τώρα γνώσεις σας στον κατασκευαστικό τομέα μπορείτε να θεωρείτε τον εαυτό σας επαγγελματία στον χώρο της κατασκευής ανεμόμυλων.

Προγραμματίστε έναν **ανεμόμυλο** που να μοιάζει με αυτόν της εικόνας. Η κατασκευή σας θα πρέπει να προσαρμόζεται στις ανάγκες του πελάτη σας π.χ. διαστάσεις, σημείο τοποθέτησης ή σχήμα πανιών της φτερωτής.

Για την κατασκευή του χρησιμοποιήστε έτοιμα σχήματα που έχετε προγραμματίσει στα προηγούμενα μαθήματα.



Εικόνα 17: Το ζητούμενο της δραστηριότητας στο 7^ο φύλλο εργασίας

ΣΤΟΧΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ:

Η ερευνήτρια επιδιώκει να ελέγξει αν οι μαθητές έχουν πετύχει τους μαθησιακούς στόχους των προηγούμενων μαθημάτων και μπορούν να γενικεύσουν τις γνώσεις τους, προκειμένου να:

- κατασκευάσουν επαναληπτική δομή με μεγαλύτερο μοτίβο εντολών (στο σχήμα του ορθογώνιου),
- χρησιμοποιούν δεύτερη παράμετρο σε διαδικασία,
- δομούν διαδικασίες με περισσότερες των δύο υποδιαδικασιών.

4.3.8 8^ο μάθημα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

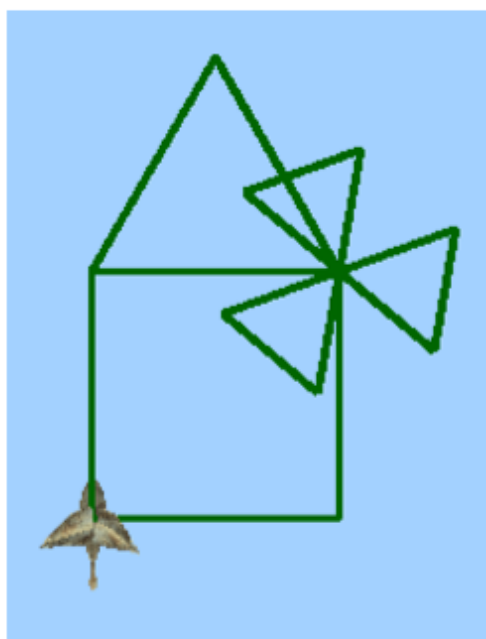
Η δραστηριότητα υλοποιήθηκε στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων του σχολείου. Η ερευνήτρια επινόησε ένα παιχνίδι ρόλων για την αναπαράσταση του περάσματος των τιμών των παραμέτρων μεταξύ διαδικασιών του ανεμόμυλου. Πρόκειται για την unplugged εκδοχή της κατασκευής ανεμόμυλου που προγραμματίσαν οι μαθητές στο

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

προηγούμενο μάθημα, ελαφρώς παραλλαγμένη ως προς τη θέση τοποθέτησης της φτερωτής. Η δραστηριότητα παρουσιάζεται με τη μορφή σχεδίου μαθήματος στο παράρτημα II.

Δραστηριότητα

Η ερευνήτρια εξηγεί τη δραστηριότητα και προβάλλει τον κώδικα του ανεμόμυλου στον πίνακα (Εικόνα 18). Οι μαθητές χωρίζονται σε δύο ομάδες των 6 ατόμων και δουλεύουν ανεξάρτητα ανά ομάδα. Οι πέντε μαθητές/τριες κάθε ομάδας αναλαμβάνουν το ρόλο μιας από τις διαδικασίες του ανεμόμυλου (ορθογώνιο, τρίγωνο, σπίτι, φτερωτή, ανεμόμυλος) και ο έκτος τον ρόλο της οντότητας στο λογισμικό. Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει το ρόλο του προγράμματος. Η οντότητα λαμβάνει εντολές από την διαδικασία που εκτελείται κάθε φορά και καθώς κινείται αποτυπώνει με χαρτοταινία το ίχνος της στο δάπεδο.



```
ΓΙΑ ορθογωνιο :υ :π
επαναλαβε 2[μ :υ δ 90 μ :π δ 90]
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ τριγωνο :π
επαναλαβε 3 [μ :π α 120 ]
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ σπιτι :υ :π
ορθογωνιο :υ :π
μ :υ δ 90
τριγωνο :π
α 90 π :υ
ΤΕΛΟΣ

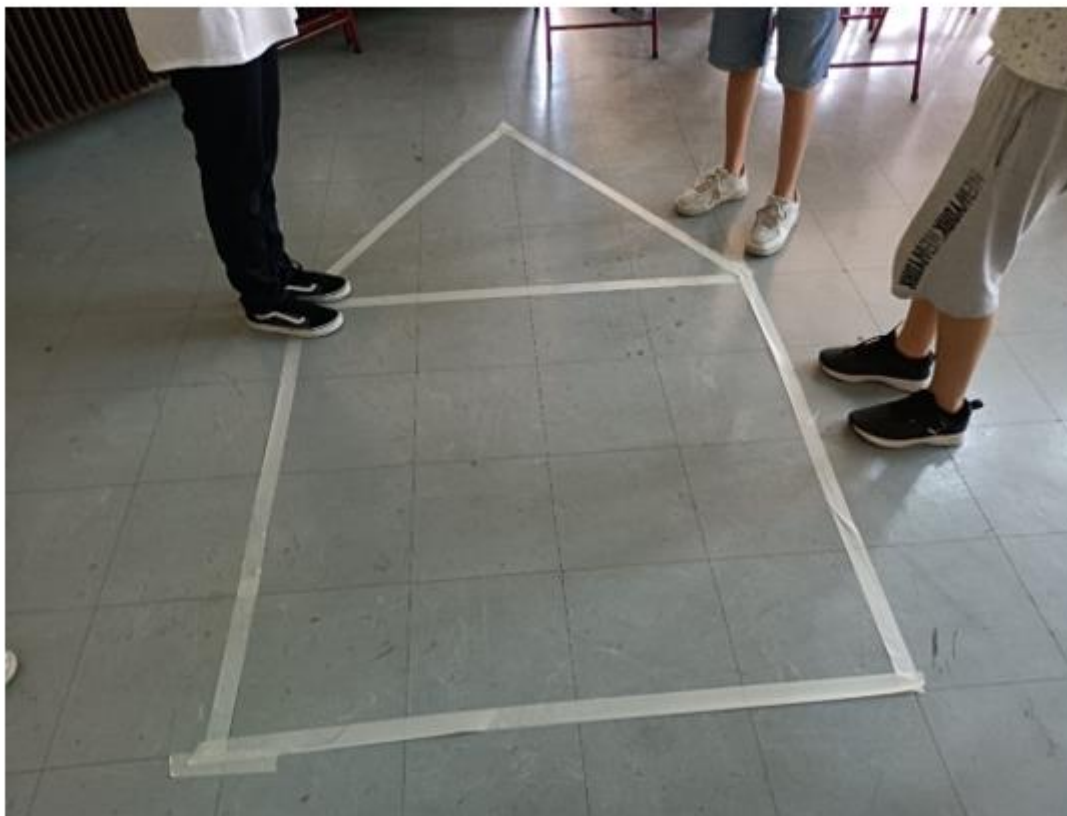
ΓΙΑ φτερωτη :π :πανιά
δ 10
επαναλαβε :πανιά [τριγωνο:π δ 360/:πανιά]
α 10
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ ανεμομυλος :υ :π :πν
σπιτι :υ :π
μ :υ δ 90 μ :π α 90
φτερωτη :π/2 :πν
α 90 μ :π δ 90 π :υ |
ΤΕΛΟΣ
ανεμομυλος 40 40 3
```

Εικόνα 18: Κώδικας του ανεμόμυλου που προβάλλεται στον πίνακα και το σχέδιο που πρέπει να αποτυπωθεί στο δάπεδο κατά προσέγγιση

Στην Εικόνα 18, απεικονίζεται ο κώδικας που πρέπει να υλοποιήσουν unplugged οι μαθητές και η γραφική του αναπαράσταση στο λογισμικό, που δεν τους αποκαλύπτεται πριν το δικό τους σχέδιο στο δάπεδο. Στην Εικόνα 19, οι μαθητές σχεδιάζουν με χαρτοταινία το σχήμα στο δάπεδο. Η ακριβής αποτύπωση των βημάτων και των γωνιών, ως μέτρου, στις εντολές του αλγορίθμου, δεν αποτελεί στόχο της δραστηριότητας για αυτό και γίνεται κατά προσέγγιση (π.χ. στη διαδικασία «φτερωτή», η εντολή στροφής κατά γωνία $\delta 10$ και $\alpha 10$, δεν λαμβάνονται υπόψη και τα τρίγωνα σχεδιάζονται ώστε να υπάρχει αναλογία στο συνολικό σχήμα) με κλίμακα που να καθιστά εφικτή την κατασκευή της στο δάπεδο (το ορθογώνιο καλείται με δύο ίσες πλευρές ως τετράγωνο).

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού



Εικόνα 19: Κατασκευή ανεμόμυλου στο δάπεδο (unplugged)

Ο εκπαιδευτικός-πρόγραμμα αρχίζει να εκτελείται. Καλεί την διαδικασία ανεμόμυλος γράφοντας στην έτοιμη κάρτα κλήσης (δραστηριότητα στο παράρτημα II) με το όνομα ανεμόμυλος, τις τιμές που επιθυμεί ως ορίσματα στη θέση των παραμέτρων της. Η κάρτα με την κλήση της διαδικασίας ανεμόμυλος δίνεται στον μαθητή-ανεμόμυλο (η ροή εκτέλεσης του προγράμματος μεταφέρεται στη διαδικασία ανεμόμυλος). Η διαδικασία ανεμόμυλος ξεκινά να εκτελεί τις εντολές της στο εσωτερικό της, διαβάζοντας δυνατά από τον πίνακα, ώστε να κινήσει την οντότητα στο δάπεδο.

Για το υπόλοιπο της δραστηριότητας ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να συντονίζει και να παρατηρεί την αλληλεπίδραση των μαθητών των δύο ομάδων που δουλεύουν παράλληλα.

Με τη σειρά του ο (μαθητής) ανεμόμυλος καλεί την πρώτη διαδικασία στον κώδικά του, την **ΣΠΙΤΙ**, γράφοντας σε μια κάρτα την κλήση της. Στη συνέχεια η **ΣΠΙΤΙ** καλεί τις δικές της υποδιαδικασίες κ.ο.κ. Όταν ολοκληρώνεται το έργο μιας υποδιαδικασίας, ο έλεγχος της ροής εκτέλεσης του προγράμματος επιστρέφεται στη γονική διαδικασία, που εκτελεί την επόμενη εντολή της.

Οι τιμές που έδωσε αρχικά το πρόγραμμα ως ορίσματα της διαδικασίας ανεμόμυλος, μεταβιβάζονται στις υποδιαδικασίες της μέσω του μηχανισμού των παραμέτρων. Η παρούσα δραστηριότητα εστιάζει στην αλυσιδωτή διαδικασία ανταλλαγής των παραμετρικών τιμών από διαδικασία σε διαδικασία. Στο τέλος το σχέδιο που ζωγραφίζει η οντότητα στο δάπεδο, αποτελεί ένα στιγμιότυπο κλήσης της διαδικασίας ανεμόμυλος για τις τιμές των ορισμάτων με τα οποία κλήθηκε.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Στη σύνοψη της δραστηριότητας γίνεται συζήτηση στην τάξη πάνω σε δυσκολίες ή απορίες, κατά την υλοποίηση. Η unplugged δραστηριότητα έπεται της αντίστοιχης δραστηριότητας «με» υπολογιστή, ως μη είθισται (στη βιβλιογραφία συνήθως οι unplugged δραστηριότητες έχουν το ρόλο της επαφής με τις έννοιες πριν οι μαθητές τις συναντήσουν στο προγραμματιστικό περιβάλλον), προκειμένου:

- οι μαθητές να αποτιμήσουν το επίπεδο κατανόησης τους,
- η ερευνήτρια να εντοπίσει δυσκολίες ή παρανοήσεις στις έννοιες των προηγούμενων μαθημάτων, που δεν αναδείχθηκαν με το λογισμικό.

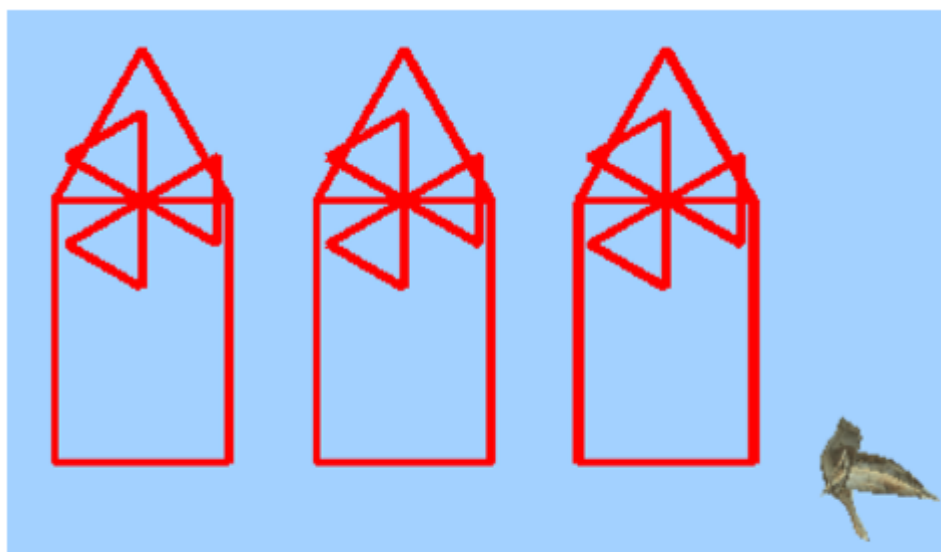
4.3.9 9^ο μάθημα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν αν και αναφέρεται σε διάφορα τμήματα του κειμένου για λόγους ομοιομορφίας ως μάθημα, αφορά στην συνέντευξη 3 μαθητών της ομάδας εστίασης (ενότητα 3.5.1).

Δραστηριότητα

Για να διερευνήσει τη νοηματοδότηση των εννοιών σε ατομικό επίπεδο η ερευνήτρια ανέθεσε σε κάθε μαθητή το πρόβλημα της κατασκευής ενός αιολικού πάρκου με μεταβαλλόμενο πλήθος ανεμόμυλων, σε σειρά (Εικόνα 20). Το πρόβλημα αποτελεί επέκταση της κατασκευής του ανεμόμυλου του 7^{ου} μαθήματος.



Εικόνα 20: Το ζητούμενο της think aloud συνέντευξης

Στο πλαίσιο του προβλήματος οι μαθητές πρέπει να:

- δημιουργήσουν μια νέα διαδικασία για το αιολικό πάρκο ή να τροποποιήσουν τη διαδικασία «ανεμόμυλος» και να συντάξουν κατάλληλα τη γραμμή των παραμέτρων της διαδικασίας ώστε, να δέχεται ως είσοδο το πλήθος των ανεμόμυλων του πάρκου,
- να χρησιμοποιήσουν κατάλληλα ονόματα για τις τιμές των παραμέτρων του αιολικού πάρκου,
- να εντοπίσουν το μοτίβο εντολών που επαναλαμβάνεται στο αιολικό πάρκο,

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

- να εκφράσουν με μαθητικό τύπο την απόσταση μεταξύ των ανεμόμυλων, χρησιμοποιώντας μεταβλητή.

Το βασικό πρόγραμμα για τη δημιουργία ανεμόμυλου, δόθηκε έτοιμο στους μαθητές αλλά τροποποιημένο (Εικόνα 21) ώστε, να προκληθεί η εμπλοκή των μαθητών με τις υπό διερεύνηση έννοιες και να εξαχθούν συμπεράσματα για τη νοηματοδότησή τους.

```
ΓΙΑ ορθογωνιο :υψος :πλατος
επαναλαβε 2[μ :υψος δ 90 μ :πλατος δ 90]
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ τριγωνο :πλ
επαναλαβε 3 [μ :πλ α 120 ]
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ σπιτι :π1 :π2
ορθογωνιο :π1 :π2
μ :π1 δ 90
τριγωνο :π2
α 90 π :π1
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ φτερωτη :μηκος :πανια
επαναλαβε :πανια [τριγωνο :μηκος δ
360/:πανια]
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ ανεμομυλος :α :β :πν
σπιτι :α :β
μ :α δ 90 μ :β/2 α 90
φτερωτη :β/2 :πν
α 90 μ :β/2 δ 90 π :α
ΤΕΛΟΣ
```

Εικόνα 21: Ο τροποποιημένος κώδικας που δόθηκε στους μαθητές στο πλαίσιο της συνέντευξης. Όλες οι υποδιαδικασίες έχουν διαφορετικά ονόματα παραμέτρων

Η τροποποίηση συνίσταται στη χρήση διαφορετικών ονομάτων για τις παραμέτρους κάθε υποδιαδικασίας του ανεμόμυλου. Έτσι οι μαθητές πρέπει να διαβάσουν τον έτοιμο κώδικα για να:

- κατανοήσουν το πέρασμα των παραμέτρων μεταξύ των επιμέρους διαδικασιών του ανεμόμυλου (τη λειτουργία κάθε παραμέτρου του ανεμόμυλου στις υποδιαδικασίες του),
- να καλέσουν τη διαδικασία «ανεμομυλος» κατάλληλα για να δουν το γραφικό της αποτέλεσμα στην οθόνη.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

5.1 Εισαγωγή

Στα 9 μαθήματα της παρούσας διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές εργάστηκαν σε 6 ομάδες των 2 ή σε 2 ομάδες των 6 ατόμων ή ατομικά. Τα τελικά παραγόμενα κάθε μαθήματος ανάλογα με τον τύπο της δραστηριότητας των μαθητών, είναι ψηφιακά δομήματα στο περιβάλλον του MaLT2 ή/και συμπληρωμένα φύλλα εργασίας ή αποτύπωση αλγορίθμου στο δάπεδο. Στον πίνακα της Εικόνας 22, αναφέρεται ο τύπος των τελικών παραγομένων κάθε μαθήματος ανά ομάδα μαθητών.

α/α μαθήματος	Μαθητές ανά ομάδα	Τελικό παραγόμενο ανά ομάδα
1	2	Φύλλο εργασίας
2	2	Φύλλο εργασίας, αρχείο MaLT2
3	2	Φύλλο εργασίας, αρχείο MaLT2
4	2	Φύλλο εργασίας, αρχείο MaLT2
5	2	Φύλλο εργασίας, αρχείο MaLT2
6	2	Φύλλο εργασίας, αρχείο MaLT2
7	2	Φύλλο εργασίας, αρχείο MaLT2
8	6	Αποτύπωση αλγορίθμου στο δάπεδο
9	3 μαθητές, ατομικά	αρχείο MaLT2

Εικόνα 22: Τελικά παραγόμενα ανά ομάδα μαθητών

Στο πρώτο μάθημα της σειράς μαθημάτων οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με την έννοια του αλγορίθμου μέσω μιας unplugged δραστηριότητας. Στα μαθήματα 2-6, διερεύνησαν βασικές προγραμματιστικές έννοιες (δομή επανάληψης, διαδικασία, μεταβλητή, διαδικασία με παραμέτρους), στο πλαίσιο της σταδιακής κατασκευής ενός ψηφιακού ανεμόμυλου. Στο μάθημα 8, οι μαθητές σε δύο ομάδες των 6 ατόμων και αναπαράστησαν τον αλγόριθμο του ανεμόμυλου unplugged, ενώ στο μάθημα 9, οι 3 μαθητές της ομάδας εστίασης κλήθηκαν να επεκτείνουν το ψηφιακό δόμημα του ανεμόμυλου για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου.

Τα τελικά παραγόμενα των μαθητών, στο πλαίσιο της εναλλαγής μεταξύ plugged και unplugged δραστηριοτήτων, δεν εξετάζονται αποκλειστικά ως προς την ορθότητά τους αλλά με στόχο να μελετηθεί η αξία του συνδυασμού των δύο προσεγγίσεων και τη κάθε μίας ξεχωριστά, στη νοηματοδότηση των εννοιών ενδιαφέροντος.

Η ερευνήτρια ανέλυσε και κατηγοριοποίησε τα κρίσιμα περιστατικά που παρήχθησαν από τα δεδομένα, με βάση το θεωρητικό πλαίσιο και τα ερευνητικά ερωτήματα. Η παρούσα ενότητα παραθέτει και ερμηνεύει τα αποτελέσματα της δραστηριότητας των μαθητών, ανά προγραμματιστική έννοια, εξετάζοντας τον ρόλο που έπαιξαν στη νοηματοδότησή της οι αναπαραστάσεις των δύο πλαισίων, μεμονωμένα ή συνδυαστικά και οι διασυνδεδεμένες λειτουργικότητες του προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Παράλληλα με τις προγραμματιστικές έννοιες, οι μαθητές καλλιεργούν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

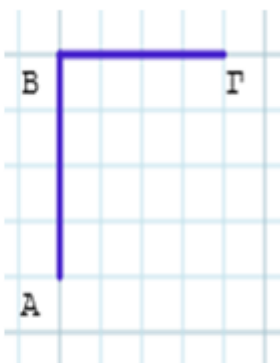
π.χ. αποδόμηση προβλήματος ή αναγνώριση μοτίβων και έρχονται σε επαφή με μαθηματικές έννοιες π.χ. πράξεις με γωνίες. Στις υποενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται επιλεγμένα κρίσιμα συμβάντα με κριτήρια:

- α) την ανάδειξη των παραπάνω ζητημάτων και
- β) την εκπροσώπηση όλων των ομάδων.

Οι μαθητές που εμπλέκονται στα κρίσιμα περιστατικά κωδικοποιούνται με το γράμμα Μ, ακολουθούμενο από τον αριθμό της ομάδας και τον αριθμό του μαθητή εντός της ομάδας, π.χ. το Μ12, αναφέρεται στην μαθήτρια 2 της ομάδας 1. Η ερευνήτρια χαρακτηρίζεται με το γράμμα Ε.

5.1.1 Ο αλγόριθμος

Στο 1^ο μάθημα οι μαθητές διερευνούν τις ιδιότητες του αλγορίθμου μέσω δύο δραστηριοτήτων.



Εικόνα 23: Η διαδρομή ΑΒΓ στο φύλλο εργασίας

Η πρώτη δραστηριότητα αφορά στη διατύπωση των βημάτων του αλγορίθμου που κινεί το ρομπότ κάθε ομάδας κατά μήκος της διαδρομής $A \rightarrow B \rightarrow \Gamma$ (Εικόνα 23) και το επιστρέφει στο σημείο Α. Όλες οι ομάδες αποδομούν τη διαδρομή στα ευθύγραμμα τμήματα ΑΒ, ΒΓ, ΓΒ και ΒΑ και διατυπώνουν διαφορετική οδηγία για το καθένα.

Κατά την ανάλυση των δεδομένων της πρώτης δραστηριότητας η ερευνήτρια κωδικοποίησε ζητήματα ασάφειας και ακρίβειας των αλγορίθμων, καθώς και την ύπαρξη περισσότερων του ενός αλγορίθμου για ένα πρόβλημα.

Αρχικά οι προγραμματιστές των ομάδων (μαθητές με κωδικό 1 εντός των ομάδων), αναζητούν μονάδα μέτρησης της απόστασης που πρέπει να διανύσει το ρομπότ. Για το τμήμα ΑΒ της διαδρομής: οι προγραμματιστές Μ11, Μ41, Μ51, συσχετίζοντας τα τετράγωνα στην εικόνα του φύλλου εργασίας με τα τετράγωνα στο δάπεδο, διατυπώνουν οδηγίες της μορφής: «προχώρα 4 τετράγωνα μπροστά», «πήγαινε 4 τετράγωνα μπροστά» ή «πήγαινε μπροστά 4 τετράγωνα».

Η προγραμματίστρια Μ31 δίνει την οδηγία «κινήσου μπροστά 4 βήματα», εγείροντας ζήτημα ακρίβειας του αλγορίθμου, αλλά στην ερώτηση της ερευνήτριας τι εννοεί με τη λέξη βήμα, κάνει ένα βήμα που αντιστοιχεί με ένα τετράγωνο στο δάπεδο. Η ερευνήτρια

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

προτρέπει τις μαθήτριες της ομάδας να διατυπώσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τον αλγόριθμό τους αντικαθιστώντας τη λέξη «βήμα» με τη λέξη «τετράγωνο».

Ο προγραμματιστής M61 γράφει την οδηγία «προχώρα 4 τετράγωνα» χωρίς να καθορίζει την κατεύθυνση της κίνησης. Το ρομπότ την εκτελεί σωστά προχωρώντας μέχρι το σημείο B. Στην περίπτωση αυτή το ρομπότ φαίνεται να διαθέτει ανθρώπινες ιδιότητες ώστε, να ερμηνεύει την οδηγία που του δίνεται, καταλαβαίνοντας την πρόθεσή του προγραμματιστή (ανθρωπομορφισμός). Η οδηγία ωστόσο δεν είναι σαφής γιατί μπορεί να ερμηνευτεί με πάνω από έναν τρόπους π.χ. «4 βήματα μπροστά» ή «4 βήματα πίσω».

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η οδηγία της ομάδας 2: Ο προγραμματιστής M21, ερμηνεύοντας την φράση «μία σειρά βημάτων» στην εκφώνηση του προβλήματος στο φύλλο εργασίας, οδηγεί το ρομπότ μέχρι το σημείο B με βήματα ποδιού, για να μετρήσει την απόσταση σε βήματα και έπειτα το επαναφέρει στο σημείο A. Στη συνέχεια η οδηγία που συμπληρώνει στο φύλλο εργασίας είναι «πήγαινε μπροστά 4.5 βήματα». Η ερευνήτρια δεν επεμβαίνει γιατί φαινομενικά ο αλγόριθμος παράγει σωστό αποτέλεσμα, αφήνοντας το πρόβλημα να αναδειχθεί στη συνέχεια.

Οι ομάδες ακολουθούν την ίδια τακτική για το υπόλοιπο κομμάτι της διαδρομής.

Στο σημείο B της διαδρομής: ο προγραμματιστής M61, εγείρει ζήτημα ακρίβειας του αλγορίθμου, γράφοντας την οδηγία «στρίψε δεξιά» χωρίς να προσδιορίζει το μέτρο της γωνίας. Το ίδιο επαναλαμβάνει όταν κατά την επιστροφή το ρομπότ περνάει πάλι από το σημείο B.

Στο σημείο Γ, το ρομπότ πρέπει να στρίψει στην αντίθετη κατεύθυνση κοιτάζοντας προς το σημείο B, για να επιστρέψει στην αφετηρία. Οι μαθητές M21 και M61 συμπληρώνουν λανθασμένα στο φύλλο εργασίας την οδηγία «στρίψε δεξιά 90°». Παρ' όλα αυτά τα ρομπότ κατά την εκτέλεση του αλγορίθμου στρίβουν σωστά κατά 180° υπό την επίβλεψη

Ομάδα 1	Ομάδα 5
προχώρα 4 τετράγωνα μπροστά στρίψε δεξιά 90° προχώρα 4 τετράγωνα μπροστά στρίψε δεξιά 180° προχώρα 4 τετράγωνα μπροστά στρίψε αριστερά 90° προχώρα 4 τετράγωνα μπροστά	πήγαινε μπροστά 4 τετράγωνα στρίψε δεξιά 90° πήγαινε μπροστά 4 τετράγωνα στρίψε αριστερά 180° πήγαινε μπροστά 4 τετράγωνα στρίψε αριστερά 90° πήγαινε μπροστά 4 τετράγωνα στρίψε αριστερά 180°
Ομάδα 6	Ομάδα 2
προχώρα 4 τετράγωνα στρίψε δεξιά προχώρα 4 τετράγωνα στρίψε αριστερά 90° προχώρα 4 τετράγωνα στρίψε αριστερά προχώρα 4 τετράγωνα	πήγαινε μπροστά 4.5 βήματα στρίψε δεξιά 90° πήγαινε μπροστά 4.5 βήματα στρίψε δεξιά 90° πήγαινε μπροστά 4.5 βήματα στρίψε αριστερά 90° πήγαινε μπροστά 4.5 βήματα

Εικόνα 24: Αλγόριθμοι ομάδων στη δραστηριότητα 1

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

του προγραμματιστή. Οι μαθητές φαίνεται να μην αντιλαμβάνονται την στροφή στην αντίθετη κατεύθυνση ως γωνία 180° .

Στη συνέχεια, όλες οι ομάδες, πλην της 5^{ης} που ενεργεί σωστά, επιστρέφουν το ρομπότ στο σημείο A, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τους, την φράση «όπως ακριβώς ξεκίνησε», στην εκφώνηση του προβλήματος. Έτσι τερματίζοντας, δεν στρίβουν το ρομπότ ακόμη μία φορά κατά 180° για να κοιτάζει προς το σημείο B.

Στην Εικόνα 24, απεικονίζονται κάποιοι από τους αλγόριθμους των ομάδων, στο τέλος του πρώτου υποερωτήματος της δραστηριότητας.

Στην τελευταία φάση της δραστηριότητας (3^ο υποερώτημα) η ερευνήτρια συνδυάζει τις ομάδες ανά δύο, επιλεκτικά, προκειμένου να δοκιμάσουν τον αλγόριθμό τους στο ρομπότ της άλλης ομάδας και να διορθώσουν πιθανά λάθη τους μέσα από την αλληλεπίδραση με τα μέλη της. Ακολουθούν χαρακτηριστικά αποσπάσματα διαλόγων μεταξύ των ομάδων.

ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-1

(Μαθήτριες και μαθητές των ομάδων 3 και 6 στο ρομπότ της ομάδας 3. Οι μαθητές με κωδικό 1 στην ομάδα είναι οι προγραμματιστές/στριες και αυτές/οί με κωδικό 2 τα ρομπότ)

M61: Κορίτσια έτοιμες; Ξεκινάω.

«προχώρα 4 τετράγωνα»

M31: Ένα λεπτό..., 4 τετράγωνα προς τα πού; Το ρομπότ δεν καταλαβαίνει προς τα πού να κινηθεί. Εμείς έχουμε πει «κινήσου μπροστά 4 τετράγωνα». Νομίζω είναι πιο σωστό.

M61, M62: Γιατί προς τα πού θα μπορούσε να πάει, αφού μπροστά κοιτάζει.

M32: Ένα ρομπότ μπορεί να κινηθεί και μπροστά και πίσω. Δεν έχετε δει ποτέ σας ρομπότ;

M62: Αληθινό σαν και μένα όχι, χαχα.. Αλλά μάλλον έχετε δίκιο, τα ρομπότ δεν έχουν μυαλό.

M61: Ωχ, αν είναι έτσι πρέπει να προσθέσω το «μπροστά» σε όλες τις εντολές μου. Μισό..., να το αλλάξω... Έτοιμο. Συνεχίζω στην επόμενη.

«Στρίψε δεξιά»

M31: Περίμενε.. Μήπως μπορείς να δεις ποιο πρόβλημα υπάρχει εδώ; Θυμήσου δε μιλάς σε άνθρωπο.

M61: Δε θα το έλεγα. Δεξιά καλά δεν είναι; (κοιτάζει την χαρτοταινία στο πάτωμα)

M32: Σκέψου ότι δεν υπάρχει η χαρτοταινία γιατί σε μπερδεύει. Πως ξέρει το ρομπότ πόσο να στρίψει;

M62: Αρχίζω να αισθάνομαι πολύ χαζός..χαχα

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

M61: Ναι ρε κορίτσια, έχετε δίκιο. Προσθέτω το «90°». Να το αλλάξω και στην εντολή της επιστροφής για το ίδιο σημείο. Εμείς βάλαμε γωνία μόνο στο σημείο Γ που πρέπει να γυρίσει ανάποδα το ρομπότ.

M31: Τι γωνία βάλατε στο σημείο Γ;

M61: «αριστερά 90°»

M31: Ρομπότ, προχώρα στο σημείο Γ και στρίψε «αριστερά 90°».

(η μαθήτρια M32 εκτελεί την εντολή σωστά). Βλέπεις τι αποτέλεσμα έχει αυτό που γράψατε; Σου φαίνεται να γυρνάει προς τα πίσω;

M61: Όχι, πρέπει να γυρίσει και άλλο. Πόσο όμως;

M62: Περίμενε να σου πω. Με το «90°» με γύρισες τελείως πάνω άρα για να γυρίσω πίσω στο ίδιο σημείο θέλω «90°» (κάνει δοκιμές με το σώμα του), ακόμη και αν το σημείο αυτό είναι από την άλλη μεριά αρκεί να είναι πάνω στη γραμμή (κάνει ένα δικό του συλλογισμό). Το βρήκα! Ακόμη «90°». Διόρθωσε τη δική μας και βάλε μια εντολή ακόμη μια εντολή «στρίψε αριστερά 90°»

M31: Γιατί δε βάζετε με τη μία 180° να τελειώνετε;

M61: Σωστό και αυτό. Κατά τα άλλα είμαστε σωστοί; Για να δω το δικό σου (απευθύνεται στην M31). Εντάξει, δε βλέπω άλλες διαφορές. Κυρία, τελειώσαμε.

E: Ελέγξτε και οι δυό ομάδες την κατεύθυνση του ρομπότ σας στο σημείο τερματισμού. Που κοιτάζει το ρομπότ;

Όλοι μαζί: Προς τα κάτω. Γιατί, είναι λάθος;

E: Υπάρχει ένα θεματάκι, αλλά θα το δούμε αργότερα.

Οι μαθητές της ομάδας 6, αντιλαμβάνονται τα λάθη ασάφειας και ακρίβειας στον αλγόριθμό τους μέσα από τη διαπραγμάτευση με την ομάδα 1. Η unplugged προσέγγιση φαίνεται να βοηθάει στον συλλογισμό του μαθητή M62, που στρίβει το σώμα του για να καταλάβει το μέτρο της γωνίας των 180°. Η μαθήτρια M32, αναφέρει στην αρχή ότι ένα ρομπότ μπορεί να κινηθεί και προς τα πίσω, παρ' όλα αυτά καμία ομάδα δεν χρησιμοποίησε οδηγία για κίνηση προς τα πίσω.

ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-2

(Μαθήτριες και μαθητής των ομάδων 4 και 2 στο ρομπότ της ομάδας 4)

M21: Κορίτσια μαζευτείτε. Ξεκινάω. «Πήγαινε μπροστά 4.5 βήματα»

M42: Τι εννοείς 4.5 βήματα; Τι βήματα είναι αυτά;

M21: Μέτρα με το πέλμα σου.

M42: (μετρώντας με το πέλμα βγαίνει εκτός διαδρομής). Συγνώμη, τι νούμερο παπούτσι φοράς; (απευθύνεται στη μαθήτρια ρομπότ M22)

M22: χαχα.. 37 εσύ;

M42: 39, λογικό που βγήκα εκτός (εννοεί εκτός διαδρομής)

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

M41: Παιδιά, εδώ κάτι δεν πάει καλά. Ο αλγόριθμός σας εξαρτάται από το μέγεθος παπουτσιού του ρομπότ. Μήπως να το ξανασκεφτόσασταν;

M21: Μα δούλευε καλά πριν. Εσείς πως το κάνατε;

M41: Μετρήσαμε σε τετράγωνα του δαπέδου. Προφανώς η μονάδα μέτρησης πρέπει να είναι κοινή για να δουλεύει πάντα ο αλγόριθμος. Δε βάζετε και σεις τετράγωνα; Όλοι στο δάπεδο δοκιμάζουμε τον αλγόριθμο μας. Και αυτό πια το 4.5! Το μισό, πως το μετρήσατε, βγάλατε μεζούρα; Χαχα..

M21: Οκ, το κατάλαβα. Το γυρνάω σε τετράγωνα. Πόσα τετράγωνα είναι η απόσταση;

M22: Βάλε 4.

M21: (συνεχίζει και φτάνει στην οδηγία για το σημείο Γ)

«στρίψε δεξιά 90°»

M41: Σε αυτό το σημείο εμείς βάλαμε 180° στροφή αριστερά.

M21: Ναι αλλά εμείς στρίβουμε δεξιά. Δεν αλλάζω άλλη εντολή κορίτσια. Θα ρωτήσουμε την κυρία να δούμε ποιος έχει δίκιο. Έχουμε άλλη διαφωνία;

M41: Για να δω τι έχεις γράψει. Όχι μόνο αυτά. Κυρία, τελειώσαμε, έχουμε μια διαφωνία στη γωνία του σημείου Γ. Να σας την πούμε;

E: Όχι τώρα. Θα δοκιμάσετε τους αλγορίθμους σας στον υπολογιστή για να δούμε αν δουλεύουν σωστά. Τα ρομπότ, στον τερματισμό προς τα πού κοιτάζουν;

Όλοι μαζί: Προς τα κάτω (αντίθετα προς το σημείο Β)

Στο κρίσιμο περιστατικό-2 οι μαθητές της ομάδας 2 αντιλαμβάνονται την ανάγκη ενιαίου τρόπου μέτρησης της απόστασης προκειμένου ο αλγόριθμος τους να είναι ανεξάρτητος από το ποιος θα τον εκτελέσει. Παρ' όλα αυτά δεν αλλάζουν την στροφή των 90° στο σημείο Γ, ίσως γιατί δεν υπήρξε πειστικό επιχείρημα από την άλλη ομάδα. Η ερευνήτρια δεν τους διορθώνει προκειμένου να διαπιστώσουν μόνοι τους το λάθος στο λογισμικό.

ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-3

(Μαθήτριες των ομάδων 1 και 5 στο ρομπότ της ομάδας 1)

M51: Λοιπόν για πάμε, αρχίζω να διαβάζω τον αλγόριθμο μας, το ρομπότ παρακαλώ να έρθει στην αφετηρία.

M12: Στις διαταγές σας!

M51: «πήγαινε μπροστά 4 τετράγωνα»

M12: Χαχα.. Δε με ενημερώσατε ότι πρέπει να ξέρω και άλλες γλώσσες!

Προηγουμένως «προχωρούσα» αντί να «πηγαίνω»

M51: Το ίδιο κάνει.. συνεχίζω.

«στρίψε δεξιά 90°»

«πήγαινε μπροστά 4 τετράγωνα»

«στρίψε αριστερά 180° μοίρες»

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

M11: Κορίτσια στοπ! Στον δικό μου αλγόριθμο έχω στροφή δεξιά 180° μοιρών, αλλά ο αλγόριθμος μας λειτουργούσε μια χαρά. Τι λέτε;

M52: Θα πούμε ότι είναι ένας διαφορετικός τρόπος να κάνει κάποιος την ίδια διαδρομή

M51: Ωραία..συνεχίζω.

«Πήγαινε μπροστά 4 τετράγωνα»

«Στρίψε αριστερά 90° μοίρες»

«Πήγαινε μπροστά 4 τετράγωνα»

«Στρίψε αριστερά 180° μοίρες»

M11, M12: Αυτή την τελευταία στροφή δεν την έχουμε εμείς. Πως τη σκεφτήκατε;

M51, M52: Η εκφώνηση έλεγε να επιστρέψουμε στο ρομπότ στο σημείο A, όπως ακριβώς ξεκίνησε.

M11, M12: Καλά δεν πειράζει, δεν έχει διαφορά αν το ένα τερματίσει κοιτάζοντας προς τα πάνω (εννοεί προς το σημείο B) και το άλλο προς το κάτω (αντίθετα του B). Τι λέτε;

M51, M52: Κάποιος λόγος θα υπάρχει για να μας το ζητάει η κυρία. Εμείς πάντως το αφήνουμε όπως το γράψαμε. Έχουμε άλλη διαφορά στους αλγορίθμους;

M11, M12: Όχι, μια χαρά. Αφού ο δικός σας είναι σωστός, θα είναι και ο δικός μας, δυο εντολές διαφέρουν.

Οι μαθήτριες των δύο ομάδων, αντιλαμβάνονται ότι για το ίδιο πρόβλημα μπορεί να υπάρχουν πολλές λύσεις άρα και διαφορετικοί αλγόριθμοι. Επίσης προβληματίζονται γύρω από το ζήτημα της αρχικής κατεύθυνσης του ρομπότ αλλά προς το παρόν δεν μπορούν να εξηγήσουν την σημασία του. Πρόθεση της ερευνήτριας είναι το θέμα να αναδειχθεί κατά τη μεταφορά της δραστηριότητας στο λογισμικό.

Οι μαθήτριες εντοπίζουν επίσης τη διαφορετική χρήση της γλώσσας (πήγαινε, προχώρα) στην περιγραφή των αλγορίθμων τους. Στην unplugged προσέγγιση αυτό δεν μοιάζει με πρόβλημα γιατί το ανθρώπινο ρομπότ μπορεί να καταλάβει τις οδηγίες. Η Δραστηριότητα 2 που ακολουθεί, επισημαίνει το ζήτημα στη βάση του ότι ένα ρομπότ διαθέτει περιορισμένο λεξιλόγιο.

Η unplugged προσέγγιση στα παραπάνω περιστατικά φαίνεται να παρέχει «χειροπιαστές» αναπαραστάσεις που ενισχύουν την επιχειρηματολογία των μαθητών. Μπορούν να εξηγούν εύκολα και γρήγορα, δείχνοντας αυτό που θέλουν να πουν, χωρίς να χρειάζεται να κατέχουν όρους της πληροφορικής ή των μαθηματικών.

Η ερευνήτρια παρατήρησε μεγάλο βαθμό εμπλοκής στο σύνολο των μαθητών. Τα παραπάνω αποσπάσματα μεταφέρθηκαν αυτούσια για να διαπιστώσει ο αναγνώστης το θετικό κλίμα που δημιουργήθηκε στην τάξη. Οι μαθητές διερεύνησαν τις έννοιες, παρέα με τους φίλους τους, σε ένα πλαίσιο πιο χαλαρό από αυτό της αίθουσας υπολογιστών, που όμως δεν υστερεί σε νοήματα. Η ερευνήτρια παρατήρησε επίσης ότι μαθητές με χαμηλή αυτοπεποίθηση στη χρήση υπολογιστή (π.χ. γιατί δεν διέθεταν υπολογιστή στο σπίτι), αύξησαν το βαθμό συμμετοχής τους.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Στην αρχική μορφή της δραστηριότητας 1 του πρώτου μαθήματος, δόθηκε εξαρχής στους μαθητές ένα σετ 4 εντολών για τη σύνταξη των αλγορίθμων τους. Οι εντολές ήταν: «προχώρα μπροστά βήματα», «προχώρα πίσω βήματα», «στρίψε δεξιά μοίρες», «στρίψε αριστερά μοίρες». Η συγκεκριμένη σχεδιαστική επιλογή περιόρισε σε μεγάλο βαθμό: την προσωπική έκφραση των μαθητών, την εμφάνιση διαφορετικών αλγοριθμικών λύσεων του προβλήματος, δεδομένου ότι κανένας μαθητής δεν έκανε χρήση της εντολής «προχώρα πίσω βήματα» και την ανάδειξη ζητημάτων ασάφειας και ακρίβειας του αλγορίθμου, που αποτελούσαν γνωστικούς στόχους της δραστηριότητας.

Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

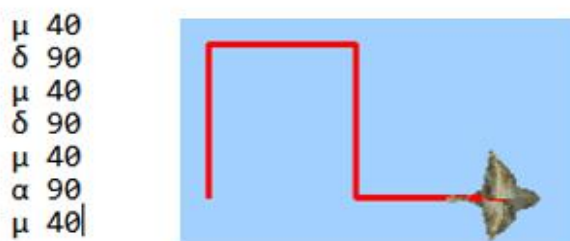
Στο 2^ο μάθημα (2η δραστηριότητα) οι μαθητές μεταφέρουν τον αλγόριθμο για τη διαδρομή ΑΒΓ (Εικόνα 23) που προγραμμάτισαν κιναισθητικά πιο πάνω, στο λογισμικό.

Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας οι μαθητές επιβεβαιώνουν την χρήση ενιαίας μονάδας μέτρησης της απόστασης στο λογισμικό και αλλάζουν την κλίμακα μέτρησης ώστε, το γραφικό αποτέλεσμα να είναι ορατό στη σκηνή.

ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-4

(μαθητές ομάδας 2)

Οι μαθητές της ομάδας 2 (κρίσιμο περιστατικό-2), λαμβάνοντας την οπτική ανατροφοδότηση που παρέχει το λογισμικό (Εικόνα 24α), υποχρεώνονται να διορθώσουν την στροφή των 90° (4η γραμμή), σε 180° στο σημείο Γ της διαδρομής.

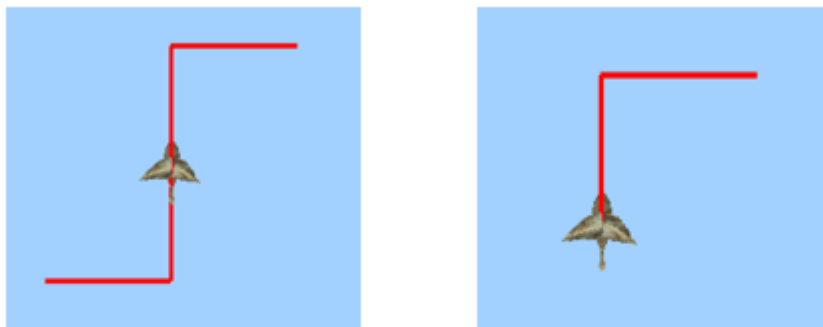


Εικόνα 24α:: Η μεταφορά του αλγορίθμου της ομάδας 2 στο MaLT2 και το γραφικό του αποτέλεσμα

ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-5

Στο παρόν περιστατικό οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη σημασία της επιστροφής του ρομπότ στην αρχική του θέση (σημείο Α της διαδρομής) αλλά και στην αρχική του κατεύθυνση (προς το σημείο Β). Εκτός από την ομάδα 5 (κρίσιμο περιστατικό-3), όλες οι υπόλοιπες επέστρεψαν το ρομπότ τους στο σημείο Α, αλλά με κατεύθυνση αντίθετη προς το σημείο Β. Η θέση και η κατεύθυνση της οντότητας ορίζουν την κατάστασή της. Αν ένας αλγόριθμος εκτελεστεί διαδοχικά (Εικόνα 25), χωρίς να αρχικοποιείται στο ενδιάμεσο η κατάσταση της οντότητας, το αποτέλεσμα του κάθε φορά είναι διαφορετικό από την προηγούμενη. Ένας αλγόριθμος για να έχει πάντα το ίδιο αποτέλεσμα πρέπει να είναι ανεξάρτητος από τις αρχικές συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο εκτελείται.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού



Εικόνα 25: Στιγμιότυπο διαδοχικών εκτελέσεων του αλγορίθμου, χωρίς πρόβλεψη επιστροφής στην αρχική κατάσταση

Το λογισμικό σε αντίθεση με την unplugged προσέγγιση, παρέχει άμεση ανατροφοδότηση στις ενέργειες των μαθητών. Παρ' όλα αυτά και τα δύο πλαίσια προσφέρουν διαφορετικές αναπαραστάσεις του ίδιου αλγορίθμου, δρώντας συμπληρωματικά.

Το ζητούμενο είναι ο εφοδιασμός των μαθητών με επαρκείς αναπαραστάσεις των εννοιών ώστε να τις κατανοήσουν σε βάθος και να τις αποσυνδέσουν από συγκεκριμένα πλαίσια για να μπορούν να τις μεταφέρουν.

5.1.2 Η επανάληψη

Στο 3^ο μάθημα οι μαθητές διερευνούν την έννοια της επανάληψης με την οπτική της δημιουργίας πιο σύντομων και ευανάγνωστων προγραμμάτων. Στόχος είναι η διατύπωση του τετραγώνου και του τριγώνου με επαναληπτική δομή.

ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η 1η δραστηριότητα του μαθήματος στην αρχική της μορφή, περιελάμβανε τον unplugged σχεδιασμό τετραγώνου στο δάπεδο και στη συνέχεια τη μεταφορά του στο λογισμικό. Επιδίωξη της ερευνήτριας ήταν οι μαθητές να εντοπίσουν κιναισθητικά την επανάληψη που εμπεριέχεται στο σχήμα και κατά τη μεταφορά του σχήματος στο λογισμικό, να δουν πως «μεταφράζεται» σε επαναλαμβανόμενα μοτίβα εντολών. Ωστόσο κατά την δημιουργία του σχήματος στο δάπεδο οι μαθητές σταματούσαν να κινούνται μόλις έκλεινε το σχήμα, χωρίς να συμπεριλαμβάνουν την τελευταία γωνία του τετραγώνου. Κατά τη μεταφορά στο λογισμικό οι μαθητές επίσης δεν αποτύπωναν την τελευταία γωνία του σχήματος (Εικόνα 26) και εντόπιζαν την επανάληψη μεμονωμένων εντολών π.χ. «η εντολή μ 100 επαναλαμβάνεται 4 φορές και η δ 90, τρεις» και όχι ομάδων εντολών.

```
μ 100  
δ 90  
μ 100  
δ 90  
μ 100  
δ 90  
μ 100
```

Εικόνα 26: Αρχική αποτύπωση του τετραγώνου με κώδικα

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η ερευνήτρια τροποποίησε την δραστηριότητα για να δείξει μια στρατηγική εντοπισμού μοτίβων επανάληψης πρώτα στον κώδικα και έπειτα να τα συσχετίσει με επαναλαμβανόμενα τμήματα του σχήματος.

Κατά την ανάλυση των δεδομένων του τρίτου μαθήματος η ερευνήτρια κωδικοποίησε τις έννοιες του: μοτίβου εντολών, γεωμετρικού μοτίβου και της εξωτερικής γωνίας.

ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-6

(μαθήτριες ομάδας 5)

Στη δεύτερη δραστηριότητα του μαθήματος, οι μαθητές έχοντας προηγουμένως εντοπίσει το μοτίβο των επαναλαμβανόμενων εντολών του τετραγώνου συντάσσουν εύκολα την εντολή επανάληψης για το σχήμα. Στο δεύτερο υποερώτημα καλούνται να εντοπίσουν εναλλακτικούς αλγορίθμους για το τετράγωνο. Οι μαθήτριες της ομάδας 5 κάνουν τον εξής διάλογο:

M51: Πως αλλιώς θα ζωγραφίζαμε ένα τετράγωνο;

M52: Όπως κάναμε στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.. άλλος αλγόριθμος για παράδειγμα είναι να στρίψουμε αλλιώς.. ας στρίψουμε αριστερά, μπροστά και πάλι αριστερά. Όπως είναι η εντολή, αν αντικαταστήσεις τη δεξιά στροφή με αριστερή, κάτσε να το γράψω. Να έτσι..

(γράφει στο χαρτί την εντολή «επανάλαβε 4[μ 100 α 90])

M51: Να το δοκιμάσω στο MaLT2, να δούμε τι θα βγάλει.

(οι μαθήτριες καταφέρνουν να σχεδιάσουν ένα συμμετρικό τετράγωνο)

M52: Καλό ε; Κάτσε να αλλάξουμε και την «μ» με την «π» για να πηγαίνει πίσω αντί μπροστά

M51: με ποια γωνία από τις δυο;

M52: και τις δυο.

(στο τέλος οι μαθητές έχουν σχεδιάσει τα τέσσερα συμμετρικά τετράγωνα της Εικόνας 27)

M51: τι λες να βάλουμε πρώτα να στρίβει και μετά να προχωράει ευθεία;

M52: για δεξ το σχήμα (αναπαριστά την δεξιά στροφή με το χέρι της), το ίδιο θα σχεδιάσει

M51: ναι, αλλά με άλλο αλγόριθμο, ας γράψουμε όλες τις εντολές πρώτα με στροφή και μετά με κίνηση

E: κορίτσια αν αλλάξετε και τις δύο εντολές του μοτίβου ταυτόχρονα με τις συμμετρικές τους, τι σχήμα θα σχεδιαστεί

M52: το τελείως αντίθετο (εννοεί αντιδιαμετρικό)

E: ωραία, μόλις τελειώσουν και οι άλλες ομάδες, θα παρουσιάσετε τη λύση σας στην τάξη

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

επανάλαβε 4 [μ 100 δ 90]
επανάλαβε 4 [μ 100 α 90]
επανάλαβε 4 [π 100 δ 90]
επανάλαβε 4 [π 100 α 90]



Εικόνα 27: Δημιουργία συμμετρικών τετραγώνων της ομάδας 5

Ανακαλύπτοντας την έννοια του μοτίβου εντολών στην 1η δραστηριότητα και αξιοποιώντας την έννοια της συμμετρικής εντολής από την κιναισθητική εμπειρία του πρώτου μαθήματος, οι μαθήτριες αναπτύσσουν μια δική τους στρατηγική. Αντικαθιστούν τις εντολές του μοτίβου μία τη φορά ή όλες μαζί με τις συμμετρικές τους, κατασκευάζοντας διαφορετικούς αλγορίθμους. Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες ομάδες που επαναλαμβάνουν τη στρατηγική της 1ης δραστηριότητας, δηλαδή ξεκινούν πρώτα από τον αλγόριθμο και έπειτα συντάσσουν τις εντολές του ως επανάληψη, η ομάδα 5 λειτουργεί πιο αφαιρετικά κατασκευάζοντας συμμετρικά μοτίβα εντολών απευθείας μέσα στη δομή επανάληψης, που αντιστοιχούν σε διαφορετικούς αλγορίθμους.

ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-7

(6 μαθητές της πρώτης ομάδας)

Στην δραστηριότητα του 8^{ου} μαθήματος, οι μαθητές σε 2 ομάδες των 6 ατόμων υλοποιούν κιναισθητικά, τον κώδικα του ανεμόμυλου που προγραμμάτισαν στο προηγούμενο μάθημα. Κάθε μαθητής της ομάδας αναπαριστά μια από τις διαδικασίες του ανεμόμυλου και προστάζει την οντότητα να κινηθεί κατάλληλα στο δάπεδο αφήνοντας το ίχνος της.

Η μαθήτρια M31 αναπαριστά για τη διαδικασία «φτερωτή» (Εικόνα 28) και καλεί τον μαθητή τρίγωνο (M61) για να σχεδιάσει το πρώτο της τρίγωνο. Όταν ο μαθητής M61, τελείωσε με το σχεδιασμό του τριγώνου, συνέχισε να εκτελείται σχεδιάζοντας το δεύτερο τρίγωνο, χωρίς να επιστρέψει τον έλεγχο στην φτερωτή. Ο μαθητής M61 απαντά σε σχετική ερώτηση της ερευνήτριας ότι δεν τερματίζει την εκτέλεσή του «για να γλιτώσουμε χρόνο και κάρτες κλήσης, αφού θα με ξανακαλέσει άλλες δύο φορές». Κανένας από τους δύο μαθητές δεν έχει αντιληφθεί το λάθος. Ο έλεγχος της ροής εκτέλεσης θα έπρεπε να επιστραφεί στη γονική διαδικασία της φτερωτής, αυτή να αλλάξει την κατεύθυνση της οντότητας εκτελώντας τη δεξιά στροφή που έπεται στο βρόχο και να καλέσει εκ νέου τη διαδικασία τρίγωνο. Η παρανόηση ότι κάθε εντολή εντός της επαναληπτικής δομής, επαναλαμβάνεται χωριστά από τις υπόλοιπες εντολές του βρόχου, είναι γνωστή στη βιβλιογραφία (Grover and Basu 2017). Μετά την παρέμβαση της ερευνήτριας οι υπόλοιποι μαθητές της ομάδας αντιλαμβάνονται το λάθος και καλούν τους δύο μαθητές να επαναλάβουν τον σχεδιασμό των τριγώνων της φτερωτής.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

ΓΙΑ φτερωτή | :πανιά
επαναλαβε :πανιά [τριγωνο :π δ 360/:πανιά]
ΤΕΛΟΣ

Εικόνα 28: Τμήμα κώδικα για την κατασκευή της φτερωτής

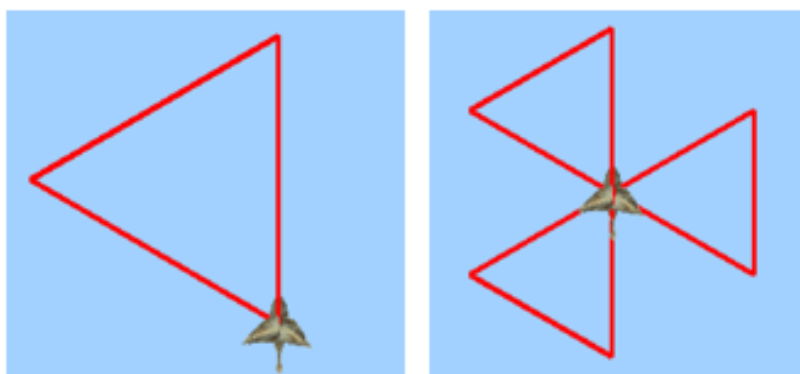
Το περιστατικό αυτό επιβεβαιώνει ότι η unplugged αναπαράσταση του αλγορίθμου, βοήθησε την ερευνήτρια στον εντοπισμό μιας παρανόησης που δεν αναδείχθηκε στο λογισμικό. Η ερευνήτρια δεν επενέβει για να διορθώσει αλλά για να ενεργοποιήσει τους μαθητές οι οποίοι στη συνέχεια κατέληξαν μόνοι τους στη σωστή διαδικασία εκτέλεσης του αλγορίθμου. Η unplugged προσέγγιση βοήθησε τους μαθητές να διαπιστώσουν το λάθος τους και επιπλέον να «σωματοποιήσουν» τη λύση του, αυξάνοντας την πιθανότητα να διατηρηθεί ως εμπειρία στη μνήμη τους για μεγάλο διάστημα.

ΧΡΗΣΗ ΧΕΙΡΑΠΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ - ΧΑΡΑΚΑ

Για την διατύπωση του αλγορίθμου του τριγώνου με επανάληψη οι μαθητές τροποποιούν την εντολή επανάληψης του τετραγώνου αλλάζοντας τον αριθμό των επαναλήψεων που αντιστοιχεί στον αριθμό των πλευρών του σχήματος και την γωνία των 90° σε 60° . Η ερευνήτρια στο σημείο αυτό επαναφέρει την έννοια της εξωτερικής γωνίας του πρώτου μαθήματος, υπενθυμίζοντας τη χρήση του χάρακα που κρατούσαν οι μαθητές καθώς διέγραφαν τη γωνία του σημείου Β της διαδρομής. Οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι κατά το σχεδιασμό του τριγώνου η οντότητα διαγράφει την εξωτερική-παραπληρωματική γωνία του σχήματος και αντικαθιστούν τη γωνία των 60° με αυτή των 120° .

ΧΡΗΣΗ ΧΕΙΡΑΠΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ -ΡΟΥΛΕΤΑ

Στο τέταρτο μάθημα οι μαθητές επαναλαμβάνουν τα σχήματα του τετραγώνου και του τριγώνου σε συνδυασμό με την αλλαγή θέσης ή κατεύθυνσης της οντότητας, για τη δημιουργία σύνθετων σχημάτων. Στο παράδειγμα της κατασκευής της φτερωτής του ανεμόμυλου (Εικόνα 29), οι μαθητές πρέπει να επαναλάβουν το ισόπλευρο τρίγωνο 3 φορές. Το μοτίβο της επανάληψης αποτελείται από το τρίγωνο και την αλλαγή κατεύθυνσης της οντότητας για τον σχεδιασμό του επόμενου τριγώνου.



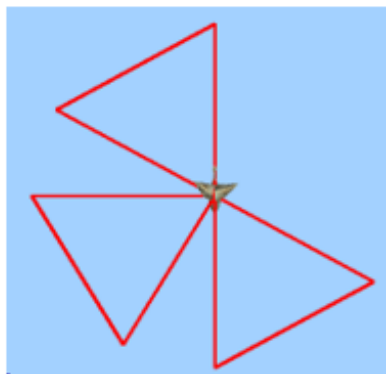
Εικόνα 29: Το τρίγωνο και η κατασκευή της φτερωτής

Οι μαθητές δυσκολεύονται να υπολογίσουν με μαθηματικό τρόπο την γωνία περιστροφής της οντότητας με αποτέλεσμα να πειραματίζονται με διάφορες γωνίες (Εικόνα 30)

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

ΓΙΑ τρίγωνο
επαναλαβε 3 [μ 100 α 120]
ΤΕΛΟΣ

τρίγωνο
α 90
τρίγωνο
α 90
τρίγωνο

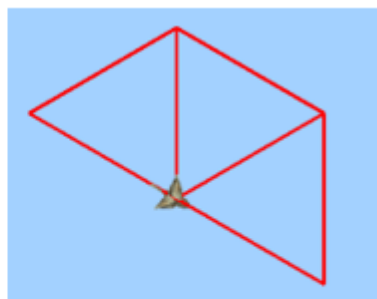


Εικόνα 30: Περιστροφή οντότητας με δοκιμή τυχαίας γωνίας

ή διαφορετική κατεύθυνση περιστροφής (Εικόνα 31).

ΓΙΑ τρίγωνο
επαναλαβε 3 [μ 100 α 120]
ΤΕΛΟΣ

τρίγωνο
δ 60
τρίγωνο
δ 60
τρίγωνο



Εικόνα 31: Περιστροφή οντότητας με δοκιμή αλλαγής κατεύθυνσης περιστροφής

Ακολουθεί ενδεικτικό περιστατικό με την ομάδα 4.

ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-8

(μαθήτριες ομάδας 4)

M41: ο αλγόριθμος του τριγώνου στρίβει αριστερά.. Άρα μετά το τρίγωνο πρέπει να στρίψουμε αριστερά αλλά πάνω από 60° για να μην πέσει το νέο τρίγωνο πάνω στο αρχικό, πόσο λες να στρίψω;

M42: δοκίμασε να στρίβεις 90° και μετά να καλείς το τρίγωνο

M41: (γράφει τον αλγόριθμο της Εικόνας 30)

Δε μου μοιάζει και πολύ με τη φτερωτή. Θέλει μεγαλύτερη γωνία. Τι λες να βάλω 100° ;

M42: όπως βλέπω το τρίγωνο και τη φτερωτή στο φύλλο εργασίας νομίζω ότι αν στρίβαμε δεξιά 60° , θα το πετυχαίναμε, για δοκίμασε το.

M41: (αλλάζει την κατεύθυνση και τη γωνία περιστροφής Εικόνα 31)

Φαινόταν σωστό, αλλά δε δουλεύει.

E: κορίτσια δοκιμάστε να χρησιμοποιήσετε τη ρουλέτα

M42: χρειαζόμαστε και τα 6 τρίγωνα;

E: χρησιμοποιείτε όσα τρίγωνα θέλετε και όπως νομίζετε

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η ερευνήτρια έχει εντοπίσει τη δυσκολία υπολογισμού της γωνίας περιστροφής από τη φάση της πιλοτικής έρευνας. Κατά τη διάρκειά της, μια ομάδα κοριτσιών εκτελούσαν διαδοχικά το μοτίβο «τριγωνο δ αριθμός». Δοκιμάζοντας διαφορετικές γωνίες στη θέση του «αριθμού», των οποίων αύξαναν σταδιακά το μέτρο π.χ. 30, 60, 90, 110, επιχειρούσαν να πετύχουν τη μη επικάλυψη των τριγώνων και την ομοιότητα με το ζητούμενο σχήμα. Στις 110°, το σχήμα στη σκηνή έμοιαζε πολύ με το ζητούμενο, οπότε σταμάτησαν να δοκιμάζουν και το υιοθέτησαν ως λύση. Βάσει αυτής της παρατήρησης,

η ερευνήτρια επινόησε ένα χειραπτικό αντικείμενο που οι μαθητές ονόμασαν «ρουλέτα» (ενότητα 4.3.4). Επιδίωξη της είναι οι μαθητές να κάνουν τη σύνδεση της έννοιας της περιστροφής της οντότητας με την έννοια του κύκλου, και να υπολογίζουν της γωνία περιστροφή κάνοντας πράξεις με βάση την γωνία των 360°. Μία από τις στρατηγικές που επινόησαν οι μαθητές ήταν να τοποθετήσουν τα έξι ισόπλευρα τρίγωνα στον κύκλο και στη συνέχεια να αφαιρέσουν τα τρία ενδιάμεσα, αναγάγοντας την περιστροφή του τριγώνου σε πράξεις με γωνίες.

5.1.3 Διαδικασία και μεταβλητή

Στην έννοια της διαδικασίας η ερευνήτρια κωδικοποίησε τη διαδικασία ως: επαναλαμβανόμενο μοτίβο εντολών, ως δομικό λίθο και ως αυτόνομο τμήμα κώδικα που δέχεται εισόδους, επιτελεί μια επεξεργασία και παράγει ένα αποτέλεσμα. Οι πιο συχνές δυσκολίες των μαθητών αφορούσαν:

- τη σύγχυση μεταξύ ορισμού και κλήσης μιας διαδικασίας,
- τον προσδιορισμό των παραμέτρων εισόδου,
- την ανάγκη εμφώλευσης διαδικασιών,
- το πέρασμα παραμέτρων με διαφορετικό όνομα μεταξύ των διαδικασιών

Στο πέμπτο μάθημα παρουσιάζεται η έννοια της διαδικασίας με παράμετρο και η διττή φύση της μεταβλητής. Οι μαθητές στη δεύτερη δραστηριότητα καλούνται να εξηγήσουν το λόγο που τα σύνθετα σχήματα τους δεν αλλάζουν με ενιαίο τρόπο και να προτείνουν λύση στο πρόβλημα. Οι περισσότεροι μαθητές μπορούν να πουν ότι αυτό συμβαίνει γιατί κάθε σχήμα «συνδέεται» με διαφορετική μεταβλητή. Δυο μαθήτριες, έχουν τον εξής ενδιαφέροντα διάλογο:

ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-9

(μαθήτριες ομάδας 4)

M41: *να σου πω μια ιδέα να μου πεις τη γνώμη σου; για παράδειγμα το τετράγωνο, δεν δημιουργείται από 4 διαφορετικά σχήματα; γιατί αυτά δεν αλλάζουν ξεχωριστά;*

M42: *σωστή παρατήρηση, να δούμε λίγο τις διαφορές στον κώδικα, μήπως βγάλουμε άκρη; βλέπεις; (δείχνει τον κώδικα της Εικόνας 32, στον συντάκτη του MaLT2).*

M41: *υπάρχουν διαφορές π.χ. η εντολή «μ» είναι μέσα στον ορισμό του τετραγώνου και δέχεται είσοδο μια μεταβλητή (δείχνει τον κώδικα στα αριστερά) ενώ τα τετράγωνα στη σκάλα είναι η κλήση της διαδικασίας με το 40 (τιμή 40).*

M42: *ε, και; Το 40 μπορεί να μεταβάλλεται αν θέλουμε.*

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

ΓΙΑ τετράγωνο :π
επαναλαβε 4[μ :π δ 90]
ΤΕΛΟΣ

τετράγωνο 40 μ 40
τετράγωνο 40 μ 40
τετράγωνο 40 μ 40
π 3*40

τετράγωνο 40

Εικόνα 32: Ορισμός της διαδικασίας τετράγωνο (αριστερά) και εντολές κατασκευής ανεμόσκαλας (δεξιά)

M41: όλα τα «μ».. (στον ορισμό της διαδικασίας τετράγωνο). Αυτό που καταλαβαίνω είναι ότι παίρνουν ότι τιμή πάρει η παράμετρος του τετραγώνου, βλέπεις; Στον ολισθητή εμφανίζεται μόνο μία παράμετρος «π» για το τετράγωνο, δεν μπορούμε να πειράξουμε τη μεταβλητή από κάθε «μ», άρα μάλλον για αυτό αλλάζουν μαζί. Ενώ στη σκάλα κάθε σκαλί έχει τον δικό του ολισθητή, αν κάνω τα σκαλιά με διαφορετικά μεγέθη, ο ολισθητής κρατάει άλλη τιμή για το κάθε ένα.

M42: μπερδεύτηκα.. κάθε «μ», δεν έχει δική του μεταβλητή;

M41: έχει.. αλλά παίρνει τιμή όχι από έμας αλλά από την παράμετρο του τετραγώνου με τη μία, ενώ στα τετράγωνα της σκάλας πρέπει να αλλάξουμε εμείς τιμή σε κάθε σκαλί χωριστά.. κατάλαβες; Θέμα ταχύτητας!!!

M42: Να το γράψουμε στο φύλλο εργασίας και τι να προτείνουμε;

M41: να μπουν όλα τα τετράγωνα της ανεμόσκαλας σε μια διαδικασία για να αλλάζουν μαζί.

Οι μαθήτριες στο συγκεκριμένο περιστατικό, αντιλαμβάνονται το ευθύγραμμο τμήμα και το τετράγωνο ως δομικούς λίθους του κάθε σχήματος και συνδέουν το καθένα με τη δική του μεταβλητή. Στον μεταβολέα παρατηρούν ενώ για το σχήμα του τετραγώνου εμφανίζεται ένας ολισθητής, για κάθε σκαλί της ανεμόσκαλας ο ολισθητής είναι διαφορετικός. Ο συνδυασμός της παρατήρησης του μεταβολέα και της γνώσης (σύνδεση σχήματος με μεταβλητή) που μεταφέρουν από την unplugged δραστηριότητα που προηγήθηκε, βοηθά τις μαθήτριες να καταλήξουν στο σωστό συμπέρασμα που για την ώρα περιγράφουν διαισθητικά, ως θέμα ταχύτητας.

5.1.4 Το σύνολο των εννοιών

Για τη διερεύνηση της νοηματοδότησης του συνόλου των εννοιών της διδακτικής παρέμβασης, δόθηκε στους 3 μαθητές της ομάδας εστίασης που πήραν μέρος στις συνεντεύξεις, το πρόβλημα της κατασκευής ενός αιολικού πάρκου. Κατά την ανάλυση των δεδομένων της δραστηριότητας η ερευνήτρια κωδικοποίησε ζητήματα σχετικά με:

- το πέρασμα των παραμέτρων μεταξύ των διαδικασιών του ανεμόμυλου,
- τη χρήση μεταβλητής για ποσότητες που μεταβάλλονται και ως μετρητή στη δομή επανάληψης,
- το μοτίβο επανάληψης,
- τη χρήση του μεταβολέα ως εργαλείο ελέγχου της κατασκευής και αποσφαλμάτωσης λογικών λαθών στον κώδικα.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Αρχικά οι μαθητές M62, M52, M32 διάβασαν τον έτοιμο κώδικα που τους δόθηκε (Εικόνα 33), προσπαθώντας να κατανοήσουν τον ρόλο κάθε παραμέτρου στις διαδικασίες. Έπειτα κάλεσαν τη διαδικασία ανεμόμυλος για να δουν το γραφικό της αποτέλεσμα.

```
ΓΙΑ ορθογωνιο :υψος :πλατος
επαναλαβε 2 [μ :υψος δ 90 μ :πλατος δ 90]
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ τριγωνο :πλ
επαναλαβε 3 [μ :πλ α 120 ]
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ σπιτι :π1 :π2
ορθογωνιο :π1 :π2
μ :π1 δ 90
τριγωνο :π2
α 90 π :π1
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ φτερωτη :μηκος :πανια
επαναλαβε :πανια [τριγωνο :μηκος δ
360/:πανια]
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ ανεμομυλος :α :β :πν
σπιτι :α :β
μ :α δ 90 μ :β/2 α 90
φτερωτη :β/2 :πν
α 90 μ :β/2 δ 90 π :α
ΤΕΛΟΣ
```

Εικόνα 33: Ο τροποποιημένος κώδικας που δόθηκε στους μαθητές στο πλαίσιο της συνέντευξης. Όλες οι υποδιαδικασίες έχουν διαφορετικά ονόματα παραμέτρων

ΠΕΡΑΣΜΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Οι μαθήτριες M52 και M32, απαντούν σε ερωτήσεις για το ρόλο των παραμέτρων της διαδικασίας ανεμόμυλος που θέτει η ερευνήτρια π.χ. τι αντιπροσωπεύει η παράμετρος «α» του ανεμόμυλου στην υποδιαδικασία «σπιτι»; Η στρατηγική που ακολουθούν βασίζεται στη θέση των παραμέτρων κατά την κλήση των υποδιαδικασιών. Για παράδειγμα η M52, εξηγεί ότι η παράμετρος «α» του ανεμόμυλου είναι το πρώτο όρισμα της διαδικασίας «σπιτι», στη συνέχεια ανατρέχει στον ορισμό της «σπιτι» και με το ίδιο σκεπτικό πίσω στον ορισμό της «ορθογώνιο» και απαντά ότι πρόκειται για το ύψος του σπιτιού στον ανεμόμυλο.

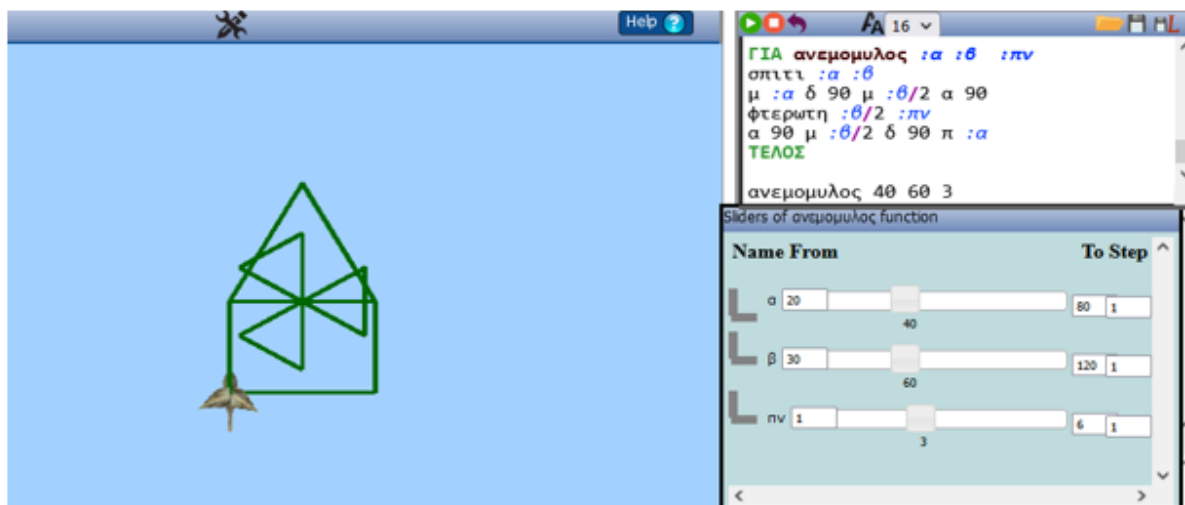
ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-10

(μαθητής M62)

Ο μαθητής M62 φαίνεται να διαβάζει για λίγο τον έτοιμο κώδικα, αλλά δεν απαντά αμέσως στην ίδια ερώτηση. Στη συνέχεια καλεί τη διαδικασία ανεμόμυλος ως εξής «ανεμομυλος 40 60 3». Τα συγκεκριμένα ορίσματα στην κλήση της διαδικασίας παράγουν το σχήμα της Εικόνας 34, στη σκηνή του λογισμικού. Η τιμή 40 αντιστοιχεί στο ύψος του σπιτιού και η τιμή 60 στο πλάτος του σπιτιού και την πλευρά του τριγώνου. Το αποτέλεσμα της

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

συγκεκριμένης κλήσης του ανεμόμυλου παράγει ένα πεπλατυσμένο σχήμα. Η ερευνήτρια προσπαθεί να κατανοήσει αν ο μαθητής έχει αντιληφθεί γιατί συμβαίνει αυτό.



Εικόνα 34: Κλήση και στιγμιότυπο της διαδικασίας «ανεμομυλος 40 60 3» από τον μαθητή M62

Ε: γιατί έβαλες μικρότερη τιμή στην πρώτη παράμετρο του ανεμόμυλου και μεγαλύτερη τιμή στη δεύτερη;

M62: κυρία βλέπετε;

(δείχνει τις παραμέτρους «α» και «β» στην κλήση διαδικασίας «σπιτι»).

Η τιμή 40 πάει (εννοεί αντιστοιχεί) στην παράμετρο «α» που είναι η πρώτη παράμετρος του σπιτιού και η τιμή 60 στην «β» που είναι η δεύτερη. Η τιμή 3, πάει στην παράμετρο «πν» που ξέρω τι είναι. Είναι τα πανιά της φτερωτής. Θέλω να δω τι είναι (εννοεί τι αντιπροσωπεύει) το α και το β στο «σπιτι».

M62: (καλεί τη διαδικασία και στη σκηνή σχεδιάζεται ο ανεμόμυλος της Εικόνας 34)

Βγήκε λίγο χαμηλοτάβανος χαχα...

(κάνει κλικ στο περίγραμμα του σπιτιού στη σκηνή και αρχίζει να μετακινεί τους ολισθητές των παραμέτρων «α» και «β», Εικόνα 35).

Εδώ βλέπουμε ότι η παράμετρος «α» αλλάζει το ύψος του σπιτιού και η «β» το πλάτος, άρα θα έπρεπε να βάλω πρώτα την τιμή 60 και μετά τη 40, όταν κάλεσα τον ανεμόμυλο για να βγει φυσιολογικό το σπίτι στη βάση του.

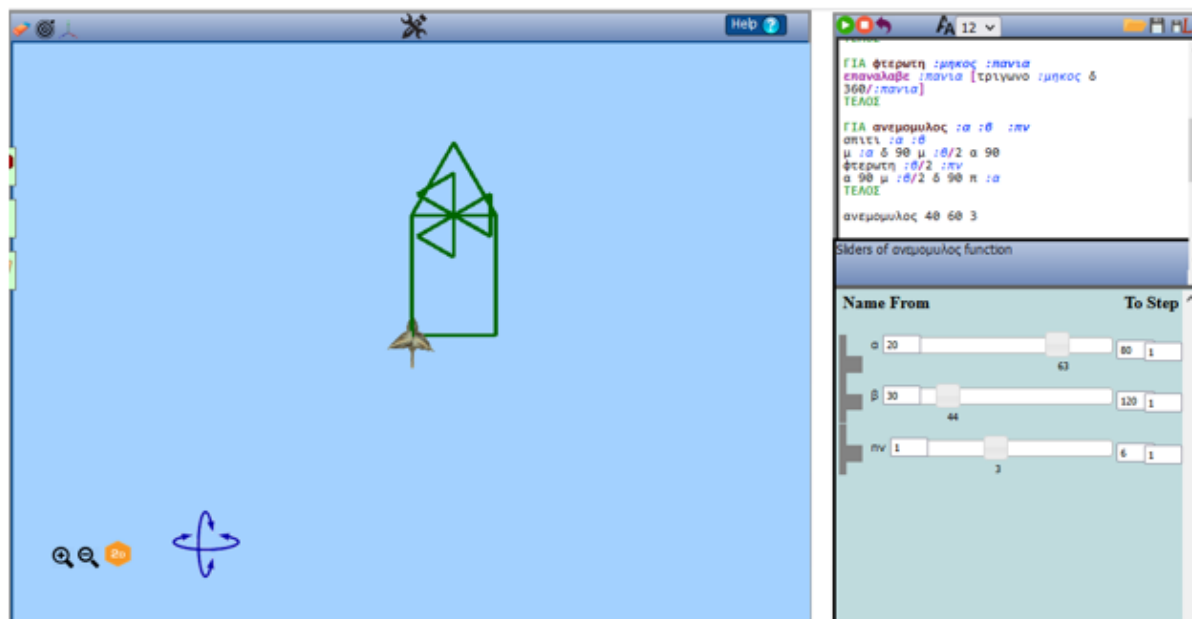
Ε: υπήρχε άλλος τρόπος να καταλάβεις σε ποιο μέγεθος αντιστοιχεί κάθε παράμετρος στο «σπιτι»;

M62: ναι από τον κώδικα της διαδικασίας «σπιτι» αλλά είναι πιο μπερδεμένο

Ε: τώρα, πιστεύεις ότι μπορείς να εξηγήσεις το ρόλο των παραμέτρων στις υπόλοιπες διαδικασίες;

M62: ναι, το ορθογώνιο με δυσκόλεψε

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού



Εικόνα 35: Αλλαγή τιμών στις παραμέτρους «α» και «β» στο σμιμιότυπο της διαδικασίας «ανεμομυλος 40 60 3» από τον μαθητή M62

Ο μαθητής στο περιστατικό αυτό προσπαθεί να κατανοήσει το ρόλο των παραμέτρων της διαδικασίας «ανεμομυλος». Η δυσκολία του εντοπίζεται στο ρόλο των παραμέτρων στην υποδιαδικασία «σπιτι». Ενώ αρχικά διαβάζει τον έτοιμο κώδικα, δεν μπορεί να απαντήσει στην ερώτηση που του τέθηκε. Έτσι επινοεί την εξής στρατηγική: καλεί τη διαδικασία του ανεμόμυλου δίνοντας τυχαίες τιμές στις δύο πρώτες παραμέτρους και στη συνέχεια χρησιμοποιεί τους ολισθητές για να μεταβάλλει τις τιμές που έδωσε αρχικά και να δει ποια δυναμική αλλαγή προκαλεί η κάθε μία στο σχήμα. Τελικά καταλήγει στο σωστό συμπέρασμα. Στο περιστατικό αυτό ο μαθητής χρησιμοποιεί το δυναμικό χειρισμό των παραμέτρων και πειραματίζεται με τους ολισθητές προκειμένου να καταλήξει σε συμπεράσματα για το ρόλο κάθε παραμέτρου στις υποδιαδικασίες του ανεμόμυλου.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΩΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ

Στη συνέχεια όλοι οι μαθητές επιχειρούν να κατασκευάσουν μια νέα διαδικασία για τη δημιουργία του αιολικού πάρκου. Αντιλαμβάνονται ότι για να σχεδιάζουν μεταβαλλόμενο αριθμό ανεμόμυλων στη σειρά, θα χρειαστεί να επαναλαμβάνουν τον κώδικα του ανεμόμυλου, χρησιμοποιώντας μεταβλητή στη θέση του μετρητή.

ΜΟΤΙΒΟ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

Οι μαθητές M52 και M32 κάνουν δυνατά (think aloud) τη σκέψη ότι θα πρέπει να μετακινούν την οντότητα κατάλληλα μετά τον σχεδιασμό κάθε ανεμόμυλου ώστε να μην υπάρχει επικάλυψη. Παρόμοια προβλήματα έχουν επιλύσει στο 6^ο μάθημα, κατά την κατασκευή της ανεμόσκαλας και της φτερωτής.

ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-11

(μαθητής M62)

Ο μαθητής M62, δεν το αντιλαμβάνεται εξαρχής και κατασκευάζει τη διαδικασία «αιολικο» (Εικόνα 36), χρησιμοποιώντας τη μεταβλητή «φορες» ως μετρητή στην επανάληψη, για

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

να μεταβάλλει τον αριθμό των ανεμόμυλων στο πάρκο. Στη συνέχεια καλεί τη διαδικασία ως εξής: «αιολικό 60 40 4 3». Το γραφικό αποτέλεσμα στη σκηνή του λογισμικού τον προβληματίζει.

M62: Ωχ, εδώ κάτι πάει στραβά. Αντί για τρεις ανεμόμυλους που του είπα, σχεδιάζει μόνο έναν.

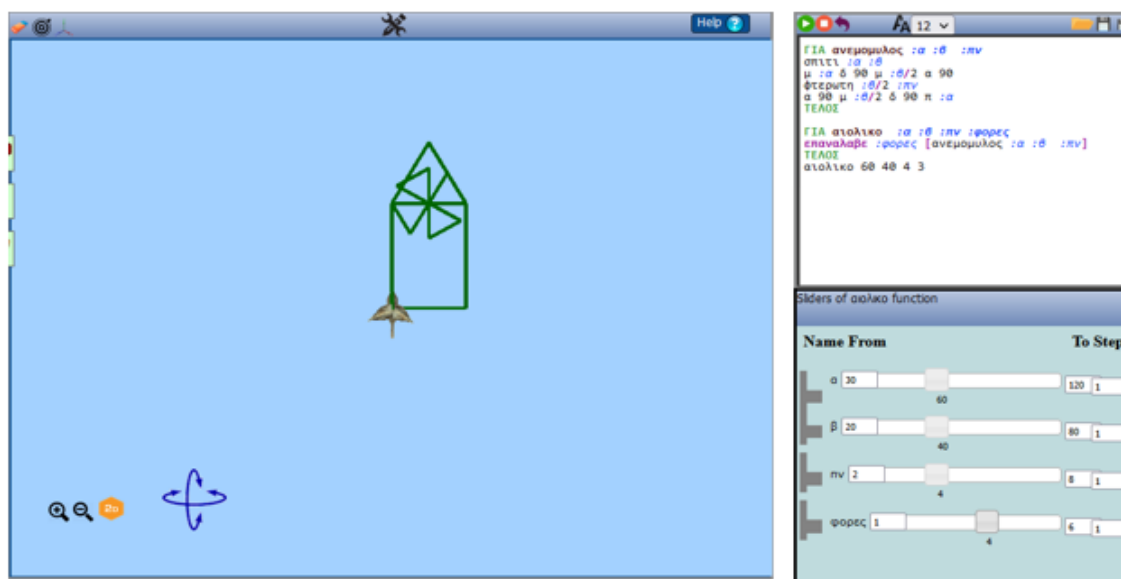
(εμφανίζει τον μεταβολέα κάνοντας κλικ στο περίγραμμα του ανεμόμυλου (Εικόνα 36) και μεταβάλλει τις τιμές της μεταβλητής «φορες», χωρίς αποτέλεσμα)

E: Η διαδικασία σου δουλεύει πάντως.. έχει ένα αποτέλεσμα αλλά όχι αυτό που θέλουμε.

M62: Αν το ζωγράφισα στο δάπεδο.. Αυτό το πρόβλημα μου θυμίζει το θέμα που είχαμε στο προηγούμενο μάθημα, όταν ζωγραφίζαμε στο δάπεδο τα τρίγωνα της φτερωτής. Έπρεπε πρώτα να κάνουμε το πρώτο τρίγωνο, μετά να επιστρέψουμε (εννοεί τον έλεγχο) στη διαδικασία της φτερωτής, να στρίψουμε και να ξανακαλέσουμε τη διαδικασία τρίγωνο, μέσα στην επανάληψη. Νομίζω ότι βρήκα τι φταίει. Ζωγραφίζει τέσσερις ανεμόμυλους τον έναν πάνω στον άλλον γιατί δεν μετακινώ το περιστέρι.

E: δοκίμασε να το μετακινήσεις, σε ποιο σημείο θα το κάνεις;

M62: Μέσα στην επανάληψη, μετά τον ανεμόμυλο θα το βάλω να μετακινείται.



Εικόνα 36: Η αρχική διαδικασία για το αιολικό πάρκο του μαθητή M62

Στο περιστατικό αυτό ο μαθητής M62 βρίσκει τη λύση επαναφέροντας στη μνήμη του ένα αντίστοιχο θέμα που είχε αντιμετωπίσει η ομάδα του στο 8^ο μάθημα (κρίσιμο-περιστατικό 7). Αυτό που έχει αξία να επισημανθεί στο συγκεκριμένο περιστατικό είναι ότι, ο μαθητής αναζητά μεταξύ των διαθέσιμων αναπαραστάσεων για να βρει τη λύση. Η συμβολική και η σχηματική αναπαράσταση δεν βοηθούν εξ αρχής. Γρήγορα διαπιστώνει ότι ο δυναμικός χειρισμός μέσω του μεταβολέα αυτή τη φορά, επίσης δεν τον βοηθάει. Έτσι ανατρέχει στην σωματική μεταφορά (body syntonic), προσπαθώντας να σκεφτεί πως θα ζωγράφιζε τον ανεμόμυλο με το σώμα του στο δάπεδο (το έκανε με την ομάδα του στο προηγούμενο μάθημα), προκειμένου να μεταφέρει την κίνηση στο λογισμικό. Δεν μένει όμως ούτε στη

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

σωματική μεταφορά γιατί έχει στη διάθεσή του μια αντίστοιχη κιναισθητική αναπαράσταση. Οι κιναισθητικές αναπαραστάσεις, διατηρούνται στη μνήμη για μεγάλο χρονικό διάστημα (Rodríguez et. al., n.d.), ως κάτι που ο μαθητής έχει βιώσει. Έτσι παρά το γεγονός ότι πολλές φορές στα προηγούμενα μαθήματα είχε επισημανθεί το θέμα της κατάστασης της οντότητας πριν τον σχεδιασμό του επόμενου σχήματος στη σειρά, ο μαθητής φαίνεται να τη νοηματοδοτεί όταν το βιώνει στην πράξη.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ

Οι μαθητές χρησιμοποιούν τα χέρια τους για να αναπαραστήσουν τη μετακίνηση της οντότητας στο κατάλληλο σημείο για τον σχεδιασμό του επόμενου ανεμόμυλου.

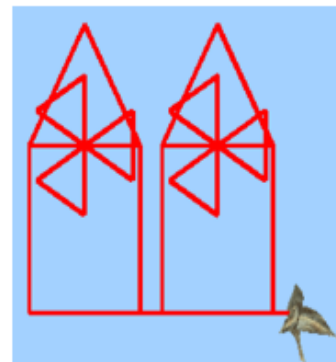
ΚΡΙΣΙΜΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ-12

(μαθητές M32, M52, M62)

Αρχικά μόνο η M52 εντοπίζει την αιτία εμφάνισης της οριζόντιας γραμμής μεταξύ των ανεμόμυλων (Εικόνα 37) και χειρίζεται την πένα κατάλληλα (εντολές σπ, σκ) ώστε να την εξαλείψει. Η μαθήτρια στην πρώτη της προσπάθεια χρησιμοποιεί σταθερό αριθμό βημάτων στην εντολή «μ 60», που μετακινεί την οντότητα κατάλληλα πριν το σχεδιασμό του δεύτερου ανεμόμυλου στη σειρά. Η τιμή 60 υπολογίστηκε σε συνάρτηση με την τιμή 50 που έχει δώσει στο πλάτος του ανεμόμυλου (Εικόνα 37).

ΓΙΑ αιολικό :α :β :ν :πν
επαναλαβε :ν [ανεμομυλος :α :β :πν
δ 90 μ 60 α 90]
ΤΕΛΟΣ

αιολικό 60 50 2 3

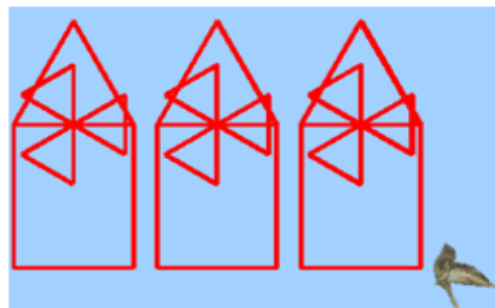


Εικόνα 37: Η αρχική λύση της μαθήτριας M52

Στη συνέχεια αυξάνει την τιμή της μεταβλητής «ν» που αντιπροσωπεύει το πλήθος των ανεμόμυλων σε 3 και παρατηρεί ότι η απόσταση μεταξύ τους διατηρείται σωστή (Εικόνα 38).

ΓΙΑ αιολικό :α :β :ν :πν
επαναλαβε :ν [ανεμομυλος :α :β :πν
σπ δ 90 μ 60 α 90 σκ]
ΤΕΛΟΣ

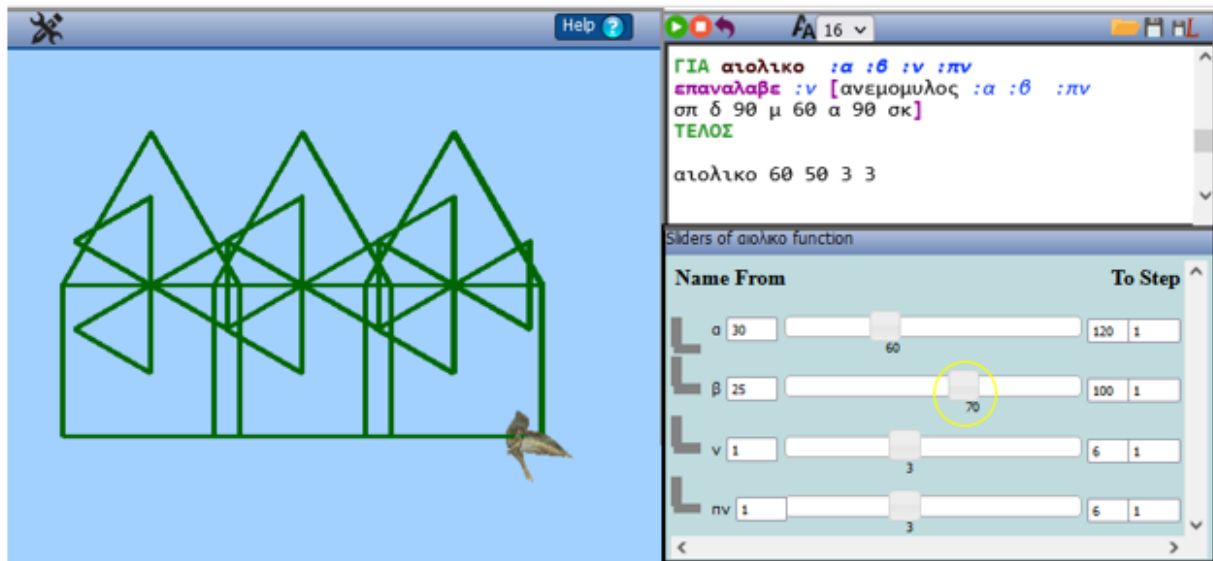
αιολικό 60 50 3 3



Εικόνα 38: Κλήση της διαδικασίας αιολικό από την μαθήτρια M52, με περισσότερους ανεμόμυλους, η απόσταση μεταξύ τους διατηρείται

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Στον τελευταίο έλεγχο μεγεθύνει το αιολικό πάρκο αλλάζοντας τις τιμές των παραμέτρων με τους ολισθητές. Μεταβάλλοντας την τιμή της παραμέτρου «β» (Εικόνα 39), που αντιστοιχεί στο πλάτος των ανεμόμυλων, διαπιστώνει ότι επικαλύπτονται.

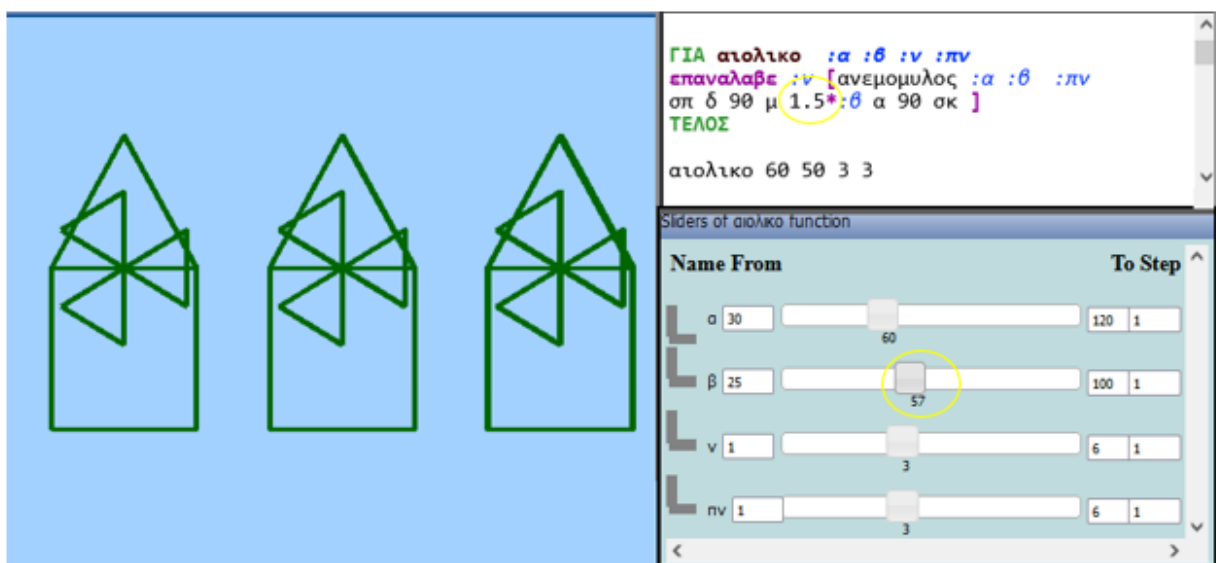


Εικόνα 39: Μεγέθυνση του πάρκου από την μαθήτρια M52 με τον ολισθητή «β». Οι ανεμόμυλοι επικαλύπτονται

Αυτό την οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η απόσταση μεταξύ των ανεμόμυλων πρέπει να είναι συνάρτηση της παραμέτρου «β» και αλλάζει την κλήση της εντολής σε «μ 1.5* :β» (Εικόνα 40).

Ε: γιατί υπάρχει επικάλυψη κατά τη γνώμη σου;

M52: λογικό αφού αλλάζουν οι διαστάσεις του ανεμόμυλου πρέπει να μεταβάλλεται και η απόσταση μεταξύ τους, θα βάλω μεταβλητή.



Εικόνα 40: Μεγέθυνση του πάρκου από την μαθήτρια M52, με χρήση μεταβλητής για τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ των ανεμόμυλων

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Οι μαθητές M32 και M62, χρησιμοποιούν επίσης σταθερό αριθμό βημάτων στην εντολή «μ». Φθάνοντας στο σημείο της Εικόνας 39 θεωρούν ότι ο αλγόριθμός τους είναι σωστός χωρίς να κάνουν τον έλεγχο της μεγέθυνσης του σχήματος. Η ερευνήτρια επεμβαίνει:

M32: κυρία βρήκα το μοτίβο που επαναλαμβάνεται και βγαίνει σωστό το σχήμα, δείτε.

E: μπορείς να το μεγεθύνεις να δούμε αν σχεδιάζεται σωστά για όλες τις τιμές των παραμέτρων;

M32: Α.. όπως κάναμε και στην ανεμόσκαλα.. ένα λεπτό να εμφανίσω τους ολισθητές.
(αρχίζει να αλλάζει τιμές στις παραμέτρους μέσω των ολισθητών)

Ναι. έχετε δίκιο η παράμετρος «β», δηλαδή το πλάτος του ανεμόμυλου προκαλεί προβλήματα.

E: μπορείς να πεις ποιες τιμές του «β» δημιουργούν πρόβλημα;

M32: Ναι όταν το «β» γίνει μεγαλύτερο από το την απόσταση που έβαλα μεταξύ των ανεμόμυλων, πέφτει ο ένας πάνω στο άλλον, Άρα η απόσταση πρέπει να μεταβάλλεται όταν μεταβάλλεται το «β». Θα βάλω μεταβλητή στην εντολή «μ» κάπως έτσι: «μ β+10»

Ο μαθητής M62 έχει βρει το σωστό μοτίβο επανάληψης για το αιολικό πάρκο. Όταν του ζητείται να μεγεθύνει το σχήμα αντιλαμβάνεται το πρόβλημα της επικάλυψης αλλά προσπαθεί να λύσει το πρόβλημα όχι σε επίπεδο αλγορίθμου, αλλά σε επίπεδο κώδικα, γεγονός που τον εμποδίζει να γενικεύσει τη λύση.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Εισαγωγή

Ο προγραμματισμός αποτελεί βασικό συστατικό των προγραμμάτων σπουδών παγκοσμίως, ωστόσο για τους αρχάριους είναι μία σύνθετη δραστηριότητα. Οι δυσκολίες των μαθητών οφείλονται στα αδύναμα νοητικά μοντέλα και την επιφανειακή κατανόηση των βασικών προγραμματιστικών εννοιών. Οι Grover et. al. (2015), αναφέρουν ότι κάποιες έννοιες δημιουργούν περισσότερες δυσκολίες στους μαθητές σε σύγκριση με άλλες, ενώ ορισμένες από αυτές αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως έννοιες κατωφλίου (threshold concepts), λόγω της σημασίας που έχει η κατανόησή τους για την εκμάθηση του προγραμματισμού. Ο παραδοσιακός τρόπος διδασκαλίας δεν αντιμετωπίζει το πρόβλημα καθώς επικεντρώνεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων, τα τυπικά εργαλεία εστιάζουν αποκλειστικά στην εκμάθηση κώδικα, ενώ δημοφιλή περιβάλλοντα, όπως το Scratch, δεν εξυπηρετούν πάντα τη διδακτική στόχευση (Grover & Pea, 2013· Meerbaum-Salant et. al., 2013). Τέλος, οι δραστηριότητες στα παραδοσιακά στα μαθήματα προγραμματισμού μέχρι πρότινος, περιορίζονταν συνήθως σε κλειστές ασκήσεις για τη διδασκαλία των προγραμματιστικών δομών ή στον ελεύθερο προγραμματισμό ψηφιακών έργων. Η έρευνα στο χώρο της Διδακτικής του Προγραμματισμού, κινείται γύρω από την αναζήτηση νέων εργαλείων και καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων αλλά ως επί το πλείστον εξάγει συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητά τους, κυρίως μέσω μετρήσιμων αποτελεσμάτων. Ως εκ τούτου, υπάρχει ένα σημαντικό ερευνητικό κενό όσον αφορά την περιγραφή και ερμηνεία του νοήματος που αποδίδουν οι μαθητές στις προγραμματιστικές έννοιες καθώς και του τρόπου που τις εφαρμόζουν κατά την επίλυση προβλημάτων (Qian & Lehman, 2017).

Η παρούσα ερευνητική εργασία επιχείρησε να υποστηρίξει την πρώιμη εννοιολογική ανάπτυξη των μαθητών και έπειτα να εντοπίσει και να περιγράψει κάποια από τα νοήματα που απέδωσαν στις έννοιες ενδιαφέροντος, μελετώντας τη δραστηριότητά τους στο πλαίσιο μιας εναλλακτικής προσέγγισης του προγραμματισμού. Η προσέγγιση που υιοθετήθηκε αφορά στο συνδυασμό δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» τη χρήση υπολογιστή. Στις δραστηριότητες χωρίς υπολογιστή η ερευνήτρια συγκαταλέγει εκτός από τα παιχνίδια ρόλων, την απλή επίδειξη ή την (hands-on) εμπλοκή με τις έννοιες μέσω της χρήσης χειραπτικών μέσων, καθώς και τις δραστηριότητες προγραμματισμού στο χαρτί. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της έρευνας είναι η εφαρμογή της unplugged διδακτικής προσέγγισης του προγραμματισμού, πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας των δραστηριοτήτων στο προγραμματιστικό περιβάλλον, για την κινητοποίηση, τον εντοπισμό παρανοήσεων και δυσκολιών, την υποστήριξη των μαθητών και τη διερεύνηση των νοητικών διαδικασιών τους κατά την επίλυση προβλημάτων. Η ερευνήτρια σχεδίασε δραστηριότητες «χωρίς» υπολογιστή, με στόχο την εξερεύνηση των εννοιών και «με» υπολογιστή, για την εισαγωγή στις προγραμματιστικές δομές που συνδέονται με αυτές. Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων, έγινε με γνώμονα τη διατήρηση της ισορροπίας ανάμεσα στην διερεύνηση και την καθοδήγηση, την παροχή πολλαπλών αναπαραστάσεων για τις έννοιες και την αποσύνδεση του προγραμματισμού από την αποκλειστική εκμάθηση κώδικα. Για την βαθύτερη πρόσβαση στις έννοιες, η ερευνήτρια αξιοποίησε τις διασυνδεδεμένες

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

λειτουργικότητες του διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού MaLT2, προορισμένου εξαρχής για μαθηματική δραστηριότητα στο πεδίο της δυναμικής γεωμετρίας. Ο συνδυασμός απτών αναπαραστάσεων και πολλαπλών μορφών απεικόνισης των εννοιών στο λογισμικό, τις κατέστησε ορατές στους μαθητές προσφέροντας τους νέες δυνατότητες αλληλεπίδρασης με αυτές.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί η αξία της πιλοτικής εφαρμογής του διδακτικού σχεδιασμού, που προσέφερε σημαντικές πληροφορίες για το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών και τις δυσκολίες που αντιμετώπιζαν οδηγώντας στον επανασχεδιασμό του και επιπλέον, αποτέλεσε πηγή έμπνευσης για την επινόηση νέων χειραπτικών μέσων ή τρόπων υποστήριξης των μαθητών.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που μελετήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αφορούσαν στα νοήματα που εκφράζουν οι μαθητές για βασικές έννοιες του εισαγωγικού προγραμματισμού και τον τρόπο που τις εφαρμόζουν καθώς προγραμματίζουν γεωμετρικά σχήματα. Πιο συγκεκριμένα μελετήθηκαν οι έννοιες του αλγορίθμου, της επανάληψης, της μεταβλητής και της διαδικασίας. Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα εξετάζει την αλληλεπίδραση των πολλαπλών αναπαραστάσεων που προσφέρουν τα δύο πλαίσια, προγραμματιστικό και unplugged, στη νοηματοδότηση των εννοιών. Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα διερευνά τον τρόπο χρήσης των διασυνδεδεμένων λειτουργικοτήτων του λογισμικού κατά την εμπλοκή με τις έννοιες, στο λογισμικό.

Τα ψηφιακά δομήματα των μαθητών δεν εξετάστηκαν για την ορθότητά τους αλλά σε σχέση με τις ιδέες που διαμόρφωσαν οι μαθητές για τις έννοιες και τις στρατηγικές επίλυσης προβλήματος που επινόησαν, κατά την κατασκευή τους. Πιο κάτω παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη μελέτη της συνολικής δραστηριότητας των μαθητών, ανά έννοια. Για την αποφυγή άσκοπων επαναλήψεων δεν γίνεται ρητή αναφορά στο είδος των αναπαραστάσεων που χρησιμοποιήθηκαν κάθε φορά από τους μαθητές, όταν αυτό εξάγεται εύκολα από την περιγραφή νοηματοδότησης της έννοιας. Τέλος αν και δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης της παρούσας έρευνας, θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθεί το υψηλό ποσοστό εμπλοκής των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια της.

6.2 Η έννοια του αλγορίθμου

Οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με την έννοια του αλγορίθμου στο εισαγωγικό μάθημα της σειράς μαθημάτων. Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας μετέτρεψαν τις κινήσεις τους στο δάπεδο σε οδηγίες αλγορίθμου, ακολουθώντας τον τυπικό κύκλο παρατήρησης-υπόθεσης-πρόβλεψης-δοκιμής-ανάλυσης, της επιστημονικής μεθόδου πειραματισμού. Η διαδικασία αυτή έθεσε τις βάσεις ώστε μετέπειτα η πλειονότητα των μαθητών αντιμετώπιζε τα προβλήματα των δραστηριοτήτων ως αλγορίθμους προς ανακάλυψη, αποσυνδέοντας την επίλυση τους από την κωδικοποίηση (Lidtke & Zhou, 1999). Στην unplugged προσέγγιση ο αλγόριθμος δεν εξηγείται στους μαθητές, αλλά συνήθως δίνεται ένα πρόβλημα και οι μαθητές διερευνούν μόνοι τους πιθανούς αλγόριθμους για την επίλυση του.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Όπως προέκυψε από την ανάλυση των δεδομένων, οι μαθητές μετέφεραν στη συνέχεια την κιναισθητική τους εμπειρία στο λογισμικό.

Χρησιμοποίησαν εναλλακτικούς αλγορίθμους όταν, συναντούσαν δυσκολίες κατά την επίλυση ενός προβλήματος π.χ. όταν δυσκολεύονταν με τον υπολογισμό της γωνίας περιστροφής της οντότητας ή όταν η δραστηριότητα το απαιτούσε ή προκειμένου να διατυπώσουν τις λύσεις τους με πιο σύντομο τρόπο.

Σε αντίθεση με τους μαθητές που συμμετείχαν στην πιλοτική έρευνα, δεν αντιμετώπισαν προβλήματα εξοικείωσης με την αυστηρή σύνταξη της γλώσσας προγραμματισμού π.χ. δεν παρέλειπαν να καθορίσουν εισόδους στις εντολές π.χ. «δ 90», να προσθέτουν το σημείο της άνω και κάτω τελείας πριν από το όνομα μιας μεταβλητής ή να προσέχουν θέματα τονισμού των λέξεων

Εκτός από τα λάθη στη σύνταξη του κώδικα γνώριζαν για τα λάθη στη λογική του αλγορίθμου. Έτσι εξοικειώθηκαν γρήγορα με τεχνικές αποσφαλμάτωσης σε επίπεδο κώδικα όταν το γραφικό αποτέλεσμα στη σκηνή δεν ήταν το επιθυμητό και έμαθαν να δοκιμάζουν τους αλγορίθμους τους ως προς την ορθότητά τους για διαφορετικές τιμές δεδομένων με τη βοήθεια μεταβολέα του λογισμικού (debugging), ακόμη και αν η γραφική αναπαράσταση του κώδικα έμοιαζε σωστή αρχικά. Η αποσφαλμάτωση προσεγγίστηκε ως μια διαδικασία που εφαρμόζουν οι επαγγελματίες προγραμματιστές γεγονός που φάνηκε να ενθαρρύνει τους μαθητές στην αναζήτηση του λάθους και να αποτρέπει σε μεγάλο βαθμό το αίσθημα της απογοήτευσης. Τέλος, οι μαθητές συνειδητοποίησαν εξαρχής ότι η νοημοσύνη του υπολογιστή περιορίζεται στη νοημοσύνη που του μεταφέρει ο αλγόριθμος και έμαθαν να αναλαμβάνουν την «ευθύνη» του λάθους αποτελέσματος.

6.3 Η έννοια της επανάληψης

Τα περισσότερα κρίσιμα συμβάντα αφορούσαν στην έννοια της επανάληψης. Η ερευνήτρια αποδίδει το γεγονός, στην άμεση σχέση της επανάληψης στις δραστηριότητες της έρευνας με έννοιες των μαθηματικών όπως η γωνία ή ο εντοπισμός μοτίβων. Μία πιθανή αιτία μπορεί να είναι επίσης ότι η unplugged προσέγγιση της έννοιας έγινε αποκλειστικά στο χαρτί (Εφόπουλος, 2005) ή τη με χρήση χειραπτικών μέσων και όχι με παιχνίδι ρόλων. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι, οι μαθητές σταδιακά:

- μπορούσαν να αντιληφθούν το σημείο που εμπεριείχε επανάληψη σε ένα πρόβλημα
- συσχέτιζαν επαναλαμβανόμενα μοτίβα κώδικα με γεωμετρικά μοτίβα επανάληψης στη σκηνή και αντίστροφα
- εντόπιζαν με μεγαλύτερη ευκολία γεωμετρικά μοτίβα, ή μοτίβα εντολών ή τα κατασκεύαζαν, προκειμένου να συντάξουν μια εντολή επανάληψης π.χ. για το σχεδιασμό του ορθογωνίου παραλληλογράμμου

Για τη νοηματοδότηση της γωνίας περιστροφής, οι μαθητές χρησιμοποίησαν το χειραπτικό αντικείμενο της ρουλέτας. Συνέδεσαν έτσι την αναπαράσταση της τοποθέτησης σχημάτων σε κύκλο με την γωνία των 360° και τη μετέφεραν στον κώδικα ως πράξεις με γωνίες.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Η κιναισθητική αποτύπωση του επαναληπτικού σχεδιασμού των τριγώνων της φτερωτής στο δάπεδο, αποκάλυψε μια συχνή παρανόηση των μαθητών που αφορά στη μη ομαδοποίηση των ενεργειών εντός του επαναληπτικού βρόχου (Grover and Basu 2017).

6.4 Η έννοια της μεταβλητής

Οι μαθητές στα προγράμματα τους χρησιμοποίησαν την μεταβλητή ως μετρητή σε εντολές επανάληψης, ως παράμετρο κατά την κλήση διαδικασιών και ως όρισμα μιας διαδικασίας. Σταδιακά:

- κατάφεραν να ενημερώνουν τις εντολές εντός μιας διαδικασίας με την κατάλληλη παράμετρο στην είσοδο της διαδικασίας
- να εντοπίζουν με τη βοήθεια του μεταβολέα κατασκευαστικά λάθη στα σχήματα τους και να μετατρέπουν σταθερές ποσότητες στον κώδικά τους σε μεταβλητές, για τον σωστό επανασχεδιασμό των κατασκευών τους.

Η χρήση της μεταφοράς του κουτιού για την έννοια της μεταβλητής και η σύνδεση ενός στιγμιότυπου εκτέλεσης μιας διαδικασίας, με τις δικές του μεταβλητές (η παραδοχή στην οποία προχώρησε η ερευνήτρια σε αυτό το θέμα, αναφέρεται στην περιγραφή της εισαγωγικής δραστηριότητας του 5ου μαθήματος), βοήθησε τους μαθητές να νοηματοδοτήσουν:

- τις ιδιότητες της μεταβλητής,
- την ανάγκη εμφώλευσης των διαδικασιών,
- το θέμα της κοινής ονομασίας παραμέτρων διαφορετικών διαδικασιών (ως συνέπεια της τοπικής τους εμβέλειας εντός μιας διαδικασίας).

Η απτή (και όχι νοητή) αναπαράσταση της μεταβλητής κουτί σε συνδυασμό με την απεικόνιση της τιμής της στον ολισθητή του λογισμικού, απέτρεψε παρανοήσεις που σχετίζονται με τη μεταβλητή ως θέση μνήμης π.χ. πολλαπλές τιμές ή διαγραφή της τιμής της κατά τη ανάθεση της σε άλλη μεταβλητή.

6.5 Η έννοια της διαδικασίας

Κατά την ανάλυση των δεδομένων για την έννοια της διαδικασίας προέκυψε ότι, οι μαθητές την συνέδεσαν με τις πρακτικές της γενίκευσης, της αποδόμησης και του αρθρωτού προγραμματισμού. Συγκεκριμένα ερμήνευσαν τη διαδικασία, ως:

- εντολή με εισόδους, που μπορεί να εκτελεί υπολογισμούς και να παράγει ένα αποτέλεσμα (γραφικό στην παρούσα έρευνα),
- επαναλαμβανόμενο τμήμα εντολών που συμπεριφέρεται ως αυτόνομη οντότητα,
- δομικό λίθο για τη δημιουργία πιο σύνθετων κατασκευών.

και το πέρασμα των τιμών των παραμέτρων μεταξύ διαδικασιών, ως μηχανισμό δόμησης συμπαγών γραφικών κατασκευών (που συμπεριφέρονται ως ολότητα), από τη σύνθεση επιμέρους σχημάτων.

Ο συνδυασμός της unplugged αναπαράστασης του μηχανισμού περάσματος παραμέτρων (8ο μάθημα) και της αντιστοίχισης ενός στιγμιότυπου εκτέλεσης μιας διαδικασίας με τη μεταβλητή του ως θέση μνήμης (5ο μάθημα), απέτρεψε τους μαθητές

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

από την παρανόηση της αυτόματης μεταβίβασης τιμών μεταξύ διαδικασιών που χρησιμοποιούν κοινά ονόματα παραμέτρων.

6.6 Γενικά συμπεράσματα

Ο παρόν διδακτικός σχεδιασμός επιχείρησε να συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση δύσκολων προγραμματιστικών εννοιών με απώτερο στόχο τη μεταφορά τους σε νέα προβλήματα και μελλοντικά, σε διαφορετικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα. Οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν, στοχεύουν στην καλλιέργεια της διαδικαστικής γνώσης του «γιατί» επιλέγεται μια λύση ή παροτρύνουν τους μαθητές να προβληματιστούν για το «πώς» θα λύσουν ένα πρόβλημα και να μην αρκούνται σε λύσεις που δεν αποτελούν προϊόν σκέψης π.χ. προκύπτουν από δοκιμές στον κώδικα.

Οι μαθητές σταδικά απαγκιστρώθηκαν από τις απτές unplugged αναπαραστάσεις. Για παράδειγμα ενώ αρχικά παρατηρήθηκε το φαινόμενο κάποιοι μαθητές να σηκώνονται από το θρανίο τους για να εκτελέσουν έναν αλγόριθμο με το σώμα τους στο δάπεδο, σταδιακά άρχισαν να λειτουργούν πιο αφαιρετικά χρησιμοποιώντας σε μεγαλύτερο βαθμό τη σωματική μεταφορά.

Η συνεργατική επίλυση των προβλημάτων σε μικρότερες και μεγαλύτερες ομάδες καλλιέργησε δεξιότητες επικοινωνίας και αλληλοσεβασμού, οργάνωσης και επιχειρηματολογίας και αποτέλεσε σημαντικό κίνητρο για δουλειά στο πλαίσιο της επιτυχίας της ομάδας.

Όλα τα παραπάνω δεν προέκυψαν χωρίς προσπάθεια και συζητήσεις στην τάξη σχετικά με τους κανόνες συμπεριφοράς εντός μιας ομάδας. Τα unplugged παιχνίδια ρόλων ήταν πιο απαιτητικά σε θέματα οργάνωσης του χρόνου και αυτοπειθαρχίας από τη μεριά των μαθητών. Από την άλλη, η διεξαγωγή των δραστηριοτήτων εκτός τάξης με τρόπο που δεν παραπέμπει σε μάθημα, προσέφερε στιγμές διασκέδασης και δημιούργησε θετικό κλίμα μεταξύ των παιδιών και δεσμούς εντός των ομάδων.

6.7 Παιδαγωγικά οφέλη και επέκταση της έρευνας

Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν πιο πάνω, αποτελούν απόδειξη ότι ο συνδυασμός των δύο διδακτικών προσεγγίσεων, η κατάλληλη επιλογή εργαλείου και ο διδακτικός σχεδιασμός και επανασχεδιασμός των δραστηριοτήτων, δημιούργησαν ευκαιρίες εμπλοκής των μαθητών και προσέφεραν πολλαπλές αναπαραστάσεις των προγραμματιστικών εννοιών. Καθένα από τα δύο πλαίσια, προγραμματιστικό και unplugged είχε τη δική του συνεισφορά και συνδυαστικά έδρασαν συμπληρωματικά προς όφελος των μαθητών.

Η ερευνήτρια, μελετώντας τη δραστηριότητα των μαθητών, εντόπισε τρόπους με τους οποίους νοηματοδοτούν και χρησιμοποιούν τις έννοιες ενδιαφέροντος εντός του συγκεκριμένου μαθησιακού περιβάλλοντος. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα της έρευνας δεν επιδέχονται γενίκευσης καθώς αφορούν μια συγκεκριμένη δραστηριότητα και χρήση συγκεκριμένων μέσων για την υλοποίηση της.

Μέσα από τα συμπεράσματα της έρευνας αναδείχθηκαν παιδαγωγικά οφέλη για τους μαθητές σε γνωστικό, ενδοπροσωπικό και διαπροσωπικό επίπεδο. Ο σχεδιασμός ή η διασκευή και η υλοποίηση δραστηριοτήτων «χωρίς» υπολογιστή απαιτεί πολύ καλή

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

προετοιμασία (και επιμόρφωση) από την πλευρά του εκπαιδευτικού, ενώ η πιλοτική τους εφαρμογή κρίνεται απαραίτητη πριν εφαρμοστούν στην πράξη. Ωστόσο πρόκειται για ιδέες που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να προσαρμοστούν σε πολλά και διαφορετικά περιβάλλοντα προς όφελος της εκπαιδευτικής κοινότητας.

Αντικείμενο περαιτέρω έρευνας για τη μελέτη της μεταφοράς γνώσεων, θα μπορούσε να αποτελέσει:

- ο συνδυασμός της unplugged προσέγγισης προγραμματισμού, με διαφορετικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα,
- ο συνδυασμός των δύο προσεγγίσεων του προγραμματισμού, με» και «χωρίς» τη χρήση υπολογιστή, σε άλλα διαθεματικά πλαίσια.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

7. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός Όρος
21st century skills	Δεξιότητες του 21 ^{ου} αιώνα
Competences	Ικανότητες
Deeper Learning	Βαθύτερη Μάθηση
Transferable Knowledge	Μεταφερόμενη γνώση
Intrapersonal	Ενδοπροσωπικές
Interpersonal	Διαπροσωπικές
Computational Thinking	Υπολογιστική Σκέψη
Plugged	Με τη χρήση υπολογιστή
Unplugged	Χωρίς τη χρήση υπολογιστή
Expertise	Εμπειρογνωμοσύνη
Threshold concept	Έννοια κατωφλίου
Semantic wave	Σημασιολογικό κύμα
Semantic gravity	Σημασιολογική βαρύτητα
Semantic density	Σημασιολογική πυκνότητα
Semantic profile	Σημασιολογικό προφίλ
Computer Science	Επιστήμη των Υπολογιστών
Design-based research	Έρευνα σχεδιασμού
Affordance	Λειτουργικότητα
Peer assessment	Αξιολόγηση ομοτίμων

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

8. ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

NRC	US National Research Council
NAS	National Academy of Sciences
PBL	Problem Based Learning
BSCS Science Learning	Biological Sciences Curriculum Study Science Learning
CS	Computer Science
CT	Computational Thinking
ΥΣ	Υπολογιστική Σκέψη
CS Unplugged	Computer Science Unplugged
DBR	Design-based research
LCT	Legitimation Code Theory

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Πίνακας 1: Συνοπτικός Πίνακας εννοιών ανά μάθημα

Α/Α μαθήματος	Κύρια Προγραμματιστική έννοια	Προγραμματικές έννοιες / πρακτικές	Μαθηματικές έννοιες
1	Αλγόριθμος (Unplugged)	<ul style="list-style-type: none"> - ακολουθιακή δομή, αποδόμηση προβλήματος -ιδιότητες αλγορίθμων (σαφήνεια, ακρίβεια) - να γράφουν, να εκτελούν και να διαρθρώνουν (debugging) αλγορίθμους στο χαρτί -εναλλακτικοί τρόποι επίλυσης ενός προβλήματος -εναλλακτικοί αλγόριθμοι βάσει κριτηρίων (π.χ. πιο σύντομος αλγόριθμος) - σετ εντολών (primitives) 	<ul style="list-style-type: none"> -Γωνία ως στροφή (με μέτρο & κατεύθυνση) -Εξωτερική ή εσωτερική γωνία -σχετική κίνηση
2	Πρόγραμμα (MaLT2)	<ul style="list-style-type: none"> -Προγραμμαστικό περιβάλλον, γλώσσα προγραμματισμού, πρόγραμμα -επιστροφή οντότητας στην αρχική κατάσταση -να γράφουν, να εκτελούν και να διαρθρώνουν (debugging) προγράμματα -λογικό και συντακτικό λάθος 	θέση και κατεύθυνση της της οντότητας (κατάσταση της οντότητας)
3	Επανάληψη (MaLT2)	<ul style="list-style-type: none"> -αναγνώριση μοτίβων στο σχήμα, αντιστοίχιση τους με μοτίβα εντολών στον κώδικα και αντίστροφα -επανάληψη με προκαθορισμένο αριθμό επαναλήψεων -εντοπισμός εναλλακτικών αλγορίθμων 	<ul style="list-style-type: none"> -μοτίβα -πράξις με γωνίες
4	Διαδικασίες χωρίς παραμέτρους (MaLT2)	<ul style="list-style-type: none"> -Διαδικασία ως νέα εντολή -ορισμός και κλήση διαδικασίας -διαδικασίες ως δομικοί Νθαι για πιο σύνθετες κατασκευές -αφαίρεση (απόκρυψη της υλοποίησης των βασικών διαδικασιών) 	<ul style="list-style-type: none"> -διατύπωση μαθηματικής έκφρασης για τον υπολογισμό της της αλλαγής θέσης και κατεύθυνσης της οντότητας -στροφή 360°
5	Διαδικασίες με παραμέτρους (Unplugged/ MaLT2)	<ul style="list-style-type: none"> -λογική και φυσική υπόσταση της μεταβλητής -αρχικοποίηση, αλλαγή τιμής, μία τιμή τη φορά, καταστροφή προηγούμενης τιμής, δημιουργία αντιγράφου -Μεταβλητή ως παράμετρος και όρισμα -σύνδεση στιγμιότυπου και μεταβλητών του -Κλήση διαδικασίας από διαδικασία -Σύνθετες διαδικασίες με παραμέτρους 	<ul style="list-style-type: none"> -μοτίβα -διατύπωση μαθηματικής έκφρασης για τον υπολογισμό της της αλλαγής θέσης και κατεύθυνσης της οντότητας
6	Σύνθετες διαδικασίες (MaLT2)	<ul style="list-style-type: none"> -μεταβλητές ως ορίσματα σε διαδικασία 	-πράξις με γωνίες
7	Ιεραρχική δόμηση διαδικασιών (MaLT2)	ιεραρχική δόμηση διαδικασιών	-μοτίβα
8	Σύνολο των εννοιών (Unplugged)	Πέρασμα παραμέτρων	
9	Final interviews (MaLT2)	Think aloud συνεντεύξεις για το σύνολο των εννοιών	<ul style="list-style-type: none"> -διατύπωση μαθηματικής έκφρασης για τον υπολογισμό της της αλλαγής θέσης και κατεύθυνσης της οντότητας

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Πίνακας 2: Οργάνωση της ακολουθίας των μαθημάτων κατά το μοντέλο BSCS 5E και σύνοψη των δραστηριοτήτων ανά μάθημα

α/α	Μάθημα	Σύνοψη δραστηριοτήτων	Φάση του μοντέλου διδασκαλίας BSCS 5E για το σύνολο της διδακτικής παρέμβασης
1	Αλγόριθμος	Καθοδήγηση ανθρώπινου ρομπότ κατά μήκος απλής διαδρομής και επιστροφής στο αρχικό σημείο α) με ελεύθερα βήματα (παιχνίδι ρόλων) β) με συγκεκριμένο σετ εντολών (στο χαρτί)	εμπλοκή , κινητοποίηση του ενδιαφέροντος μέσω σωματικής δραστηριότητας, διερεύνηση δυσκολιών & πρότερων γνώσεων στα μαθηματικά εξερεύνηση-εξήγηση-επεξεργασία - αποτίμηση , του όρου «αλγόριθμος»
2	Προγραμματιστικό περιβάλλον MaLT2	-Εξοικείωση με το περιβάλλον του MaLT2 -καθοδήγηση ρομπότ κατά μήκος της απλής διαδρομής ΑΒΓ, μέσω προγραμματισμού	εξερεύνηση-εξήγηση του όρου «πρόγραμμα», πρακτική δραστηριότητα με λογισμικό
3	Επανάληψη	σχεδίαση απλών σχημάτων: -τετράγωνο με επανάληψη (λογισμικό & στο χαρτί) - τρίγωνο με επανάληψη - τρίγωνο με οριζόντια βάση	εξερεύνηση-εξήγηση της «δομής επανάληψης», πρακτική δραστηριότητα με λογισμικό & στο χαρτί
4	Διαδικασίες χωρίς παραμέτρους	-Δημιουργία των διαδικασιών τετράγωνο, τρίγωνο -Τετράγωνο, τρίγωνο ως δομικοί λίθοι για την κατασκευή των σύνθετων σχημάτων για «σπίτι», «ανεμόσκαλα», «φτερωτή» **χειραπτικό αντικείμενο για τον υπολογισμό της γωνίας περιστροφής στη «φτερωτή»	εξερεύνηση-εξήγηση του όρου «διαδικασία», πρακτική δραστηριότητα χρησιμοποιώντας λογισμικό, χρήση χειραπτικού αντικειμένου
5	Διαδικασίες με παραμέτρους	-μεταβλητή ως παράμετρος σε διαδικασία (unplugged επίδειξη) -παραμετροποίηση των διαδικασιών τετράγωνο, τρίγωνο - ενημέρωση των σύνθετων σχημάτων σπίτι, ανεμόσκαλα φτερωτή με τις παραμετροποιημένες διαδικασίες τετράγωνο, τρίγωνο	εξερεύνηση-εξήγηση του όρου «μεταβλητή», ως παραμέτρου σε διαδικασία (unplugged δραστηριότητα), πρακτική δραστηριότητα με λογισμικό
6	Σύνθετες διαδικασίες	-Δημιουργία των σύνθετων διαδικασιών σπίτι, ανεμόσκαλα και φτερωτή	επεξεργασία , χρήση της αποκτηθείσας γνώσης για επίλυση σε νέα συναφή προβλήματα
7	Ιεραρχική δόμηση διαδικασιών	-δημιουργία ανεμόμυλου στο λογισμικό	επεξεργασία , χρήση της αποκτηθείσας γνώσης για επίλυση σε νέα συναφή προβλήματα
8	Διαδικασίες με παραμέτρους	-Unplugged αναπαράσταση της κατασκευής του ανεμόμυλου	Αποτίμηση της γνώσης από τους μαθητές
9	Μίνι συνεντεύξεις σε μαθητές της ομάδας εστίασης	-κατασκευή αιολικού πάρκου	Αποτίμηση της γνώσης από τον διδάσκοντα με προφορικές ερωτήσεις κατά τη διάρκεια του προβλήματος που επιλύουν οι μαθητές

10. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ – ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

Οδήγησε το ρομπότ Αλγόριθμος

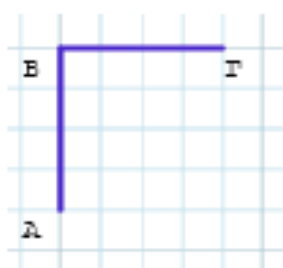
Όνόματα ομάδας:

.....
.....

Ημερομηνία:

Δραστηριότητα 1

Δίνεται η διαδρομή ΑΒΓ της εικόνας. Μοιράστε ρόλους προγραμματιστή και ρομπότ. Ο προγραμματιστής της ομάδας να γράψει παρακάτω μια σειρά βημάτων για να κινήσει το ανθρώπινο ρομπότ από το σημείο Α προς το σημείο Γ και στη συνέχεια πίσω στο σημείο Α (κατά μήκος της διαδρομής), όπως ακριβώς ξεκίνησε. Στην αφετηρία το ρομπότ έχει κατεύθυνση προς το σημείο Β.



Βήμα	Οδηγία
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	



Τα βήματα που έγραψες πιο πάνω στην επιστήμη της Πληροφορικής ονομάζονται αλγόριθμος και επιλύουν ένα πρόβλημα.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

A' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

a. Διάβασε φωναχτά τον αλγόριθμό σου ώστε να τον εκτελέσει το ρομπότ. Αν κάποιο βήμα του αλγορίθμου σου δεν οδηγεί σωστά το ρομπότ, σταμάτα την εκτέλεσή του και διόρθωσέ το με τη βοήθεια του συνεργάτη σου.

b. Σημειώστε ποια γωνία διαγράφει κάθε φορά το ρομπότ καθώς περνά από το σημείο Β. Πρόκειται για την εσωτερική ή την εσωτερική της διαδρομής και πόσες μοίρες είναι:

.....

c. Οδηγήστε με τον αλγόριθμό σας το ρομπότ της γειτονικής σας ομάδας και σημειώστε αν χρειάστηκε να τον τροποποιήσετε και για ποιο λόγο:

.....

Δραστηριότητα 2

Στην πραγματικότητα ένα ρομπότ μπορεί να εκτελεί ένα περιορισμένο αριθμό οδηγιών. Αν οι μόνες οδηγίες που αναγνωρίζει έχουν τη μορφή των εντολών του πίνακα: κάθε ομάδα να σχεδιάσει στο χαρτί τον πιο σύντομο αλγόριθμο για να οδηγήσει το ρομπότ από το σημείο Α στο Γ (κατά μήκος της διαδρομής) και πάλι πίσω και να τον καταγράψει πιο κάτω.

Σετ εντολών του ρομπότ	
μπροστά αριθμός	το ρομπότ προχωράει τόσα τετράγωνα μπροστά όσα ο αριθμός
δεξιά αριθμός	το ρομπότ στρίβει δεξιά τόσες μοίρες όσες ο αριθμός
αριστερά αριθμός	το ρομπότ στρίβει αριστερά τόσες μοίρες όσες ο αριθμός
πίσω αριθμός	το ρομπότ προχωράει τόσα τετράγωνα πίσω όσα ο αριθμός

.....



Οι υπολογιστές μπορούν να εκτελούν ένα περιορισμένο αριθμό οδηγιών, που στην επιστήμη της Πληροφορικής ονομάζονται εντολές.

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

Οδήγησε το ρομπότ

UNPLUGGED ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Χρόνος:

30 λεπτά

Μέγεθος ομάδας:

2 άτομα ή 4 άτομα

Περίληψη:

Η δραστηριότητα εισάγει την έννοια του αλγορίθμου μέσα από ένα παιχνίδι ρόλων. Δύο μαθητές, ο προγραμματιστής και το ρομπότ που ακολουθεί τις οδηγίες του για να κινηθεί κατά μήκος μιας διαδρομής, έρχονται σε επαφή με την έννοια του αλγορίθμου και σημαντικές ιδιότητές του.

Ορολογία:

Πρόβλημα, αλγόριθμος, αποσφαλμάτωση

Υλικά

για τους μαθητές:

στολό & φύλλο εργασίας με τη δραστηριότητα
ξύλινος χάρακας

εκπαιδευτικός:

χαρτοταινία για χάραξη της διαδρομής ΑΒΓ της εικόνας στο δάπεδο

Ρόλοι μαθητών στην ομάδα:

Μαθητής 1: προγραμματιστής

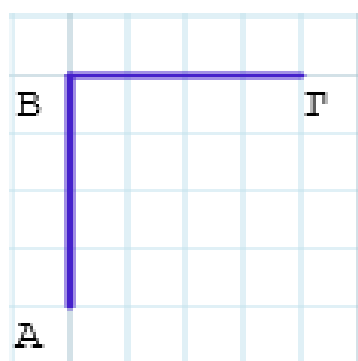
Μαθητής 2: ρομπότ

Προετοιμασία:

Χαράξτε στο πάτωμα διαδρομές ΑΒΓ σαν της εικόνας για κάθε ομάδα. Χωρίστε τους μαθητές σε ομάδες των δύο και αναθέστε εσείς αρχικά ρόλους προγραμματιστή και ρομπότ. Ο ρόλος του προγραμματιστή είναι πιο απαιτητικός. Τοποθετήστε τον μαθητή ρομπότ κάθε ομάδας, στο σημείο Α της διαδρομής.

Δραστηριότητα:

Εκκινήστε ενημερώνοντας την τάξη ότι το μάθημα είναι αφιερωμένο στους αλγορίθμους που χρησιμοποιούνται για την επίλυση προβλημάτων, χωρίς περαιτέρω εξηγήσεις για την έννοια.



Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

Εξηγείστε την δραστηριότητα και μοιράστε το φύλλο εργασίας με τη Δραστηριότητα 1 στους προγραμματιστές των ομάδων. Ο ρόλος του προγραμματιστή είναι να γράφει τον αρχικό αλγόριθμο. Ο μαθητής ρομπότ εκτελεί τις οδηγίες που του δίνονται κατά γράμμα. Κατά την κίνηση του χρησιμοποιεί τον χάρακα ως προέκταση του σώματός του. Ο χάρακας τον βοηθά: να αντιληφθεί την γωνία ως στροφή και να μπορεί να απαντήσει αν πρόκειται για εσωτερική ή εξωτερική γωνία της διαδρομής. Από το σημείο αυτό και μετά και τα δύο μέλη της ομάδας έχουν ρόλο προγραμματιστή και συνεργάζονται για να διορθώσουν πιθανά λάθη που εντόπισαν, μέχρι να καταλήξουν στον τελικό αλγόριθμο.

Όταν μια ομάδα είναι έτοιμη, ελέγξτε τον αλγόριθμό της και συνδυάστε τη με μία άλλη ομάδα ώστε, ο αλγόριθμος να δοκιμαστεί και να διορθωθεί περαιτέρω από τους μαθητές και όχι από εσάς. Ο τρόπος που θα συνδυαστούν οι ομάδες υπόκειται σε κριτήρια που μπορεί να θέσετε π.χ. εντοπίσατε μία κοινή παρανόηση και στις δύο ομάδες ή μόνο στη μία και επιδιώκετε να βοηθηθεί από την άλλη. Στόχος είναι μία ομάδα να διορθώσει τον αλγόριθμό της και όχι να υιοθετήσει αυτόν της άλλης.

Αν μετά από τη συνεργασία των δύο ομάδων εξακολουθούν να υπάρχουν σημεία προς διόρθωση στον αλγόριθμο τα επισημαίνετε ή αφήνετε να διορθωθούν κατά την υλοποίηση του αλγορίθμου στο προγραμματιστικό περιβάλλον.

Ευζητήστε στην τάξη:

1. Για την επίλυση ενός προβλήματος μπορεί να υπάρχουν παραπάνω από ένας αλγόριθμοι, πχ από το σημείο Β κάνοντας πίσω προς το σημείο Α, μπορώ να στρίψω αριστερά ή δεξιά
2. Για να επιλέξω μεταξύ των εναλλακτικών αλγορίθμων που επιλύουν το ίδιο πρόβλημα, θέτω κριτήρια π.χ. ο πιο σύντομος αλγόριθμος
3. Τα βήματα ενός αλγορίθμου πρέπει να είναι σαφή και ακριβή π.χ. το «στρίψε δεξιά» δεν είναι ακριβές ή το «προχώρα 4 βήματα» δεν είναι σαφές γιατί υπάρχουν πολλοί τρόποι να στρίψει κανείς.
4. Οι υπολογιστές ή τα ρομπότ ακολουθούν ακριβώς τις εντολές που τους δίνονται ακόμη και αν αυτές είναι λάθος γιατί δεν διαθέτουν νοημοσύνη.
5. Η επικοινωνία μεταξύ προγραμματιστή και ρομπότ μοιάζει με την εμπειρία του προγραμματιστή όταν γράφει προγράμματα. Γράφει ένα σύνολο εντολών αλλά δεν βλέπει το αποτέλεσμα προτού το πρόγραμμα εκτελεστεί. Είναι δύσκολο να γράφει κανείς ένα πρόγραμμα που δουλεύει σωστά εξαρχής. Αν υπάρχει λάθος ακολουθείται η διαδικασία της αποσφαλμάτωσης (debugging).

Μαθητευόμενος προγραμματιστής Εισαγωγή στο περιβάλλον του MaLT2

Όνόματα ομάδας:

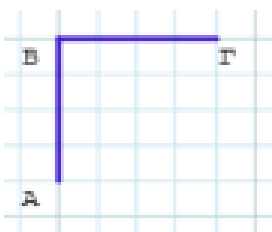
.....
.....

Ημερομηνία:

Δραστηριότητα 1

Εντοπίστε τα μέρη του λογισμικού MaLT2 και τα κουμπιά του περιβάλλοντος που διακρίνονται στον σύνταγμα οδηγό και πειραματιστείτε με τη λειτουργία τους. Έπειτα ερευνήστε τα παρακάτω:

- σε ποια θέση στην σκηνή είναι τοποθετημένο αρχικά το περιστέρι;
- τι αποτέλεσμα έχουν οι εντολές του πίνακα που ακολουθεί στη σκηνή;
- Προς ποια κατεύθυνση κινείται κάθε φορά το περιστέρι;
- εκτελέστε δύο εντολές μαζί
- προχωρείστε το περιστέρι στη σκηνή χωρίς να αφήνει το ίχνος του (βλ. οδηγό MaLT)
- παρατηρείστε τυχόν μηνύματα που εμφανίζονται στην περιοχή εμφάνισης μηνυμάτων, για ποιο γεγονός ενημερώνουν; Δοκιμάστε να τα διαγράψετε.



εντολές MaLT2

μ αριθμός	το περιστέρι προχωρεί τόσα βήματα μπροστά όσα ο αριθμός
δ αριθμός	το περιστέρι στρίβει δεξιά τόσες μοίρες όσες ο αριθμός
α αριθμός	το περιστέρι στρίβει αριστερά τόσες μοίρες όσες ο αριθμός
π αριθμός	το περιστέρι προχωρεί τόσα βήματα πίσω όσα ο αριθμός

Δραστηριότητα 2

- χρησιμοποιείτε τις εντολές του πίνακα, ώστε το περιστέρι να ζωγραφίζει στη σκηνή την διαδρομή ΑΒΓ της εικόνας και έπειτα να επιστρέφει στο σημείο Α.
- εκτελέστε μία δεύτερη φορά τον αλγόριθμό σας. Έχει το ίδιο αποτέλεσμα; Αν όχι, θεωρείτε ότι αυτό οφείλεται σε λάθος του αλγορίθμου σας ή σε άλλη αιτία;
- Αν χρειάζεται διορθώστε τον αλγόριθμο σας ώστε να προβλέπει το πρόβλημα.

A' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

Το επαναλαμβάνεις παρακαλώ;

Επανάληψη

Όνομα ομάδας:

Ημερομηνία:

.....
.....

Δραστηριότητα 1

- a. Σχεδιάστε ένα τετράγωνο στο **MiBit** και αντιγράψτε τις εντολές του στις παρακάτω γραμμές. Στον κενό χώρο ζωγραφίστε το τετράγωνο και δείξτε πάνω στο σχήμα, την τελική θέση και κατεύθυνση του περιστρεφτού.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- b. Στο σχήμα σας υπάρχει μια κρυμμένη επανάληψη (μοτίβο). Μπορείτε να πείτε ποιο μοτίβο επαναλαμβάνεται, πόσες φορές και με ποιο τρόπο το βρήκατε;

γεωμετρικό
μοτίβο:
μήμα του σχήματος
που επαναλαμβάνεται

.....
.....

- c. Ένας εύκολος τρόπος για να εντοπίσετε την κρυμμένη επανάληψη είναι ο εξής: στον προηγούμενο αλγόριθμο βρείτε τις ομάδες εντολών που επαναλαμβάνονται. Σαναγράψτε τον αλγόριθμο βάζοντας κάθε τέτοια ομάδα στην ίδια γραμμή.

.....
.....
.....
.....

μοτίβο εντολών:
ομάδα εντολών που
επαναλαμβάνεται

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

A: Γυμνασίον - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

d. Αν περισσεύουν γραμμές που δεν ακολουθούν το μοτίβο, συμπληρώστε με τις εντολές του μοτίβου που λείπουν. Ζηγραφιάστε πιο κάτω το τετράγωνο, μετά την προσθήκη που κάνατε και δείξτε πάνω στο σχήμα, την τελική θέση και κατεύθυνση του περιστρεφιά.

e. αλλάζει το αποτέλεσμα του αλγορίθμου;

.....

f. Πόσες φορές επαναλαμβάνεται τώρα το μοτίβο εντολών;

g. Σε ποιο τμήμα του σχήματος αντιστοιχεί το μοτίβο των επαναλαμβανόμενων εντολών; Ποιο τμήμα του σχήματος δεν είχατε συμπεριλάβει στον αρχικό αλγόριθμό σας;

.....

Δραστηριότητα 2

a. Χρησιμοποιήστε την εντολή επανάληψης του `Matl2` για να μειώσετε τον αριθμό των εντολών, στον πιο προηγούμενο αλγόριθμο του τετραγώνου :

επανάλαβε n [μοτίβο εντολών], όπου n ο αριθμός των επαναλήψεων

.....

b. Για το τετράγωνο υπάρχουν παραπάνω από ένας αλγόριθμοι. Βρείτε όσους περισσότερους μπορείτε και γράψτε τους πιο κάτω με τη μορφή εντολής επανάληψης:

.....

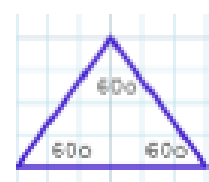
.....

.....

.....

Δραστηριότητα 3

a. Σχεδιάστε στο `Matl2` ένα ισόπλευρο τρίγωνο χρησιμοποιώντας επανάληψη.



b. Μελετήστε προσεκτικά τον αλγόριθμό σας και δώστε μια λύση ώστε, η βάση του τριγώνου να βρίσκεται στον οριζόντιο άξονα όπως στην εικόνα.

.....

.....

Κατασκευάζω εντολές Διαδικασίες χωρίς παραμέτρους

Όνόματα ομάδας:

.....
.....

Ημερομηνία:

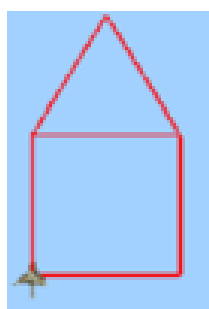
Δραστηριότητα 1

Με τη βοήθεια του οδηγού του MaLT2, δημιουργήστε τις διαδικασίες τετράγωνο και τρίγωνο.

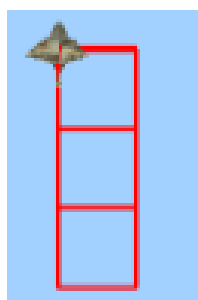
Μόλις οριστεί μια διαδικασία ο κώδικάς της μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε διάφορα σημεία του προγράμματος, απλά καλώντας τη διαδικασία με το όνομά της.

Δραστηριότητα 2

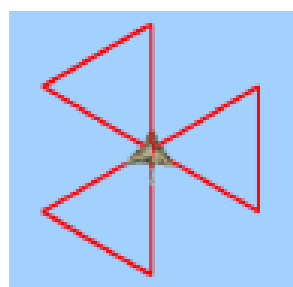
Χρησιμοποιήστε τις διαδικασίες τετράγωνο και τρίγωνο για να δημιουργήσετε τις πιο σύνθετες κατασκευές των παρακάτω εικόνων. Τα ερωτήματα που ακολουθούν θα σας βοηθήσουν:



Εικόνα 1: σπίτι



Εικόνα 2:
ανεμόσκαλα



Εικόνα 3: φτερωτή
ανεμόμυλος

- Χρησιμοποιήστε διαδοχικά τις διαδικασίες τετράγωνο και τρίγωνο, για να ζωγραφίσετε ένα σπίτι σαν της Εικόνας 1.
- Ποιο μοτίβο επαναλαμβάνεται στην ανεμόσκαλα της Εικόνας 2 ; πόσες φορές; Σημειώστε στην εικόνα την θέση που πρέπει να πάρει το περιστέρι ώστε να ζωγραφίσει το επόμενο σχήμα.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

.....
Γράψτε την εντολή επανάληψης που κατασκευάζει την ανεμόσκαλα.

.....
c. ποιο μοτίβο επαναλαμβάνεται στη φτερωτή; πόσες φορές; Σημειώστε στην εικόνα την θέση που πρέπει να πάρει το περιστέρι ώστε να ζωγραφίσει το επόμενο τρίγωνο της φτερωτής.

.....
Πόσο πρέπει να περιστραφεί για να πάει στη θέση αυτή; (μπορείτε να χρησιμοποιείτε τη ρουλέτα για να το υπολογίσετε)

.....
Γράψτε την εντολή επανάληψης που κατασκευάζει τη φτερωτή.

.....
Χρήση της ρουλέτας

Για τον υπολογισμό της γωνίας περιστροφής μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την κατασκευή της «ρουλέτας» που θα σας μοιράσει η καθηγήτρια σας. Πείτε, αν σας βοήθησε και περιγράψτε πως σκεφτήκατε.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΚΟΥΤΙΑ ΩΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

UNPLUGGED ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Χρόνος:

20 λεπτά

Μέγεθος ομάδας:

5 μαθητές/τριες

Περίληψη:

Unplugged επίδειξη των λειτουργιών μιας μεταβλητής με ρόλο παραμέτρου σε διαδικασία. Ως επέκταση συζητείται το πέρασμα παραμέτρων μεταξύ διαδικασιών. Η μεταβλητή αναπαρίσταται ως κουτί που δημιουργείται, αρχικοποιείται, προσπελαύνεται για τη λήψη αντιγράφου της τιμής της, χωρίς να διαγράφεται το περιεχόμενό της. Το περιεχόμενό της μεταβλητής είναι ορατό και περιέχει μία τιμή κάθε φορά.

Η δραστηριότητα παρουσιάζεται απλουστευμένη για να εξυπηρετήσει τους γνωστικούς στόχους του μαθήματος και δεν ανταποκρίνεται στο μηχανισμό λειτουργίας του λογισμικού. Για λόγους απλότητας επίσης, κάθε διαφορετική κλήση της διαδικασίας τετράγωνο (διαφορετική εντολή κλήσης στον κώδικα) παρουσιάζεται να έχει τον έλεγχο της μεταβλητής της (π.χ. αντιγράφει το περιεχόμενό της, αποδεσμεύει το χώρο της κ.α.).

Ορολογία:

Μεταβλητή, θέση μνήμης, τυπική παράμετρος, πραγματική παράμετρος, πέρασμα παραμέτρων

Υλικά

3 κουτιά A4 (από κουτί φωτοτυπικού χαρτιού)

Αυτοκόλλητες ετικέτες για τα ονόματα των μεταβλητών

Χαρτιά A4 για τις τιμές εισόδου των διαδικασιών

Χαρτοταινία [εφόσον απαιτείται]

Ρόλοι μαθητών στην ομάδα:

Μαθητής 1: πρόγραμμα

Μαθητές 2, 3, 4: διαφορετικές κλήσεις της διαδικασίας «τετράγωνο»

Μαθητής 5: οντότητα στη σκηνή του λογισμικού [μαθητής στο ρόλο της οντότητας που ζωγραφίζει στον πίνακα ή αφήνει το ίχνος της στο δάπεδο] (προαιρετικά)

ΑΦΟΡΜΗΣΗ:

Κινητοποιήστε τους μαθητές ρωτώντας: Πως μπορούμε να ζωγραφίζουμε σχήματα με διαφορετικές ιδιότητες κάθε φορά π.χ. μήκος πλευράς; (στο προηγούμενο μάθημα οι μαθητές

5^ο Μάθημα

1

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

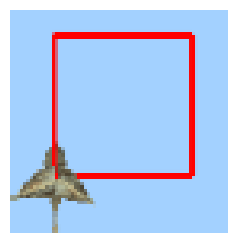
Α' Γυμνάσιου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

έγραψαν κώδικα για τις διαδικασίες τετράγωνο και τρίγωνο, χωρίς παραμέτρους). Απαντήστε, ότι η λύση είναι χρησιμοποιώντας μεταβλητές.

Εξηγήστε στους μαθητές ότι η κατανόηση της έννοιας της μεταβλητής είναι κρίσιμη για να μπορέσουν να προγραμματίσουν, αλλά έχει δυσκολίες. Αν ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο, ο προγραμματισμός θα είναι πολύ πιο εύκολος.

```
ΓΙΑ τετράγωνο : πλευρα  
επαναλαβε 4 [μ : πλευρα δ 90]  
ΤΕΛΟΣ
```

```
τετράγωνο 40
```



Εικόνα 1: Ορισμός, κλήση και γραφικό αποτέλεσμα της διαδικασίας τετράγωνο με τιμή πλευράς 40

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Δείξτε στον πίνακα το πρόγραμμα σε MaLT2 (Εικόνα 1). Πρόκειται για την κλήση και τον ορισμό της διαδικασίας τετράγωνο. Ρωτήστε ποιες διαφορές βλέπουν, σε σχέση με το τετράγωνο που προγραμμάτισαν στο προηγούμενο μάθημα. Εξηγήστε ότι η λέξη «πλευρά» στον ορισμό της διαδικασίας, είναι μια μεταβλητή και ότι στη γλώσσα προγραμματισμού Logo χρησιμοποιούμε το σύμβολο της άνω και κάτω τελείας μπροστά από το όνομα της μεταβλητής, για να αναφερθούμε στο περιεχόμενό της. Το τετράγωνο μπορεί να σχεδιαστεί με διαφορετικό μήκος πλευράς, ανάλογο της τιμής της μεταβλητής.

Είσοδος, αποθήκευση, επεξεργασία δεδομένων:

Μία διαδικασία ή αλλιώς υποπρόγραμμα, είναι μια μικρογραφία ενός προγράμματος. Μπορεί να δέχεται ως είσοδο δεδομένα, να τα υποβάλλει στην επεξεργασία που ορίζουν οι εντολές της και να παράγει αποτελέσματα.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ

Τα προγράμματα χρειάζεται να αποθηκεύσουν προσωρινά τα δεδομένα που δέχονται στην είσοδό τους, σε θέσεις μνήμης του υπολογιστή μέχρι να τα υποβάλλουν σε επεξεργασία. Οι προγραμματιστές για να μπορούν να αναφέρονται στις θέσεις αυτές, τις αντιστοιχίζουν με ονόματα που ονομάζονται «μεταβλητές». Η λέξη «πλευρά» στον ορισμό της διαδικασίας τετράγωνο δηλώνει το όνομα της θέσης μνήμης που χρησιμοποιείται από την διαδικασία για την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων εισόδου της.

«Ένας καλός τρόπος να σκεφτούμε τις μεταβλητές είναι σαν ειδικά κουτιά με ενσωματωμένο ένα καταστροφέα εγγράφων και ένα φωτοτυπικό, που μπορούν να αποθηκεύουν τιμές, να δημιουργούν αντίγραφά τους και να τις καταστρέφουν»

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

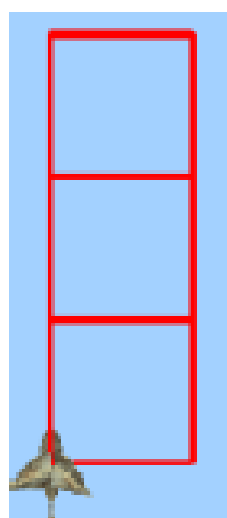
Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Εξηγείστε ότι πρόκειται να αναπαραστήσετε με θεατρικό τρόπο, τη δημιουργία της ανεμόσκαλας του προηγούμενου μαθήματος. Αυτή τη φορά όμως, το μέγεθός της μπορεί να μεταβάλλεται (Εικόνα 2). Ζητήστε ζητήστε 5 εθελοντές ηθοποιούς. Ο ίδιος σε ρόλο σκηνοθέτη, καθοδηγείτε τις ενέργειες των μαθητών [αν επιλέξετε να χρησιμοποιήσετε τον ρόλο της οντότητας στο δάπεδο, θα χρειαστεί μεγαλύτερος χώρος προκειμένου να κινείται και χαρτοταινία για να αποτυπώνεται το ίχνος της].

Ο μαθητής «πρόγραμμα» για να σχεδιάσει την ανεμόσκαλα καλεί τρεις διαδοχικές φορές τη διαδικασία τετράγωνο με είσοδο την τιμή 40.

```
ΓΙΑ τετράγωνο :πλευρα  
επαναλαβε 4[μ :πλευρα δ 90]  
ΤΕΛΟΣ
```

```
τετράγωνο 40  
μ 40  
τετράγωνο 40  
μ 40  
τετράγωνο 40  
π 2*40
```



Εικόνα 2: Τρεις διαφορετικές κλήσεις της διαδικασίας τετράγωνο για τη δημιουργία μιας ανεμόσκαλας

Ο μαθητής που αναπαριστά την πρώτη κλήση της διαδικασίας έρχεται στο μπροστά σε όλη την τάξη. Παίρνει ένα κουτί A4 και επικολλά μια αυτοκόλλητη ετικέτα με το όνομα της, δηλαδή τη λέξη «πλευρά». Εξηγείστε ότι μόλις δημιουργήθηκε η μεταβλητή του πρώτου τετραγώνου. Στη συνέχεια ο μαθητής πρόγραμμα γράφει σε ένα χαρτί A4 την τιμή 40 με την οποία καλεί το τετράγωνο και την τοποθετεί στο κουτί του. Η απόδοση τιμής κατά τη δημιουργία μιας μεταβλητής λέγεται αρχικοποίηση της μεταβλητής. Το τετράγωνο αρχίζει να εκτελεί τις εντολές στο εσωτερικό του προστάζοντας την οντότητα να σχεδιάσει στον πίνακα ένα τετράγωνο.

Ακολούθως η διαδικασία καλείται για δεύτερη και τρίτη φορά. Ο δεύτερος και ο τρίτος μαθητής έρχονται μπροστά, δημιουργούν τις μεταβλητές τους, αρχικοποιούνται από το πρόγραμμα και προστάζουν διαδοχικά την οντότητα να σχεδιάσει το δεύτερο και το τρίτο τετράγωνο στη σειρά, με πλευρά 40. Το πρόγραμμα εκτελεί τις εντολές «μ 40», ενδιάμεσα στις κλήσεις των τετραγώνων προστάζοντας την οντότητα στον πίνακα να μετακινηθεί στη νέα θέση που ορίζουν.

Μετά από αυτό έχουν δημιουργηθεί τα 3 διαφορετικά τετράγωνα της ανεμόσκαλας, καθένα με τη δική του μεταβλητή (ο χώρος μνήμης της δε χάνεται μετά το πέρας εκτέλεσης της

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α΄ Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

διαδικασίας). Εξηγείστε ότι οι μεταβλητές έχουν το ίδιο όνομα σε όλα τα τετράγωνα, αφού δημιουργήθηκαν με την κλήση της ίδιας διαδικασίας, αλλά αυτό δεν δημιουργεί πρόβλημα γιατί κάθε τετράγωνο γνωρίζει μόνο τη δική του μεταβλητή.

Το περιεχόμενο μιας μεταβλητής μπορεί να μεταβάλλεται. Το πρόγραμμα (στην πραγματικότητα ο χρήστης μέσω του προγράμματος) στη συνέχεια, προκειμένου να αλλάξει το μέγεθος των τετραγώνων που σχεδιάστηκαν, τοποθετεί με τυχαία σειρά διαφορετικές τιμές στο κουτί κάθε τετραγώνου. Η προηγούμενη τιμή στο κουτί καταστρέφεται (οι μαθητές καταστρέφουν το χαρτί με την τιμή 40) και τοποθετείται η νέα. Το τετράγωνο που έλαβε πρώτο τη νέα τιμή επανεκτελείται. Το σχήμα που του αντιστοιχεί στον πίνακα σβήνεται και η οντότητα σχεδιάζει στη θέση του ένα νέο, με μήκος πλευράς όσο η νέα τιμή εισόδου του. Το ίδιο ακολουθείται για τα επόμενα δύο τετράγωνα.

Η διαδικασία απόδοσης ίδιων ή διαφορετικών τιμών στις μεταβλητές των διαφορετικών τετραγώνων μπορεί να επαναληφθεί όσες φορές κρίνεται απαραίτητο. Όταν το πρόγραμμα ανακοινώσει το τέλος της εκτέλεσής του, οι μαθητές επιστρέφουν στις θέσεις τους αφήνοντας το κουτί τους κάτω, «αποδεσμεύοντας» δηλαδή το χώρο της μεταβλητής τους, και τα σχήματα στον πίνακα σβήνονται.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Οι μεταβλητές έχουν πολλές χρήσεις σε ένα πρόγραμμα. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούν οι διαδικασίες για να αποθηκεύουν την είσοδο που δέχονται από κάποιο σημείο του προγράμματος ή από μια άλλη διαδικασία λέγονται «παράμετροι». Οι παράμετροι μοιάζουν με υποδοχές της διαδικασίας, που δέχονται εισόδους. Η τιμή κατά την κλήση της διαδικασίας π.χ. 40, ονομάζεται «πραγματική παράμετρος» ενώ η μεταβλητή «πλευρά» στον ορισμό της «τυπική παράμετρος».

Στην παρούσα δραστηριότητα, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τις ιδιότητες μιας μεταβλητής: δημιουργία, αρχικοποίηση, μία τιμή κάθε φορά, απόδοση νέας τιμής, ανάθεση τιμής (στην επέκταση). Η μεταβλητή παρουσιάζεται σε ρόλο παραμέτρου διαδικασίας. Οι μαθητές συνδέουν κάθε διαφορετικό στιγμιότυπο μιας διαδικασίας με τις δικές του μεταβλητές. Αποτέλεσμα αυτού είναι να συμπεριφέρεται ανεξάρτητα.

ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ (ΕΠΕΚΤΑΣΗ)

Ένα τετράγωνο αντιγράφει την τιμή μεταβλητής του (σε χαρτί A4) και την δίνει ως είσοδο με τον ίδιο τρόπο όπως το πρόγραμμα προηγουμένως, σε όσες εντολές στο εσωτερικό του απαιτείται να μεταβάλλονται προκειμένου να σχεδιαστεί σωστά, π.χ. δημιουργεί 4 αντίγραφα, ένα για κάθε στιγμιότυπο κλήσης της εντολής «μ». Η τιμή της μεταβλητής στο κουτί του τετραγώνου διατηρείται ανέπαφη.

Η πιο πάνω περιγραφή, αφορά στο «πέρασμα των παραμέτρων» μιας διαδικασίας στις υποδιαδικασίες της, με ανάθεση τιμής.

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

Κατασκευάζω... στα μέτρα σας Μεταβλητή ως παράμετρος σε διαδικασία

Ονόματα ομάδας:

.....
.....

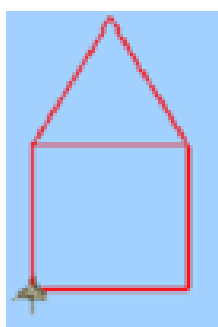
Ημερομηνία:

Δραστηριότητα 1

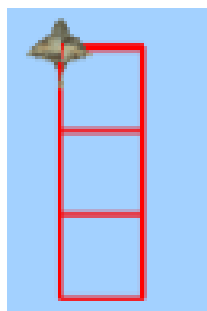
Τροποποιήστε τις διαδικασίες τετράγωνο και τρίγωνο ώστε να δέχονται ως είσοδο την πλευρά του σχήματος.

Δραστηριότητα 2

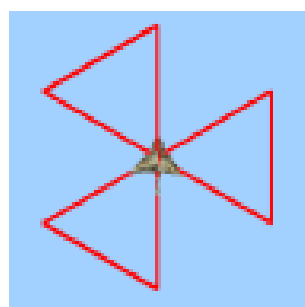
a. Τροποποιήστε κατάλληλα τους αλγόριθμους του προηγούμενου μαθήματος χρησιμοποιώντας τις διαδικασίες τετράγωνο και τρίγωνο της Δραστηριότητας 1, για να κατασκευάσετε τα παρακάτω σχήματα με διαστάσεις που μεταβάλλονται.



Εικόνα 1: σπίτι



Εικόνα 2: ανεμόσκαλα



Εικόνα 3: φτερωτή ανεμόμυλου

b. Στη συνέχεια προσπαθήστε να μεγεθύνετε τα σχήματα σας. Τι παρατηρείτε; Εξηγήστε που οφείλεται και πως νομίζετε ότι θα λυθεί το πρόβλημα;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

A' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

Στιβαρές κατασκευές...

Σύνθετες διαδικασίες

Όνομα ομάδας:

.....
.....

Ημερομηνία:

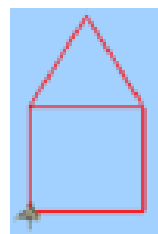
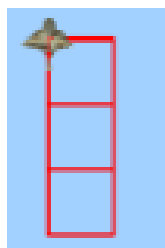
Δραστηριότητα 1

Κατασκευάστε τη διαδικασία στίπυ ώστε το μέγεθός του να μπορεί να αλλάξει.

Δραστηριότητα 2

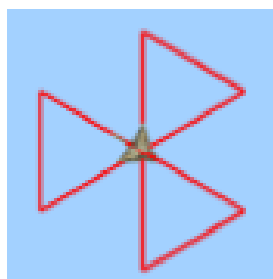
Κατασκευάστε τη διαδικασία ανεμόσκαλα ώστε να σχεδιάζεται με:

- α) με διαφορετικά μεγέθη σκαλοπατιού.
- β) με διαφορετικό πλήθος σκαλοπατιών



Δραστηριότητα 3

Κατασκευάστε τη διαδικασία φτερωτή ώστε, τα τριγωνικά πανιά της να:



- α) αλλάζουν μέγεθος
- β) να αυξομειώνεται το πλήθος τους ώστε να ανοίγουν όλα ή κανένα από αυτά. Πως το υπολογίσατε;

.....
.....
.....

- γ) μέχρι ποιο πλήθος έχει νόημα η αυξομείωση του πλήθους των τριγώνων και γιατί;

.....
.....

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

Επάγγελμα: κατασκευαστής ανεμόμυλων Ιεραρχική δόμηση διαδικασιών

Όνόματα ομάδας:

.....
.....

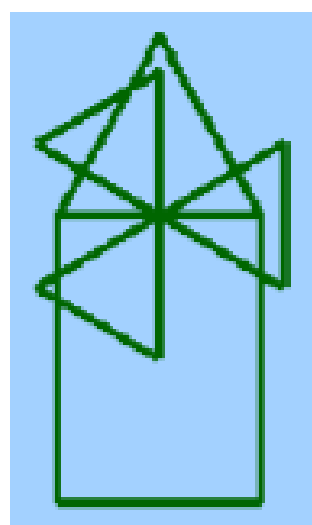
Ημερομηνία:

Δραστηριότητα

Με τις έως τώρα γνώσεις σας στον κατασκευαστικό τομέα μπορείτε να θεωρείτε τον εαυτό σας επαγγελματία στον χώρο της κατασκευής ανεμόμυλων.

Προγραμματίστε έναν ανεμόμυλο που να μοιάζει με αυτόν της εικόνας. Η κατασκευή σας θα πρέπει να προσαρμόζεται στις ανάγκες του πελάτη σας π.χ. διαστάσεις, σημείο τοποθέτησης ή σχήμα πανιών της φτερωτής.

Για την κατασκευή του χρησιμοποιείτε έτοιμα σχήματα που έχετε προγραμματίσει στα προηγούμενα μαθήματα.



Αντικαταστήστε το τετράγωνο στη βάση του ανεμόμυλου με το σχήμα του ορθογωνίου παραλληλόγραμμου. Για το σκοπό αυτό, προγραμματίστε και χρησιμοποιείστε τη διαδικασία:

ορθογωνιο τυπος :πλάτος

Σημειώστε πιο κάτω σχεδιαστικές επιλογές που κάνατε κατά την κατασκευή του, π.χ. σε ποιο σημείο επιλέξατε να τοποθετήσετε τη φτερωτή του ανεμόμυλου και πως ορίσατε το σημείο αυτό στον κώδικά σας ή ποια αλλαγή χρειάστηκε να κάνετε για διαφορετικό σχήμα πανιών:

.....
.....
.....
.....
.....

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

ΠΕΡΑΣΜΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

UNPLUGGED ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Χρόνος:

45 λεπτά

Μέγεθος ομάδας:

καθηγητής και δύο ομάδες μαθητών των 6 ατόμων

Περίληψη:

Αντικείμενο της δραστηριότητας είναι το πέρασμα παραμέτρων μεταξύ διαδικασιών. Οι μαθητές συμμετέχουν σε ένα παιχνίδι ρόλων για την δραματοποίηση της κατασκευής του ανεμόμυλου, που έχουν προγραμματίσει προηγουμένως στο λογισμικό. Στόχος είναι να έρθουν σε επαφή βιωματικά, με τον μηχανισμό επικοινωνίας των διαδικασιών μέσω της μεταβίβασης παραμέτρων.

Ορολογία:

Διαδικασία, παράμετρος, όρισμα, πέρασμα παραμέτρων

Υλικά:

στολό, ψαλίδι, χαρτί, χαρτοταινία

αυτοκόλλητες κάρτες με τα επιμέρους σχήματα του ανεμόμυλου

κάρτες για την κλήση κάθε διαδικασίας

βιντεοπροβολέας για την προβολή του προγραμματιστικού κώδικα της κατασκευής

Ρόλοι μαθητών & εκπαιδευτικού στην ομάδα:

Εκπαιδευτικός: πρόγραμμα

μαθητής 1: διαδικασία ορθογώνιο

μαθητής 2: διαδικασία τρίγωνο

μαθητής 3: διαδικασία σπίτι

μαθητής 4: διαδικασία φτερωτή

μαθητής 5: διαδικασία ανεμόμυλος

μαθητής 6: οντότητα που αφήνει το ίχνος της με την χαρτοταινία

Προετοιμασία

Ο εκπαιδευτικός εξηγεί τη δραστηριότητα. Οι μαθητές θα υλοποιήσουν τον αλγόριθμο του ανεμόμυλου unplugged, για να αναπαραστήσουν το πέρασμα των παραμέτρων μεταξύ των επιμέρους διαδικασιών του. Ο κώδικας του ανεμόμυλου σε MaLT2, προβάλλεται στον πίνακα.

Οι μαθητές χωρίζονται σε δύο ομάδες των 6 ατόμων και δουλεύουν ανεξάρτητα ανά ομάδα. Οι πέντε μαθητές/τριες κάθε ομάδας αναλαμβάνουν το ρόλο μιας από τις διαδικασίες του ανεμόμυλου (ορθογώνιο, τρίγωνο, σπίτι, φτερωτή, ανεμόμυλος) και ο έκτος τον ρόλο της οντότητας στο

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

```
ΓΙΑ ορθογωνιο :υ :π
επαναλαβε 2 [μ :υ δ 90 μ :π δ 90]
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ τριγωνο :π
επαναλαβε 3 [μ :π α 120 ]
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ σπιτι :υ :π
ορθογωνιο :υ :π
μ :υ δ 90
τριγωνο :π
α 90 π :υ
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ φτερωτη :π :πανιά
δ 10
επαναλαβε :πανιά [τριγωνο:π δ 360/:πανιά]
α 10
ΤΕΛΟΣ

ΓΙΑ ανεμομυλος :υ :π :πν
σπιτι :υ :π
μ :υ δ 90 μ :π α 90
φτερωτη :π/2 :πν
α 90 μ :π δ 90 π :υ |
ΤΕΛΟΣ
ανεμομυλος 40 40 3
```

Εικόνα 1: Κώδικας του ανεμόμυλου σε MaLT2 που προβάλλεται στον πίνακα

λογισμικό. Η οντότητα λαμβάνει εντολές από την διαδικασία που εκτελείται κάθε φορά και καθώς κινείται αποτυπώνει με χαρτοταινία στο δάπεδο το ίχνος της.

Η ακριβής αποτύπωση των βημάτων και των γωνιών, ως μέτρου, στις εντολές του αλγορίθμου, δεν αποτελεί στόχο της δραστηριότητας για αυτό και γίνεται υπό κλίμακα και κατά προσέγγιση.

Αφού επιλέξουν ρόλους οι μαθητές κολλάνε στην μπλούζα τους τις αυτοκόλλητες κάρτες με το σχήμα που αντιπροσωπεύουν. Έπειτα προμηθεύονται τα υλικά που χρειάζονται για να ξεκινήσει η δραστηριότητα.

Δραστηριότητα

Ο εκπαιδευτικός – πρόγραμμα αρχίζει να εκτελείται. Καλεί την διαδικασία ανεμόμυλος γράφοντας στην έτοιμη κάρτα κλήσης με το όνομα ανεμόμυλος, τις τιμές που επιθυμεί ως ορίσματα στη θέση των παραμέτρων της. Η κάρτα με την κλήση της διαδικασίας ανεμόμυλος δίνεται στον μαθητή-ανεμόμυλο (η ροή εκτέλεσης του προγράμματος μεταφέρεται στη διαδικασία αναμόμυλος). Η διαδικασία ανεμόμυλος ξεκινά να εκτελεί τις εντολές της στο εσωτερικό της (διαβάζοντας δυνατά από τον κώδικα στον πίνακα), ώστε να κινήσει την οντότητα στο δάπεδο.

Για το υπόλοιπο της δραστηριότητας ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να συντονίζει και να παρατηρεί την αλληλεπίδραση των μαθητών των δύο ομάδων που δουλεύουν παράλληλα.

Με τη σειρά του ο (μαθητής) ανεμόμυλος καλεί την πρώτη διαδικασία στον κώδικά του, την σπιτι, γράφοντας σε μια κάρτα την κλήση της. Στη συνέχεια η σπιτι καλεί τις δικές της υποδιαδικασίες κ.ο.κ. Όταν ολοκληρώνεται το έργο μιας υποδιαδικασίας, ο έλεγχος της ροής εκτέλεσης του

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

προγράμματος επιστρέφεται στη γονική διαδικασία, που εκτελεί την επόμενη εντολή της. [Στις πρωτογενείς εντολές του λογισμικού μια διαδικασία «διατάζει» απευθείας την οντότητα να κινηθεί].

Οι τιμές που έδωσε αρχικά το πρόγραμμα ως ορίσματα στη διαδικασία ανεμόμυλος, μεταβιβάζονται στις υποδιαδικασίες της μέσω του μηχανισμού των παραμέτρων. Η παρούσα δραστηριότητα εστιάζει στην αλυσίδα της διαδικασίας ανταλλαγής των παραμετρικών τιμών από διαδικασία σε διαδικασία. Στο τέλος το σχέδιο που ζωγραφίζει η οντότητα στο δάπεδο, αποτελεί ένα στιγμιότυπο κλήσης της διαδικασίας ανεμόμυλος για τις τιμές των ορισμάτων με τα οποία κλήθηκε.

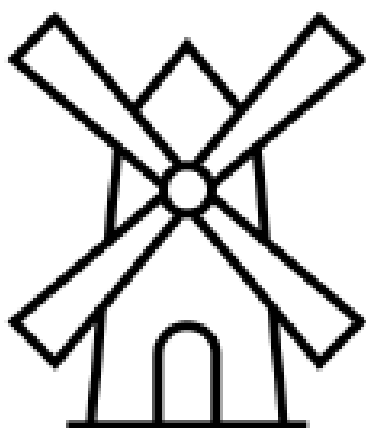
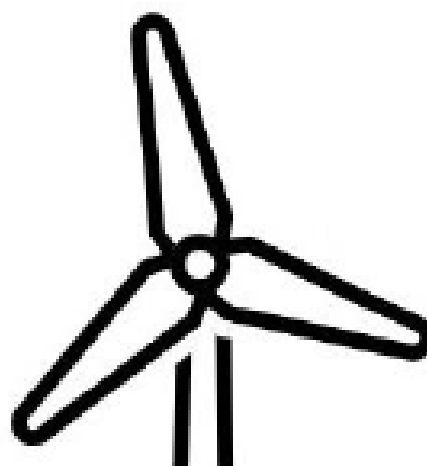
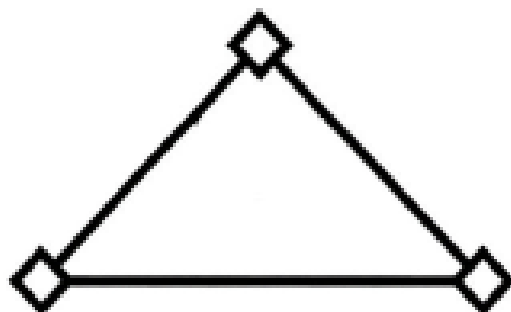
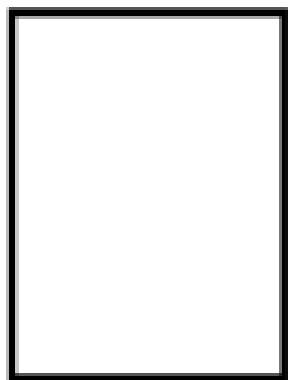
Συζήτηση στην τάξη

Γίνεται συζήτηση στην τάξη πάνω σε δυσκολίες των μαθητών που εντόπισε ο εκπαιδευτικός κατά την πορεία της δραστηριότητας ή πάνω απορίες των μαθητών κατά την υλοποίηση.

Αν υπάρχει χρόνος η δραστηριότητα μπορεί να επαναληφθεί με διαφορετικές τιμές ορισμάτων και εναλλαγή των ρόλων μεταξύ των μαθητών.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα



Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα

ορθογώνιο
τριγωνο
τριγωνο
τριγωνο
τριγωνο
σπιτι
φερωτη
ανεμομυλος
ορθογώνιο
τριγωνο
τριγωνο
τριγωνο
τριγωνο
σπιτι
φερωτη
ανεμομυλος

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Α' Γυμνασίου - Ενότητα: Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομπωτικά συστήματα

Πιστοποίηση κατασκευαστή Συνέντευξη

Όνομα μαθητή

.....
.....

Ημερομηνία:

Δραστηριότητα

Ήρθε η ώρα να αναλάβετε την κατασκευή μεγαλύτερων έργων! Πριν όμως πρέπει να περάσετε το τεστ πιστοποίησης.

Επεκτείνετε το πρόγραμμα κατασκευής ανεμόμυλων που θα βρείτε στον ψηφιακό σας φάκελο, για τη δημιουργία αιολικού πάρκου με ανεμόμυλους τον ένα δίπλα στον άλλο. Οι πελάτες σας θα μπορούν να επιλέξουν το πλήθος των ανεμόμυλων του πάρκου.

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ackermann. E. (2001). Piaget ' s Constructivism , Papert ' s Constructionism : What ' s the difference ? *Future of Learning Group Publication*, 5, 1–11. Doi: 10.1.1.132.4253
- Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *Computer Journal*, 55, 832–835.
- Alamer. R. A., Al-Doweesh. W. A., Al-Khalifa. H. S., & Al-Razgan. M. S. (2016). Programming unplugged: Bridging CS unplugged activities gap for learning key programming concepts. *Proceedings - 2015 5th International Conference on e-Learning, ECONF 2015, October*, 97–103. Doi: 10.1109/ECONF.2015.27
- Autor, D., Levy, F. & Murnane, R. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1,279-1,333.
- Bakker. A. (2014). *An Introduction to Design-Based Research with an Example From Statistics An introduction to design-based research with an example from statistics education* (Issue September). Doi:10.1007/978-94-017-9181-6
- Barrows, H.S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond. In L. Wilkerson and W.H. Gijsselaers (Eds.), *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice. New directions for teaching and learning* (no. 68, pp. 3-13). San Francisco: Jossey-Bass.
- Bedwell, W.L., Salas, E., & Fiore, S.M. (2011). *Developing the 21st century (and beyond) workforce: A review of interpersonal skills and measurement strategies*. Paper prepared for the NRC Workshop on Assessing 21st Century Skills. Available: http://www7.nationalacademies.org/bota/21st_Century_Workshop_Salas_Fiore_Paper.pdf [October 2011].
- Bell. T., Alexander. J., Freeman. I., & Grimley, M. (2009). Computer Science Unplugged: School Students Doing Real Computing Without Computers. *Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20–29.
- Bell. T., Vahrenhold. J., (2018). CS unplugged—How is it used, and does it work? In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 11011 LNCS*. Springer International Publishing. Doi: 10.1007/978-3-319-98355-4_29

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Bell. T., Rosamond. F., Casey. N. (2012). Computer science unplugged and related projects in math and computer science popularization. In *The multivariate algorithmic revolution and beyond* (pp. 398-456). Springer, Berlin, Heidelberg.

Bell. T., Alexander. J., Freeman. I., Grimley. M. (2008). CS without computers: new outreach methods from old tricks. In *Proceedings of 21st Annual Conference of the National Advisory Committee on Computing Qualifications (NACCCQ)*. Auckland, New Zealand: Academic Press.

Bell. T., & Lodi. M. (2019). Constructing Computational Thinking Without Using Computers. *Constructivist Foundations*, 14(3), 342–351.

Brookfield. S.D. (1995). *Becoming a critically reflective teacher*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Brookshear, J G. (2005). *Computer Science: An Overview*, Pearson International Edition, 11th Ed., (Chapter 5).

Brownell, W.A., & Moser, H.E. (1949). Meaningful vs. mechanical learning: A study on grade 3 subtraction. In *Duke University Research Studies in Education*, No. 8. Durham, NC: Duke University Press.

Busuttil. L., Formosa. M. (2020). Teaching Computing without Computers: Unplugged Computing as a Pedagogical Strategy. *Informatics in Education*, 19(4), 569–587. Doi: 10.15388/INFEDU.2020.25

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., McKenney. S., & Reeves. T. (2012) Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.

Çakiroglu, Ü., Suiçmez, S. S., et al. (2018). Exploring perceived cognitive load in learning programming via Scratch. *Research in Learning Technology*. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.1888>

Clancy. M. (2004). Misconceptions and attitudes that interfere with learning to program. In *Computer Science Education Research*. London: Taylor & Francis Group, 85–100.

Clancy. M. (2004). Misconceptions and attitudes that interfere with learning to program. In *Computer Science Education Research*. London: Taylor & Francis Group, 85–100.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Cobb. P., Confrey. J., diSessa. A., Lehrer. R., & Schauble. L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13. Doi:10.3102/0013189X032001009

Conde. M. Á., Fernández-Llamas. C., Rodríguez-Sedano. F. J., Guerrero-Higueras. Á. M., Matellán-Olivera. V., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Promoting Computational Thinking in K-12 students by applying unplugged methods and robotics. In *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 1-6). Doi: 10.1145/3144826.3145355

Curzon. P., Waite. J., Maton. K., & Donohue. J. (2020). Using semantic waves to analyse the effectiveness of unplugged computing activities. *ACM International Conference Proceeding Series, December*. Doi: 10.1145/3421590.3421606

Curzon. P., McOwan. P. W., Cutts. Q. I., & Bell. T. (2009). Enthusing & inspiring with reusable kinaesthetic activities. In *Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education* (pp. 94-98).

Curzon. P., McOwan. P. W. (2008). Engaging with Computer Science through magic shows. *ACM SIGCSE Bulletin* 40, 3 (2008), 179–183. Also in Proceedings of ITiCSE 2008.

Curzon. P., McOwan. P.W., Donohue. J., Wright. S., and Marsh. D.W. (2018). Teaching Computer Science concepts. In *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*, S. Sentance, E. Barendsen, and C. Schulte (Eds.). Bloomsbury Publishing, London, Chapter 8, 91–108.

Dorling, M., & White, D. (2015). Scratch: A way to logo and python. *SIGCSE 2015 - Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 191–196. Doi: 10.1145/2676723.2677256

Doukakis. D, Grigoriadou. M, & Tsaganou. G. (2007). Understanding the programming variable concept with animated interactive analogies. In *Proceedings of the 8th Hellenic European Research on Computer Mathematics & Its Applications Conference (HERCMA'07)*.

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

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Feaster. Y., Segars. L., Wahba. S. K., & Hallstrom. J. O. (2011). Teaching CS unplugged in the high school (with limited success). *ITiCSE'11 - Proceedings of the 16th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science*, 248–252. Doi: 10.1145/1999747.1999817

Fleury. A. (1991). Parameter passing: the rules the students construct. *ACM SIGCSE Bulletin* 23, 1 (1991), 283–286.

Goldman. K., Gross. P., Heeren. C., Herman. G., Kaczmarczyk. L., Loui. M.C., & Zilles. C., (2008). Identifying Important and Difficult Concepts in Introductory Computing Courses Using a Delphi Process. In *Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '08)*. ACM, Portland, OR, USA, 256–260. Doi: 10.1145/1352135.1352226

Gomes, A., & Mendes, A. J. N. (2007). Learning to program-difficulties and solutions. *International Conference on Engineering Education*, 1–5.

Grover, S. & Basu, S. (2017). Measuring Student Learning in Introductory Block- Based Programming: Examining Misconceptions of Loops, Variables, and Boolean Logic. In *Proceedings of the 48th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '17)*. Seattle, WA: ACM.

Grover, S., Jackiw, N., Lundh, P., & Basu, S. (2018). Combining non-programming activities with programming for introducing foundational computing concepts. *Proceedings of International Conference of the Learning Sciences, ICLS* , 2(2018-June), 925–928.

Grover. S., Lundh. P., & Jackiw. N. (2019). Non-programming activities for engagement with foundational concepts in introductory programming. *SIGCSE 2019 - Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 1136–1142. Doi: 10.1145/3287324.3287468

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.

Grover, S., Pea, R., Cooper, S. (2015). Designing for Deeper Learning in a Blended Computer Science Course for Middle School Students. *Computer Science Education*, 25(2), 199-237.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Grover. S., Pea. R. & Cooper. S. (2016). Factors Influencing Computer Science Learning in Middle School. *In Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on CS Ed. (SIGCSE '16)*. ACM.

Guillemin. M., & Gillam. L. (2004). Ethics, reflexivity, and 'ethically important moments' in research. *Qualitative Inquiry* 10, no. 2: 261–80.

Guzdial. M. (2015). Learner-centered design of computing education: Research on computing for everyone. In *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*, 1–165.

Halasz. F., Moran. T. (1982). Analogy considered harmful. In *Proceedings of the 1982 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'82)*. ACM, New York, 383–386. Doi: 10.1145/800049.801816

Halquist. D., & Musanti. S. I. (2010). *International Journal of Qualitative Studies in Education Critical incidents and reflection: turning points that challenge the researcher and create opportunities for knowing*. Doi:10.1080/09518398.2010.492811

Hermans. F., & Aivaloglou. E. (2017). A controlled experiment comparing plugged first and unplugged first programming lessons. *ACM International Conference Proceeding Series*, 49–56. Doi: 10.1145/3137065.3137072

Hoyle. R.H., & Davisson. E.K. (2011). *Assessment of self-regulation and related constructs: Prospects and challenges*. Paper prepared for the NRC Workshop on Assessment of 21st Century Skills. Available: http://www7.nationalacademies.org/bota/21st_Century_Workshop_Hoyle_Paper.pdf [October 2011].

Hubber. P., Tytler. R., & Haslam. F. (2010). Teaching and learning about force with a representational focus: Pedagogy and teacher change. *Research in Science Education*, 40, 5-28.

Judd, C.H. (1908). The relation of special training to general intelligence. *Educational Review* 36, 28-42.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Kallia. M., Sentance. S. (2017). Computing Teachers' Perspectives on Threshold Concepts: Functions and Procedural Abstraction. In *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*. ACM, 15–24.

Katona, G. (1940). *Organizing and memorizing: Studies in the psychology of learning and teaching*. New York: Columbia University Press.

Kiley. M. & Wisker. G. (2009). Threshold concepts in research education and evidence of Threshold crossing. *Higher Education Research and Development* 28, 4 (2009), 431–441.

Kynigos. C. (1992). The turtle metaphor as a tool for children doing geometry'. In C. Hoyles & R.Noss (Eds.), *Learning Logo and Mathematics*, 97-126. Cambridge MA: M.I.T. press.

Kynigos. C., & Grizioti. M. (2018). Programming Approaches to Computational Thinking: Integrating Turtle Geometry, Dynamic Manipulation and 3D Space. *Informatics in Education*, 17(2), 321-340.

Lahtinen, E., Ala-Mutka, K., & Järvinen, H. M. (2005). A study of the difficulties of novice programmers. *ACM SIGCSE Bulletin*, 37(3), 14-18.

Land. R., Rattray. J., & Vivian. P. (2014). Learning in the liminal space: a semiotic approach to threshold concepts. *Higher Education* 67, 2 (2014), 199–217.

Lee, J., & Junoh, J. (2019). Implementing Unplugged Coding Activities in Early Childhood Classrooms. *Early Childhood Education Journal*, 47(6), 709–716. Doi: 10.1007/S10643-019-00967-Z

Lidtke, D.K. & Zhou, H.H. (1999), A new approach to an introduction to Computer Science, *Proceedings of the 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 12a4-23, Puerto Rico.

Linn. M. (1985). The cognitive consequences of programming instruction in classrooms. *Educational Researcher* 14, 5 (1985), 14–29.

Looi. C.-K., Wu. L., Seow. P. & Huang. W. (2020). *Researching and developing pedagogies using unplugged and computational thinking approaches for teaching computing in the schools*. National Institute of Education (Singapore), Office of Education

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Research. Ανακτήθηκε 5 Σεπτεμβρίου, 2022, από <https://repository.nie.edu.sg/bitstream/10497/22601/5/OER-04-16-LCK.pdf>

Ma. L. (2007). *Investigating and improving novice programmers mental models of programming concepts*. PhD Thesis. University of Strathclyde, UK.

Madison. S., Gifford. J. (1997). *Parameter passing: The conceptions novices construct*. Technical Report. Retrieved September 5, 2022 from <https://eric.ed.gov/?id=ED406211>

Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., Eastmond, E. (2010). The Scratch Programming Language and Environment, *ACM Transactions on Computing Education*, Vol. 10, No. 4, Article 16

Martin. K. (1996). Critical incidents in teaching and learning. *Issues of Teaching and Learning* 2(8). <http://www.catl.uwa.edu.au/publications/ITL/1996/8/critical>.

Mayer. R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning?. *American Psychologist*, 59(1), 14.

Mayer. R.E. (2010). *Applying the science of learning*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Mayer. R.E. (2011). Instruction based on visualizations. In R.E. Mayer and P.A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 427-445). New York: Routledge.

Mayer. R., Fay. A. (1987). A chain of cognitive changes with learning to program in Logo. *Journal of Educational Psychology* 79, 3 (1987), 269–279.

McGill. T, Volet. S. (1997). A conceptual framework for analyzing students' knowledge of programming. *Journal of Research on Computing in Education* 29, 3 (1997), 276–297. Doi: 10.1080/08886504.1997.10782199.

McKenney. S., & Reeves. T. (2012). *Conducting educational design research*. London: Routledge.

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

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Meyer. J. & Land. R. (2003). Threshold concepts and troublesome knowledge: linkages to ways of thinking and practicing. In C. Rust (Ed.), *Improving Student Learning-Ten Years On*. Oxford, OCSLD.

Moreno, R., & Mayer, R.E. (1999). Multimedia-supported metaphors for meaning making in mathematics. *Cognition & Instruction*, 17, 215-248.

National Research Council. (1999a). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council. (1999b). *How People Learn: Bridging Research and Practice*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council. (2005). *How Students Learn: History, Mathematics, and Science in the Classroom*. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington, DC: The National Academies Press.

Nishida. T., Idosaka. Y., Hofuku. Y., Kanemune. S., & Kuno. Y. (2008). New methodology of information education with "CS Unplugged". In R. T. Mittermeier & M. M. Syslo (Eds.), *ISSEP 2008, LNCS 5090* (pp. 241–252).

Papert. S. (1991). Νοητικές Θύελλες: Παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες. (Σταματίου Α. μετ., Κωτσάνης Γ. επιμ.). Αθήνα: Εκδόσεις Οδυσσέας ΕΠΕ.

Papert S. (1999) Introduction: What is Logo? And who needs it? In: *Logo philosophy and implementation*, Logo Computer Systems, Highgate Springs VT: IV–XVI.

Pears et al. (2007). A Survey of Literature on the Teaching of Introductory Programming. In *Proceedings of the 38th Technical Symposium on CS Education*, Covington, KY, USA. ACM.

Poulakis, E., & Politis, P. (2020). Teaching Computational Thinking Unplugged: A Review of Tools and Methodologies. *Handbook of Research on Tools for Teaching Computational Thinking in P-12 Education*, 200-236.

Prain. V., & Waldrip. B. (2006). An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, 28, 1843 - 1866.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Qian. Y., & Lehman. J. (2017). Students' misconceptions and other difficulties in introductory programming: A literature review. *ACM Transactions on Computing Education*, 18(1), 1–24. Doi: 10.1145/3077618

Rodriguez. B., Kennicutt. S., Rader. C., & Camp. T. (n.d.). Assessing Computational Thinking in CS Unplugged Activities. *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*. Doi:10.1145/3017680

Rodriguez. B., Rader. C., & Camp. T. (2016). Using Student Performance to Assess CS Unplugged Activities in a Classroom Environment. In *Proceedings of 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in CS Education ITiCSE '16* (pp. 95-100). New York: ACM. Doi: 10.1145/2899415.2899465

Sadler, P. M., Sonnert, G., Coyle, H. P., Cook-Smith, N., & Miller, J. L. (2013). The influence of teachers' knowledge on student learning in middle school physical science classrooms. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1020-1049. Doi: 10.3102/0002831213477680

Sanders. K., McCartney. R. (2016). Threshold concepts in computing: past, present, and future. *16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*. Koli, Finland.

Sandri. O. (2013). Threshold concepts, systems and learning for sustainability. *Environmental Education Research* 19, 6 (2013), 810–822.

Sendurur. P. (2019). Investigation of pre-service CS teachers' CS-unplugged design practices. *Education and Information Technologies*, 24(6), 3823–3840. Doi:10.1007/10639-019-09964-6

Sleeman, D., Putnam, R. T., Baxter, J., & Kuspa, L. (1986). Pascal and high school students: A study of errors. *Journal of Educational Computing Research* 2, 1 (1986), 5–23. Doi: 10.2190/2XPP-LTYH-98NQ-BU77.

Sleeman, D., Putnam, R. T., Baxter, J., & Kuspa, L. (1988). An introductory Pascal class: A case study of students' errors. In R. Mayer(Ed) *Teaching and Learning Computer Programming: Multiple Research Perspectives*. Norwood, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 237–257.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Sirkiä. T. (2012). *Recognizing Programming Misconceptions—An Analysis of the Data Collected from the UUhistle Program Simulation Tool*. Department of Computer Science and Engineering, Aalto University. Master Thesis.

Sorva. J. (2013). Notional machines and introductory programming education. *Transactions on Computer Education* 13, 2, Article 8 (July 2013), 31 pages. Doi: 10.1145/2483710.2483713

Strobel. J., van Barneveld. A. (2009). When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(1), 43-58. Retrieved: 5 September, 2022 from <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1046&context=ijpbl>

Taber. K. (2014). Alternative conceptions/frameworks/misconceptions. In *Encyclopedia of Science Education Vol. A*. Springer, New York, 37–41. Doi: 10.1007/978-94-007-6165-0_88-2.

Tang. K. S., Delgado. C., & Moje. E. B. (2014). An integrative framework for the analysis of multiple and multimodal representations for meaning-making in science education. *Science Education*, 98(2), 305–326. Doi: 10.1002/sce.21099

Thies. R., & Vahrenhold. J. (2013). On plugging “unplugged” into CS classes. *SIGCSE 2013 - Proceedings of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 365–370. Doi: 10.1145/2445196.2445303

Think aloud protocol. (2022, January 10). Ανακτήθηκε 5 Σεπτεμβρίου, 2022, από https://en.wikipedia.org/wiki/Think_aloud_protocol

Tripp. D. (1993). *Critical incidents in teaching: Developing professional judgment*. New York: Routledge.

Tonbuloğlu. B., & Tonbuloğlu. I. (2019). The effect of unplugged coding activities on computational thinking skills of middle school students. *Informatics in Education*, 18(2), 403–426 Doi:10.15388/infedu.2019.19

UNESCO (2020). *COVID-19 Educational disruption and response*. Ανακτήθηκε 5 Σεπτεμβρίου, 2022, από: <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Waite. J., Maton. K., Curzon. P., & Tuttiett. L. (2019). Unplugged computing and semantic waves: Analysing crazy characters. *ACM International Conference Proceeding Series, September*. Doi:10.1145/3351287.3351291

Weintrop., D., & Wilensky., U. (2015). To block or not to block, that is the question: students' perceptions of blocks-based programming. In *Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children* (pp. 199-208).

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

Woods. P. (1993). *Critical events in teaching and learning*. London: Falmer.

Βακάλη. Α., Γιαννόπουλος. Η., Ιωαννίδης. Ν., Κοίλιας. Χ., Μάλαμας. Κ., Μανολόπουλος. Ι. & Πολίτης. Π. (2010). *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον [σχολικό εγχειρίδιο]*. Αθήνα: Εκδόσεις Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος». Ανακτήθηκε 5 Σεπτεμβρίου, 2022, από http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2718/Pliroforiki_G-Lykeiou_html-empl/index2_1.html

Γρηγοριάδου. Μ., Γόγουλου. Α., Γουλή. Ε., Γλέζου. Κ., Μπούμπουκα. Μ., Παπανικολάου. Κ., Τσαγκάνου. Γ., Κανίδης. Ε., Βεργίνης. Η., Δουκάκης. Δ. (2009). *Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Εφόπουλος, Β. (2005). *Διαδικτυακό Περιβάλλον υποστηριζόμενο από Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων για την εισαγωγή στη διδασκαλία των αρχών του προγραμματισμού (Διδακτορική διατριβή)*. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας. Doi: 10.12681/eadd/14441

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

Λάτση. Μ. (2021). Σημειώσεις μαθήματος «Ερευνητική Εργασία» - Educational Design Research – Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας – Ε.Κ.Π.Α.

Σχεδιασμός και υλοποίηση συνδυασμού δραστηριοτήτων προγραμματισμού «με» και «χωρίς» υπολογιστή, για τη νοηματοδότηση βασικών εννοιών του εισαγωγικού προγραμματισμού

Τζιμογιάννης Α. (2008). *Η διδασκαλία του Προγραμματισμού και της αλγοριθμικής επίλυσης προβλημάτων στο Ενιαίο Λύκειο*, Εκπαιδευτικό Υλικό, Έργο "Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών Πληροφορικής", Τελικός δικαιούχος: ΕΑΙΤΥ.

Τσιάμη. Φ., Έξαρχος. Δ., Κράββαρης. Δ., Νικολού. Α. (2014). Αξιοποίηση του Scratch υπό το πρίσμα επικοινωνιακής προσέγγισης, *Πρακτικά Εργασιών 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής*, Βόλος.