



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Επικοινωνίας και
Μέσων Ενημέρωσης

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ: Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ
ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΤΩΝ ΛΟΓΙΚΩΝ ΤΕΛΕΣΤΩΝ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ 9-12 ΧΡΟΝΩΝ**

Αντωνία Αγόρου

Λεμεσός, Μάιος 2022

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΣΩΝ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΣΠΟΥΔΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ: Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ
ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΤΩΝ ΛΟΓΙΚΩΝ ΤΕΛΕΣΤΩΝ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ 9-12 ΧΡΟΝΩΝ

της

Αντωνίας Αγόρου

Λεμεσός, Μάιος 2022

Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ: Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΛΟΓΙΚΩΝ ΤΕΛΕΣΤΩΝ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ 9-12 ΧΡΟΝΩΝ

Παρουσιάστηκε από την

Αντωνία Αγόρου

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. Ελένη Κύζα

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Δρ. Ιόλη Νικολαΐδου

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Μάιος 2022

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Αντωνία Αγόρου, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Επικοινωνίας και Σπουδών Διαδικτύου του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους ανθρώπους που πίστεψαν στις ικανότητες μου, ακόμη κι όταν εγώ έπαψα να το κάνω.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για την κατανόηση της ανάπτυξης της Υπολογιστικής Σκέψης σε παιδιά κρίνεται ως αναγκαιότητα η επέκταση του ερευνητικού ενδιαφέροντος στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Οι λογικοί τελεστές θεωρούνται μια από τις πιο δυσνόητες υπολογιστικές έννοιες, ιδιαίτερα για παιδιά, γι' αυτό χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Η παρούσα έρευνα εξέτασε την Υπολογιστική Σκέψη και τις πρακτικές προγραμματισμού, ως προς τη χρήση των λογικών τελεστών, 22 μαθητών 9-12 χρονών ενός εκπαιδευτικού προγράμματος προγραμματισμού με τη χρήση του λογισμικού Scratch. Της εκπαιδευτικής παρέμβασης προηγήθηκε η συλλογή των τελευταίων έργων των παιδιών τα οποία ήταν παιχνίδια τύπου Λαβυρίνθου. Στη συνέχεια, οι μαθητές παρακολούθησαν επτά μαθήματα σχετικά με τη Λογική και εξασκήθηκαν στην επίλυση ψηφιακών δραστηριοτήτων. Στο τέλος, κλήθηκαν να δημιουργήσουν ένα παιχνίδι βάσει συγκεκριμένων προδιαγραφών. Συλλέχθηκαν συνολικά 44 τεχνουργήματα και 44 ερωτηματολόγια για ανάλυση. Η ανάλυση των δεδομένων στηρίχθηκε στις συγκρίσεις των έργων των δύο χρονικών φάσεων, ως προς το επίπεδο Υπολογιστικής Σκέψης, και στις προδιαγνωστικές και μεταδιαγνωστικές μετρήσεις ερωτηματολογίου, το οποίο έλεγξε τις γνώσεις των μαθητών στους λογικούς τελεστές. Τα τελικά τους παιχνίδια εξετάστηκαν και ως προς την αποτελεσματική χρήση λογικών τελεστών για την ανίχνευση σχετικών πρακτικών προγραμματισμού. Τα ευρήματα έδειξαν αύξηση του επιπέδου Υπολογιστικής Σκέψης σε τέσσερις διαστάσεις: ροή ελέγχου, αφαίρεση, αλληλεπίδραση χρήστη, λογική με στατιστικά σημαντικές διαφορές να εντοπίζονται στη συνολική βαθμολογία, αφαίρεση και λογική. Ως προς την εκμάθηση των λογικών τελεστών, η βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών υποδηλώνει την θετική επίδραση της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Παρανοήσεις εντοπίστηκαν στη χρήση του *H* και του *KAI*. Η πλειοψηφία των μαθητών εφάρμοσε επιτυχώς λογικούς τελεστές στα παιχνίδια της για την παραγωγή κυρίως των εξής μηχανισμών: πήδημα ήρωα, βαρύτητα, χαρακτήρες που υπόκεινται στον ίδιο κανόνα.

Λέξεις κλειδιά: υπολογιστική σκέψη, προγραμματισμός, λογικοί τελεστές, Scratch, δημοτική εκπαίδευση

ABSTRACT

To understand the development of Computational Thinking in children, it is considered a necessity to conduct further research in primary education. Logical operators are considered one of the most difficult computational concepts, especially for children, thus further investigation is needed. With this in mind, an educational intervention was conducted to investigate Computational Thinking and programming practices of children, in terms of the use of logical operators. This study included twenty-two Programming students aged 9-12 years and focused on the use of the software Scratch. Prior to the educational intervention, participants' last games, which were of a maze type, were collected for analysis. Then students took seven lessons on Logic and practiced on digital activities. In the end, they were asked to create a game based on specific requirements. In total, 44 artifacts and 44 questionnaires were collected for analysis. Data analysis was based on comparing their projects before and after the intervention, in terms of the level of Computational Thinking, and on the pre-diagnostic and post-diagnostic questionnaires, which tested students' knowledge of the logical operators. Their final games were also examined for the effective use of logical operators to detect relevant programming practices. Findings showed an increase in the level of Computational Thinking in four dimensions: control flow, abstraction, user interactivity, logic with statistically significant differences being found in the overall score, abstraction, and logic. Regarding logical operators' acquisition, the improvement of students' performance implies that the educational intervention had a positive effect. Misinterpretations were identified in the use of *OR* and *AND* operators. Most students successfully applied logical operators in their games to produce mainly the following mechanisms: hero jump, gravity, characters subject to the same rule.

Keywords: computational thinking, programming, logical operators, Scratch, primary education

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vi
ABSTRACT	vii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	xi
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xiii
1 Εισαγωγή.....	1
2 Ιστορικό Υπόβαθρο	4
3 Εννοιολογικό υπόβαθρο	9
3.1 Υπολογιστική Σκέψη	9
3.1.1 Λογικοί Τελεστές ή Λογική Μπουλ.....	12
3.2 Περιβάλλον προγραμματισμού: Scratch.....	13
3.3 Σειρά μαθημάτων προγραμματισμού με τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch: Mars Academy	15
4 Προηγούμενες έρευνες.....	20
5 Μεθοδολογία	27
5.1 Ερευνητικά Ερωτήματα.....	27
5.2 Δείγμα.....	27
5.3 Εκπαιδευτική Παρέμβαση: Ενότητα 2 (Λογική).....	30
5.4 Συλλογή και Ανάλυση δεδομένων.....	34
6 Αποτελέσματα	41
6.1 Οι βασικές διαφορές στο επίπεδο ΥΣ των παιδιών	41
6.2 Η επίδραση της εκπαιδευτικής παρέμβασης στην εκμάθηση των λογικών τελεστών	47
6.3 Οι πρακτικές προγραμματισμού των παιδιών ως προς την χρήση των λογικών τελεστών ΚΑΙ, Ή, ΟΧΙ στη δημιουργία ενός παιχνιδιού	52

7	Συζήτηση	61
8	Συμπεράσματα.....	66
9	Περιορισμοί Έρευνας.....	68
	ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	70
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	71
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	77

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Οι τρεις διαστάσεις της Υπολογιστικής Σκέψης	12
Πίνακας 2: Διδακτικές Υποενότητες της Ενότητας 1 (Βασική Ενότητα).....	29
Πίνακας 3: Αναλυτική περιγραφή της Ενότητας 2 (Λογική).....	30
Πίνακας 4: Αξιολογικά στοιχεία πρακτικών προγραμματισμού.....	40
Πίνακας 5: Ο μέσος όρος της συνολικής βαθμολογίας και της βαθμολογίας ανά έννοια ΥΣ.....	45
Πίνακας 6: Ο μέσος όρος της συνολικής βαθμολογίας και της βαθμολογίας ανά ερώτηση του ερωτηματολογίου.....	51

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Η βασική διαρρύθμιση της πλατφόρμας	16
Διάγραμμα 2: Η αναγραφή του μέγιστου επιτρεπτού αριθμού εντολών που μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας μαθητής (#1) και η εμφάνιση ανατροφοδοτικού μηνύματος (#2)17	
Διάγραμμα 3: Η εμφάνιση του σημειωματάριου δραστηριοτήτων με το πάτημα της μπάρας που βρίσκεται στα δεξιά του περιβάλλοντος.....	17
Διάγραμμα 4: Η εμφάνιση βοηθητικών εικόνων για την επιλογή των απαιτούμενων εντολών.....	18
Διάγραμμα 5: Το εικονίδιο γραπτής συνομιλίας διασφαλίζει την ασύγχρονη επικοινωνία των μαθητών με τον/την εκπαιδευτικό τους	18
Διάγραμμα 6: Η διεπαφή του Scratch όπως εμφανίζεται στην πλατφόρμα του προγράμματος Mars Academy (αριστερά) και στην επίσημη ιστοσελίδα του λογισμικού (δεξιά).....	19
Διάγραμμα 7: Διαδικτυακή άσκηση προγραμματισμού στους λογικούς τελεστές.....	32
Διάγραμμα 8: Το έργο που δόθηκε στους συμμετέχοντες για προγραμματισμό του παιχνιδιού «Πλατφόρμα»	33
Διάγραμμα 9: Στιγμιότυπα οθόνης από 6 παιχνίδια «Λαβύρινθος»	35
Διάγραμμα 10: Στιγμιότυπα οθόνης από 6 παιχνίδια «Πλατφόρμα».....	35
Διάγραμμα 11: Η ανάλυση των αποτελεσμάτων ενός έργου στο Dr. Scratch με βαθμολογία ΥΣ βασικού επιπέδου	38
Διάγραμμα 12: Ο αριθμός των πρώτων και δεύτερων έργων ανά επίπεδο ΥΣ.....	41
Διάγραμμα 13 Α-Δ: Τα ποσοστά των πρώτων και δεύτερων έργων των παιδιών που δείχνουν τα επίπεδα της ΥΣ ανά υπολογιστική διάσταση.....	43
Διάγραμμα 14: Οι βαθμολογίες των έργων ανά έννοια ΥΣ	44
Διάγραμμα 15: Τα ποσοστά των μαθητών που δείχνουν πόσοι απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις.....	47
Διάγραμμα 16: Τα ποσοστά των απαντήσεων που δόθηκαν από τους μαθητές ανά ερώτηση για τις ερωτήσεις 1β-3.....	49
Διάγραμμα 17: Τα ποσοστά των απαντήσεων που δόθηκαν από τους μαθητές ανά ερώτηση για τις ερωτήσεις 4-5.....	50
Διάγραμμα 18: Τα ποσοστά των μαθητών ως προς την χρήση λογικών τελεστών	52
Διάγραμμα 19: Τα ποσοστά των λογικών τελεστών που χρησιμοποιήθηκαν από τους μαθητές ανά είδος.....	53

Διάγραμμα 20: Οι φορές λειτουργικής και μη λειτουργικής χρήσης των λογικών τελεστών ανά είδος.....	54
Διάγραμμα 21 A-Z: Παραδείγματα κωδίκων με τον λογικό τελεστή ΚΑΙ.....	55
Διάγραμμα 22 A-Z: Παραδείγματα κωδίκων με τον λογικό τελεστή Ή.....	57
Διάγραμμα 23 A-Δ: Παραδείγματα κωδίκων με τον λογικό τελεστή ΟΧΙ.....	58
Διάγραμμα 24 A-Γ: Προγράμματα στα οποία έγινε μη λειτουργική χρήση του λογικού τελεστή ΟΧΙ.....	59

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΥΣ: Υπολογιστική Σκέψη

1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια παρακολουθούμε το αυξανόμενο ενδιαφέρον που υπάρχει για την ενσωμάτωση του προγραμματισμού στο Δημοτικό και το Γυμνάσιο. Από το 2015 τουλάχιστον 20 χώρες της Ευρώπης – όπως είναι για παράδειγμα οι: Αυστρία, Βουλγαρία, Φιλανδία, Ισπανία, Αγγλία, Μάλτα κ.ά. – έχουν εντάξει τον προγραμματισμό στα αναλυτικά τους προγράμματα (Balanskat et al., 2018) είτε ως ανεξάρτητο μάθημα, είτε ως μέρος μιας γενικότερης σειράς μαθημάτων Ηλεκτρονικών Υπολογιστών είτε διαθεματικά μέσω άλλων αντικειμένων. Στην Κύπρο, η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) έχει ενταχθεί στο αναλυτικό πρόγραμμα της Δημοτικής Εκπαίδευσης από το 2019¹ όχι όμως ως ανεξάρτητο μάθημα. Παράλληλα, για την ίδια σχολική χρονιά αποφασίστηκε η πιλοτική εφαρμογή προγράμματος STEM σε μαθητές Στ' τάξης σε επιλεγμένα ολοήμερα δημοτικά σχολεία².

Επιπρόσθετα, αρκετοί ανεξάρτητοι οργανισμοί, που αναγνωρίζουν την ανάγκη για προώθηση της ανάπτυξης της ΥΣ σε παιδιά και ενήλικες, έχουν αναλάβει δράση. Το CS FIRST³, ένα δωρεάν εκπαιδευτικό πρόγραμμα Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, αποτελεί μια πρωτοβουλία της Google για ενίσχυση της ενασχόλησης των παιδιών σχολικής ηλικίας με τον προγραμματισμό. Ταυτόχρονα, η ISTE⁴ εφοδιάζει εκπαιδευτικούς με ιδέες, στρατηγικές και προγράμματα κατάρτισης για την ενσωμάτωση της υπολογιστικής σκέψης σε ποικίλα σχολικά μαθήματα. Αξιοσημείωτη είναι και η συμβολή του μη κερδοσκοπικού οργανισμού Code.org⁵ στην πρόσβαση 60 εκατομμυρίων παιδιών στις Επιστήμες Ηλεκτρονικών Υπολογιστών στα σχολεία καθώς και στη δημιουργία του Hour of Code⁶ που έχει εμπλέξει περισσότερα από 15 εκατομμύρια παιδιά στον κόσμο σε δραστηριότητες και γεγονότα προγραμματισμού.

¹ Σχετική Ανακοίνωση: <https://enimerosi.moec.gov.cy/ypp8836>

² Σχετική Ανακοίνωση: <https://enimerosi.moec.gov.cy/ypp9515>

³ csfirst.withgoogle.com

⁴ www.iste.org

⁵ code.org

⁶ hourofcode.com

Αρκετές πρωτοβουλίες⁷, γεγονότα και διαγωνισμοί⁸, καθώς και έργα⁹ που αφορούν στην ενίσχυση των διδακτικών πρακτικών της υπολογιστικής σκέψης ή/και της πρόσβασης και εμπλοκής των μαθητών με τον προγραμματισμό έχουν την υποστήριξη και συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Στην Κύπρο το 2012 διεξάχθηκε για πρώτη φορά, με έγκριση του Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού, ο διεθνής διαγωνισμός Πληροφορικής και Υπολογιστικής Σκέψης Bebras¹⁰ για μαθητές Γυμνασίου ενώ από το 2020 οι συμμετοχές άνοιξαν και για μαθητές Δημοτικού.

Ερευνητικά, η ΥΣ αποτελεί επίσης μια περιοχή στην οποία αρκετοί επιστήμονες έστρεψαν την προσοχή τους την τελευταία δεκαετία. Ωστόσο, οι εμπειρικές μελέτες που αφορούν σε μαθητές Δημοτικού Σχολείου είναι περιορισμένες σε αριθμό εφόσον ο προγραμματισμός σε παιδιά είναι σχετικά νέος (Nouri et al., 2020). Αν και υπάρχουν αρκετά ευρήματα για τη διερεύνηση του προγραμματισμού σε μαθητές Ανώτερης εκπαίδευσης, δεν μπορούμε να θεωρήσουμε πως τα πορίσματα ισχύουν και για μαθητές μικρότερης ηλικίας (Grover & Pea, 2013; Nouri et al., 2020). Ως προς τις ερευνητικές τάσεις με μαθητές της Στοιχειώδους Εκπαίδευσης, σύμφωνα με τους Nouri et al. (2020), μια από τις επικρατούσες είναι ο εντοπισμός των προκλήσεων και δυσκολιών που αντιμετωπίζουν κυρίως οι αρχάριοι προγραμματιστές. Οι ερευνητές αναγνώρισαν τους λογικούς τελεστές ως μια από τις πιο δυσνόητες έννοιες προγραμματισμού για παιδιά (Grover, 2020; Grover & Basu, 2017; Grover et al., 2019; Zhong et al., 2022) γι' αυτό αρκετοί (Allsop, 2019; Grover & Basu, 2017; Jiang & Wong, 2022; Kwon et al., 2021) προσπάθησαν να απαντήσουν σε ερωτήματα όπως «τι μπορούν να μάθουν οι μαθητές» και «πώς να το αξιολογήσουμε» χωρίς ακόμα να υπάρχουν αρκετά ευρήματα προς γενίκευση.

Τα ερευνητικά κενά που εντοπίστηκαν τονίζουν την ανάγκη για εμπειρικές έρευνες στην ανάπτυξη ΥΣ με μαθητές Δημοτικού Σχολείου καθώς και στη περαιτέρω εξέταση των δύσκολων υπολογιστικών εννοιών. Γι' αυτό, η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στη διερεύνηση των πρακτικών προγραμματισμού που σχετίζονται με τους λογικούς τελεστές και στη γενικότερη κατανόηση της ανάπτυξης της ΥΣ σε παιδιά 9-12 χρόνων

⁷ codeweek.eu

⁸ meet-and-code.org

⁹ codeskills4robotics.eu

¹⁰ bebras.org.cy

με προηγούμενη εμπειρία στον προγραμματισμό. Οι μαθητές ενός εκπαιδευτικού προγράμματος προγραμματισμού, το Mars Academy, μέσα από επτά μαθήματα εισάχθηκαν μεταξύ άλλων στους λογικούς τελεστές, δούλεψαν σε ψηφιακές και μη δραστηριότητες και δημιούργησαν στο τέλος το δικό τους παιχνίδι βάσει συγκεκριμένων προδιαγραφών με τη χρήση του Scratch. Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, προκύπτουν ερευνητικές προσπάθειες για σχεδιασμό εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων προγραμματισμού, ψηφιακών και μη (Grover et al., 2019), με ενίοτε διαθεματική εφαρμογή σε άλλα γνωστικά αντικείμενα (Von Wangenheim et al., 2017). Εντούτοις, η αξιοποίηση ενός υφιστάμενου εκπαιδευτικού προγράμματος προγραμματισμού απουσιάζει από τις εκπαιδευτικές παρεμβάσεις άλλων ερευνών.

Η διερεύνηση της ΥΣ σε μαθητές δημοτικού είναι μια νέα ερευνητική περιοχή με αρκετά επίκαιρα θέματα προς εξέταση. Οι έρευνες που υπάρχουν στον συγκεκριμένο τομέα δεν απαντούν μέχρι στιγμή σε όλα τα ερωτήματα που προκύπτουν σχετικά με την ΥΣ. Γι' αυτό, η παρούσα έρευνα προσπάθησε να συνεισφέρει στα πορίσματα των προηγούμενων ερευνών και να ρίξει φως σε πτυχές της ΥΣ. Η στροφή προς την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα είναι μονόδρομος' άρα γονείς, εκπαιδευτικοί αλλά και φορείς πολιτικής χάραξης, πρέπει να επαναξιολογήσουν τη σημασία και τα οφέλη του προγραμματισμού και να προσδιορίσουν εκ νέου τον ρόλο του στη ζωή των παιδιών.

2 Ιστορικό Υπόβαθρο

Η δεκαετία του 1960 σηματοδότησε την αρχή των ιδεών για ένταξη της ΥΣ στην εκπαίδευση. Τη σημασία του προγραμματισμού αρχικά υπογράμμισε ο Alan Perlis το 1962 όταν αναφέρθηκε στην ανάγκη για εκμάθηση του εν λόγω αντικειμένου από τους φοιτητές όλων ανεξαιρέτως των κλάδων για την κατανόηση της «θεωρίας του υπολογισμού» και κατ' επέκταση ποικίλων διαφορετικών αντικειμένων και εννοιών (Guzdial, 2008). Ωστόσο, οι απαρχές του προγραμματισμού στη Στοιχειώδη Εκπαίδευση εντοπίζονται το 1968 όταν οι σχεδιαστές της Logo σύστησαν τη γλώσσα προγραμματισμού τους ως μέσο ανάπτυξης της λογικής και μαθηματικής σκέψης σε παιδιά με τη χρήση παιγνιδιών δραστηριοτήτων προγραμματισμού ποικίλου περιεχομένου (Feurzeig et al., 2011).

Αν και επρόκειτο για άρθρο με ρηζικέλευθες ιδέες για την εποχή, οι εισηγήσεις των δημιουργών της Logo δεν πυροδότησαν αμέσως τη διερεύνηση της συμβολής του προγραμματισμού σε παιδιά Δημοτικής Εκπαίδευσης. Δύο δεκαετίες περίπου αργότερα, το 1980, το έργο του Seymour Papert (1980) έφερε έντονα στο προσκήνιο το θέμα του προγραμματισμού στα σχολεία (Grover & Pea, 2013) καθιστώντας το επιτακτική ανάγκη. Ο Papert υποστήριξε την ανάπτυξη της διαδικαστικής σκέψης στα παιδιά μέσω του προγραμματισμού με την Logo (Papert, 1980, 1993).

Η μεγάλη επιρροή που είχαν οι ιδέες του Papert γίνεται αντιληπτή απ' την επακόλουθη εισαγωγή του προγραμματισμού στα σχολεία. Τη δεκαετία του 1980 οι μαθητές παρακολουθούσαν μαθήματα εισαγωγής στον προγραμματισμό μέσω της Basic, Logo ή Pascal στα εργαστήρια υπολογιστών (Kafai & Burke, 2013). Η τάση αυτή, ωστόσο, αν και θετική, δεν είχε ούτε μεγάλη ούτε καθολική ισχύ. Η συχνότητα των μαθημάτων ήταν πολύ χαμηλή εφόσον η παρακολούθηση γινόταν συνήθως μόνο μία φορά τη βδομάδα. Ταυτόχρονα, η εφαρμογή αυτών των μαθημάτων δεν έγινε σε όλα τα τυπικά σχολεία λόγω της απόκλισης μεταξύ των υφιστάμενων συμπεριφοριστικών θεωριών που επικρατούσαν και των νέων κονστрукτιβιστικών αντιλήψεων που πρέσβευαν οι θέσεις του Papert (Lye & Koh, 2014).

Στα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1990 τα περισσότερα σχολεία είχαν ήδη εγκαταλείψει τον προγραμματισμό (Kafai & Burke, 2013). Εμπειρικές μελέτες που προηγήθηκαν με την Logo, όπως αυτή των Kurland et al. (1986), δεν μπόρεσαν να

επιβεβαιώσουν τη θετική επίδραση του προγραμματισμού στην εκμάθηση δεξιοτήτων σκέψης. Επιπρόσθετα, το φαινόμενο αυτό αποδίδεται και σε παράγοντες όπως η έλλειψη καταρτισμένων εκπαιδευτικών, η ελλιπής ενσωμάτωση του προγραμματισμού στα αναλυτικά προγράμματα και η εμφάνιση του διαδικτύου. Ο ενθουσιασμός που προκάλεσε το διαδίκτυο έκανε τους εκπαιδευτικούς να στραφούν στη διδασκαλία της διαδικτυακής πλοήγησης παραγκωνίζοντας τα μαθήματα προγραμματισμού (Kafai & Burke, 2013).

Προς το τέλος της δεκαετίας του 1990 η διδασκαλία του προγραμματισμού σε όλες τις βαθμίδες της Στοιχειώδους Εκπαίδευσης κερδίζει ξανά το ενδιαφέρον (Kafai & Burke, 2013). Ένα ενδιαφέρον που επισφραγίζεται από τη δημοσίευση του άρθρου της Wing για την ΥΣ το 2006, το οποίο καλούσε σε ουσιαστική δράση (Grover & Pea, 2013). Η ΥΣ καθίσταται θέμα πρώτιστης σημασίας. Το άρθρο της Wing βρίσκει γρήγορα ανταπόκριση, ιδιαίτερα στην Αμερική, γεγονός που μαρτυρούν τα εργαστήρια της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών που πραγματοποιήθηκαν το 2010 και 2011 με θέμα αφενός τη φύση της ΥΣ, τις γνωστικές και εκπαιδευτικές εφαρμογές της, και αφετέρου τις παιδαγωγικές διαστάσεις της. Επιπλέον, πυροδότησε τη διεξαγωγή εμπειρικών μελετών στην ΥΣ με μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης (Denner et. al., 2012; Kahn et al., 2011; Lee, 2010; Lin & Liu, 2012) αλλά και υψηλότερων βαθμίδων (Kwon & Jonassen, 2011; Moreno, 2012).

Η στροφή αυτή στον προγραμματισμό και το ενδιαφέρον για επανένταξη του στην σχολική εκπαίδευση τροφοδοτήθηκε από την ύπαρξη νέων οπτικών γλωσσών προγραμματισμού εύκολων στην χρήση όπως οι Toontalk, Stagecast Creator, Scratch και Alice (Lye & Koh, 2014) και αποδόθηκε όχι στην πολιτική ή απόφαση των σχολείων, αλλά στην κουλτούρα των νέων (Kafai & Peppler, 2011). Τα παιδιά ανακαλύπτουν εισαγωγικές γλώσσες προγραμματισμού, προσβάσιμες και διαθέσιμες, με τις οποίες μπορούν να δημιουργήσουν και να δημοσιεύσουν έργα. Την ενασχόληση των παιδιών με τον κώδικα μαρτυρεί η ξαφνική εμφάνιση μεγάλου αριθμού ιστοσελίδων (Scratch Online, Newgrounds Looking Glass και Planet Kodu) που σχετίζονται με την παραγωγή και κοινοποίηση διάφορων έργων προγραμματισμού: παιχνιδιών, διαδραστικών ιστοριών, σύντομων κινουμένων σχεδίων (Kafai & Burke, 2013). Οι νέοι δεν παρακολουθούν κάποιο δομημένο πρόγραμμα για την εκμάθηση

αρχών του προγραμματισμού αλλά συμμετέχουν σε μια κοινότητα παραγωγής και διάδοσης έργων του προγραμματισμού.

Αυτή είναι η τάση που επικράτησε την πρώτη δεκαετία του 2000 και συνέβαλε στη διαμόρφωση ενός «ήθους Do It Yourself (DIY)». Οι εισηγητές του όρου αυτού, Kafai και Burke (2013), σημειώνουν στη συνέχεια τις τρεις καίριες αλλαγές στην εκμάθηση του προγραμματισμού απ' τα παιδιά που επέφερε το νέο ήθος. Συνοπτικά, παρατηρούν την μετατόπιση από τον προγραμματισμό στις εφαρμογές, από τα εργαλεία στις κοινότητες και απ' το να δημιουργείς απ' το μηδέν στη δημιουργία βάσει διαφόρων στοιχείων. Το ενδιαφέρον των παιδιών κεντρίζει η δημιουργία παιχνιδιών ή διαδραστικών ιστοριών (εφαρμογές του προγραμματισμού) και όχι οι μεμονωμένες ασκήσεις. Επιπλέον, η ύπαρξη μιας διαδικτυακής κοινότητας η οποία ενώνει μέλη με κοινά ενδιαφέροντα και προβληματισμούς υπερέχει των καλών εργαλείων για προσωπική χρήση. Τέλος, οι δημοσιεύσεις έργων στις διαδικτυακές κοινότητες επιτρέπουν την οικειοποίηση υπαρχόντων προγραμμάτων με αποτέλεσμα να ενισχύεται η προσθήκη και η προσαρμογή υφιστάμενων κωδίκων παρά η εξ' ολοκλήρου δημιουργία νέων. Γενικότερα, συμπεραίνουν πως πρόκειται για μια κοινωνική στροφή που *«επαναπροσδιορίζει τον όρο της υπολογιστικής σκέψης σε υπολογιστική συμμετοχή»* λαμβάνοντας υπόψη στη διαδικασία μάθησης και άλλους παράγοντες όπως κοινωνιολογικούς και πολιτισμικούς (Kafai & Burke, 2013 p. 63).

Το ζήτημα που τίθεται για την εκμάθηση προγραμματισμού δεν επικεντρώνεται πλέον στην πρόσβαση των χρηστών στα εργαλεία – βασικό πρόβλημα της δεκαετίας του 1990 και αρχές του 2000 – αλλά στις δυνατότητες που παρέχει η παραγωγή και κοινοποίηση έργων. Η συμμετοχή των χρηστών στις διαδικτυακές κοινότητες αποτέλεσε ισχυρό κίνητρο για να εμπλακούν στη δημιουργία έργων και κατ' επέκταση στη διαδικασία εκμάθησης προγραμματισμού, παρά την απουσία δομημένων προγραμμάτων συστηματικής μάθησης στα σχολεία.

Η έννοια της ΥΣ επανακτά αναγνώριση και προστιθέμενη αξία. Γίνεται ο γραμματισμός του αιώνα μας (Wing, 2011) και μια νέα πραγματικότητα με την οποία πρέπει να συμβαδίσουμε. Ήδη απ' το 2006 η ίδια ερευνήτρια τόνισε πως θα έπρεπε να προστεθεί στις βασικές δεξιότητες που διδάσκονται τα παιδιά στο σχολείο παράλληλα με την ανάγνωση, γραφή και αριθμητική (Wing, 2006). Για τους Henderson et al. (2007, p. 195) η ΥΣ αποτελεί *«τον πυρήνα όλων των σύγχρονων γνωστικών*

αντικειμένων της εκπαίδευσης STEM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική, Μαθηματικά) και είναι εγγενής σε όλους τους άλλους κλάδους» γι' αυτό στόχος τους υπήρξε η ανεύρεση τρόπων μετάδοσης των βασικών ιδεών της ΥΣ, ο σχεδιασμός σειράς μαθημάτων και ο στοχασμός για ανασχεδιασμό των αναλυτικών προγραμμάτων στη βάση της ΥΣ.

Οι θέσεις αυτές βρήκαν διεθνή αποδοχή τα τελευταία χρόνια και υιοθετήθηκαν από εκπαιδευτικά συστήματα διαφόρων χωρών (Ισραήλ, Ρωσία, Νότια Αφρική, Νέα Ζηλανδία, Αυστραλία, Αγγλία) που συμπεριέλαβαν την ΥΣ στα αναλυτικά τους προγράμματα (Grover & Pea, 2013) χρησιμοποιώντας διαφορετικούς όρους ονομασίας του μαθήματος. Υπάρχουν διάφορα μοντέλα ενσωμάτωσης της ΥΣ στα εκπαιδευτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, γεγονός που αποκλείει τη γενίκευση κοινών όμοιων χαρακτηριστικών (Heintz et al., 2016).

Συγκεκριμένα, σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, η Πολωνία, η Νότια Κορέα, η Νορβηγία, η Νέα Ζηλανδία και η Αγγλία ο προγραμματισμός αποτελεί αυτόνομο μάθημα ενώ σε χώρες όπως η Εσθονία, η Φιλανδία και η Σουηδία είναι ενσωματωμένος σε άλλα μαθήματα. Η περίπτωση της Αυστραλίας συνδυάζει και τα δύο μοντέλα. Από τις προαναφερθείσες χώρες, ο προγραμματισμός είναι υποχρεωτικός στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση μόνο στις: Νότια Κορέα, Σουηδία, Φιλανδία, Αγγλία, Πολωνία, Εσθονία, Αυστραλία, εκ των οποίων μόνο οι τρεις τελευταίες συνεχίζουν να τον προσφέρουν ως υποχρεωτικό μάθημα και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Στην Κύπρο, πριν το 2019, η ανάπτυξη της ΥΣ μέσω του προγραμματισμού σε παιδιά της πρώτης εκπαιδευτικής βαθμίδας, παρατηρείτο μόνο σε ιδιωτικούς οργανισμούς, ιδιωτικά εκπαιδευτήρια ή οργανωμένες ομάδες που προσέφεραν μαθήματα ρομποτικής, (διαδικτυακού) προγραμματισμού ή άλλες δραστηριότητες που ενείχαν προγραμματισμό. Μέχρι τότε, τα αναλυτικά προγράμματα της Δημοτικής Εκπαίδευσης δεν είχαν κάνει χώρο για την ένταξη του προγραμματισμού στα σχολεία. Δεν έλλειψαν, ωστόσο, κάποιες μεμονωμένες ατομικές πρωτοβουλίες δασκάλων που ενσωμάτωσαν τον προγραμματισμό στις τάξεις σε συγκριμένες διδακτικές ενότητες.

Με απόφαση του Υπουργικού Συμβουλίου τον Φεβρουάριο του 2019, το μάθημα «Σχεδιασμός και Τεχνολογία» της Δημοτικής Εκπαίδευσης μετονομάζεται σε «Σχεδιασμός και Τεχνολογία – Ψηφιακές Τεχνολογίες» και διευρύνεται το Αναλυτικό του Πρόγραμμα με την ένταξη της υποενότητας ΥΣ με οκτώ διδακτικές περιόδους στην

Ε' τάξη και άλλες τόσες στην Στ' τάξη¹¹. Σύμφωνα με το Υπουργείο, η απόφαση αυτή αφορούσε στη σχολική χρονιά 2018-2019 με ισχύ το δεύτερο εξάμηνο όταν προγραμματίστηκε και σχετική επιμόρφωση των αρμόδιων εκπαιδευτικών. Αρκετοί είναι οι λόγοι που συνέτειναν στην επιλογή της γλώσσας προγραμματισμού Scratch για τη διδασκαλία της ΥΣ, με βασικότερους το ότι είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα, εύχρηστα και ελκυστικά οπτικά περιβάλλοντα, απευθύνεται σε παιδιά 8-16 χρονών και διασφαλίζει την αλληλουχία με το Αναλυτικό Πρόγραμμα του Γυμνασίου.

¹¹ Σχετική Ανακοίνωση: <https://enimerosi.moec.gov.cy/ypp8836>

3 Εννοιολογικό υπόβαθρο

3.1 Υπολογιστική Σκέψη

Η όρος της ΥΣ δεν πρέπει να συγχέεται με άλλους όρους, όπως τον ψηφιακό γραμματισμό, τον πληροφορικό γραμματισμό, τον γραμματισμό στους υπολογιστές (Grover & Pea, 2013) ή τον τεχνολογικό γραμματισμό, οι οποίοι αν και παρουσιάζουν κοινά σημεία με αυτήν, απέχουν πολύ από την έννοια και τα χαρακτηριστικά της.

Όπως αναφέρουν οι Grover και Pea (2013) από τη βιβλιογραφία αναδύονται δύο μορφές της ΥΣ. Εναλλακτικά με την ΥΣ χρησιμοποιείται συχνά ο *διαδικαστικός γραμματισμός* ο οποίος ορίζεται από τους Davidson και Mateas (2005, p. 101) μεταξύ των άλλων ως *«η ικανότητα να διαβάζεις και να γράφεις διαδικασίες»*. Αυτός ο όρος προτάθηκε από τον Sheil στο ετήσιο συνέδριο ACM το 1980, η εμφάνιση του οποίου τροφοδοτήθηκε από έργα της εποχής διαχρονικής σημασίας για τον γραμματισμό των παιδιών στον προγραμματισμό όπως το «Mindstorms» του Papert (1980) και το «Personal Dynamic Media» των Kay και Goldberg (1977) στο οποίο περιγράφουν πως διαδικαστικά συστήματα γραμμένα στη γλώσσα Smalltalk μπορούν να αποτελέσουν το μέσο για την παραγωγή εικόνων, αναπαραστάσεων, προσομοιώσεων κ.ά. από όλους ακόμα και παιδιά.

Άλλη εναλλακτική μορφή της ΥΣ αποτελεί ο όρος *υπολογιστικός γραμματισμός* ο οποίος κατά τον diSessa (2001) βασίζεται σε τρεις θεμελιώδεις πυλώνες: τον υλιστικό που αποτελείται από τα εξωτερικά, υλικά στοιχεία όπως είναι οι διεπαφές των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, τον πνευματικό ή γνωστικό που είναι ο τρόπος που σκεφτόμαστε και τον κοινωνικό που προϋποθέτει τη συλλογική εμπλοκή. Αν και ο diSessa πραγματοποιεί ένα διακριτό διαχωρισμό των εννοιών, αξιοσημείωτο είναι ότι υπογραμμίζει την σημασία του προγραμματισμού ως μέσου για την εκμάθηση αντικειμένων άλλων πεδίων – κάτι που συναντάμε σε νεότερες έρευνες.

Παρά τη σχετική αλληλοεπικάλυψη των πιο πάνω όρων με αυτόν της ΥΣ, δεν κρίνονται επιτυχείς οι προσπάθειες απόδοσης της ολιστικής προσέγγισης της ΥΣ.

Το 2006 η καθηγήτρια Πληροφορικής και επικεφαλής του τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Carnegie Mellon, Jeannette Wing διατύπωσε ότι η ΥΣ *«αναπαριστά μια καθολικά εφαρμόσιμη στάση και σετ δεξιοτήτων που ο καθένας, όχι μόνο οι*

επιστήμονες πληροφορικής, θα έπρεπε να επιδιώκει να μάθει και να χρησιμοποιεί» ενώ ακολούθως διευκρίνισε πως *«η υπολογιστική σκέψη αφορά στο σχεδιασμό συστημάτων, την επίλυση προβλημάτων και την κατανόηση ανθρώπινων συμπεριφορών, βασιζόμενη σε θεμελιώδεις έννοιες της Πληροφορικής»* (2006, p. 33). Η συγγραφέας για να τονίσει την αναγκαιότητα για έκθεση όλων των μαθητών διαφορετικών βαθμίδων στη διδασκαλία της ΥΣ επισήμανε τον ρόλο που διαδραματίζουν οι μέθοδοι της στην επίλυση περίπλοκων προβλημάτων που προηγουμένως φαινόταν αδύνατη. Με την παράθεση, ακόμη, απλών καθημερινών παραδειγμάτων, όπως είναι η αλλαγή ενός λάστιχου, το βούρτσισμα των δοντιών μας ή η ουρά στην οποία διαλέγουμε να σταθούμε στα ταμεία της υπεραγοράς, και την αναγωγή τους σε μορφές και εκδηλώσεις της ΥΣ, τονίζεται η καθολικότητα της έννοιας και η σημαντικότητα της εφαρμογής της σε όλα τα επίπεδα της ανθρώπινης ζωής (Wing, 2006; Henderson et al., 2007). Η ΥΣ δεν περιορίζεται στο πεδίο της Πληροφορικής – αν και στηρίζεται σε έννοιες και αρχές της επιστήμης αυτής – και ούτε προορίζεται για μεμονωμένη μερίδα ανθρώπων. Αποτελεί προέκταση των αρχών της επιστήμης της Πληροφορικής σε άλλους τομείς (Kafai & Burke, 2013).

Την άρρηκτη σχέση μεταξύ της ΥΣ και της επίλυσης προβλημάτων αλλά και την καθολικότητα του όρου υπογράμμισαν και οι Kafai και Burke (2013, p. 62) αναφέροντας πως *«το να σκέφτεσαι υπολογιστικά σημαίνει να βλέπεις τον κόσμο μέσα από ένα συγκεκριμένο φακό που σου επιτρέπει να κατανοείς προβλήματα και να συνεισφέρεις στις λύσεις τους»*. Επομένως, η ΥΣ πρόκειται για έναν τρόπο θέασης και αντίληψης του κόσμου γενικότερα που γίνεται ιδιαίτερα αισθητός κατά τη διαδικασία διαχείρισης και επίλυσης σύνθετων ή/και δύσκολων προβλημάτων.

Λίγα χρόνια αργότερα οι Cuny et al. (2010) συγκεκριμενοποίησαν τον ορισμό της Wing προσδίδοντας του διαδικαστική διάσταση. Ξεκαθάρισαν πως *«ΥΣ είναι οι διαδικασίες σκέψης που εμπλέκονται στη διαμόρφωση προβλημάτων και των λύσεων τους ώστε οι λύσεις να αναπαρίστανται σε μια μορφή που μπορεί να μπορεί να διεκπεραιωθεί αποτελεσματικά από έναν παράγοντα/μέσο επεξεργασίας πληροφορίας»* (όπως αναφέρεται στη Wing, 2011, p. 1) διευκρινίζοντας ότι ο ορισμός αναφέρεται σε κάθε είδους προβλήματα που μπορεί να συναντήσει κανείς στη καθημερινότητα του γι' αυτό και παρατηρείται αλληλοεπικάλυψη της ΥΣ με τη λογική σκέψη και τη συστηματική σκέψη (Wing, 2011). Στο ίδιο άρθρο, η συγγραφέας παρουσιάζει ως

σημαντικότερη διαδικασία της ΥΣ την αφαίρεση. Οι απόψεις των ερευνητών συγκλίνουν ως προς την αξία της αφαιρετικής διαδικασίας, η οποία διακρίνει την ΥΣ από άλλα παρεμφερή είδη σκέψης (Grover & Pea, 2013).

Το τι ακριβώς είναι και τι συμπεριλαμβάνει η ΥΣ είναι ακόμη υπό συζήτηση (Brennan & Resnick, 2012; Grover & Pea, 2013). Οι ορισμοί της ΥΣ ποικίλουν με δημοφιλέστερο αυτό της Wing του 2006 (Zhang & Nouri, 2019) χωρίς ωστόσο να έχει εδραιωθεί μέχρι στιγμή ένας και μοναδικός ορισμός που να χρησιμοποιείται συστηματικά από την ερευνητική κοινότητα (Román-González et al., 2018).

Σύμφωνα με τους Román-González et al. (2017) οι ορισμοί της ΥΣ που υπάρχουν στην βιβλιογραφία εμπίπτουν σε τρεις κατηγορίες: τους *γενετικούς ορισμούς*, όπως αυτός της Wing (2011; 2006), που εστιάζουν στη διαδικασία σκέψης κατά την επίλυση ενός προβλήματος που απαιτεί για την επίλυση του μια σειρά από βήματα (αλγόριθμο), τους *λειτουργικούς ορισμούς* που θεωρούν την ΥΣ ως μια διαδικασία επίλυσης προβλήματος με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως η διαμόρφωση, οργάνωση, ανάλυση, κ.τ.λ., και τους *εκπαιδευτικούς ορισμούς* που αποτελούν εννοιολογικά πλαίσια για την ανάπτυξη ΥΣ εντός τάξης ή εκπαιδευτικού περιβάλλοντος.

Για την ανάγκη της παρούσας εργασίας, θα αξιοποιηθεί το εννοιολογικό πλαίσιο της ΥΣ των Brennan και Resnick (2012), η έρευνα των οποίων είχε ως περιεχόμενο το Scratch. Το συγκεκριμένο πλαίσιο προσφέρεται για την εννοιολόγηση δεξιοτήτων ΥΣ που αναπτύσσονται μέσω γλωσσών προγραμματισμού με εικονίδια, όπως είναι το Scratch, (Brennan & Resnick, 2012; Sáez-López et al., 2016) και έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως ως βάση για εμπειρικές και θεωρητικές έρευνες (Lye & Koh, 2014). Για την ακρίβεια, σ' αυτό βασίστηκε ο σχεδιασμός της έκδοσης του Scratch 2.0 (Brennan & Resnick, 2013).

Οι ερευνητές προτείνουν μια τριμερή διάκριση της έννοιας της ΥΣ στις εξής βασικές διαστάσεις: υπολογιστικές έννοιες, υπολογιστικές πρακτικές και υπολογιστικές αντιλήψεις (βλ. Πίνακα 1). Αρκετές εμπειρικές μελέτες παρουσιάζουν επιπλέον στοιχεία ΥΣ, τα οποία δεν συμπεριλαμβάνονται σε κάποιο υφιστάμενο εννοιολογικό υπόβαθρο. Αυτό οφείλεται αφενός στη μεγάλη ενασχόληση στον τομέα της ΥΣ τα τελευταία χρόνια αλλά και στις αξιολογικές μεθόδους/εργαλεία που χρησιμοποιούνται (Tikva & Tambouris, 2021). Οι Zhang και Nouri (2019) στη δική τους έρευνα εντόπισαν και αναγνώρισαν κάποιες επιπρόσθετες υπολογιστικές δεξιότητες, τις οποίες

παρουσιάζουν αναλυτικά στην ανασκόπηση τους, και εισηγούνται την συμπερίληψη τους στο εννοιολογικό πλαίσιο των Brennan και Resnick (2012) ως πιθανά συμπληρωματικά στοιχεία.

Πίνακας 1

Οι τρεις διαστάσεις της ΥΣ

Διάσταση	Περιγραφή	Στοιχεία
Υπολογιστικές έννοιες	Οι έννοιες (7) με τις οποίες εμπλέκονται οι σχεδιαστές κατά τη διαδικασία δημιουργίας έργων και οι οποίες εντοπίζονται και σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού	ακολουθίες (αλγόριθμοι), βρόγχοι, υποθετικοί λόγοι, παράλληλος προγραμματισμός, συμβάντα, τελεστές, δεδομένα
Υπολογιστικές πρακτικές	Στρατηγικές και πρακτικές (4), που αναπτύσσουν οι σχεδιαστές κατά τη διαδικασία προγραμματισμού, και οι οποίες εστιάζουν στη διαδικασία μάθησης και σκέψης.	επαύξηση και επανάληψη, έλεγχος και αποσφαλμάτωση, επαναχρησιμοποίηση και ανάμειξη, αφαίρεση και τμηματοποίηση
Υπολογιστικές αντιλήψεις	Οι αντιλήψεις (3) που διαμορφώνουν οι σχεδιαστές για τον εαυτό τους, τις σχέσεις τους με τους άλλους και τον κόσμο γύρω τους	έκφραση, σύνδεση, απορία/αμφισβήτηση

3.1.1 Λογικοί Τελεστές ή Λογική Μπουλ

Η λογική Μπουλ αναπτύχθηκε από τον Βρετανό μαθηματικό George Boole το 1940. Οι βασικές λειτουργίες Μπουλ περιλαμβάνουν τη σύζευξη $x \wedge y$ (KAI), τη διάζευξη $x \vee y$ (Η) και την άρνηση $\neg x$ (OXI) (Weng et al., 2010; Zhong et al., 2022). Η λογική Μπουλ είναι μια στοιχειώδης έννοια της άλγεβρας όπου οι τιμές 1 και 0 αναπαριστούν το Σωστό και Λάθος αντίστοιχα. Σύμφωνα με τους Weng et al. (2010) αποτελεί μια ουσιώδη έννοια του Προγραμματισμού καθώς και των ψηφιακών ηλεκτρονικών, ενός τομέα της Ηλεκτρονικής, που ασχολείται με τη μελέτη των ψηφιακών σημάτων και των τρόπων λειτουργίας των συσκευών που σχετίζονται με την χρήση ή παραγωγή τους. Οι πιο γνωστές προσεγγίσεις για την αναπαράσταση των λογικών λειτουργιών σύμφωνα με την παραδοσιακή διδασκαλία της λογικής Μπουλ στηρίζονται στη χρήση πινάκων αληθείας, λογικών πυλών καθώς και διαγραμμάτων Βεν (Weng et al., 2010; Zhong et al., 2022). Πρόκειται για μια έννοια που οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν χωρίς αληθινά σενάρια γι' αυτό συχνά χρησιμοποιούνται διάφορα υποστηρικτικά εργαλεία όπως προσομοιωτές ηλεκτρικού ρεύματος.

Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις προκλήσεις, οι δημιουργοί οπτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού, όπως είναι το Scratch και το Alice, αντικατέστησαν τα μαθηματικά σύμβολα με λέξεις. Συγκεκριμένα, στο Scratch, τους λογικούς τελεστές αποτελούν τρεις διαφορές εντολής-εικονίδια: *KAI*, *H*, *OXI*. Οι λογικοί τελεστές μπορούν να συνδυαστούν μ' έναν αριθμό εντολών με δύο τρόπους: είτε να ενσωματωθούν σε κάποιες εντολές (π.χ. προϋποθέσεις) είτε να δεχτούν άλλες εντολές (π.χ. αισθητήρες) στις εσοχές τους. Η εξέλιξη των θεωριών μάθησης συνέβαλε στην υιοθέτηση αποτελεσματικότερων διδακτικών προσεγγίσεων της λογικής Μπουλ σε παιδιά.

3.2 Περιβάλλον προγραμματισμού: Scratch

«*To Scratch είναι μια σταγόνα στον κουβά με τα εργαλεία προγραμματισμού*» (Zhang & Nouri, 2019, p. 2). Το Scratch είναι ένα απ' τα δημοφιλέστερα και πιο ευρέως διαδομένα περιβάλλοντα προγραμματισμού ειδικά σχεδιασμένο για παιδιά 8-16 χρονών με σκοπό τη δημιουργία κινουμένων σχεδίων, παιχνιδιών και διαδραστικών ιστοριών. Σύμφωνα με τα στατιστικά της κοινότητας που παρέχει η επίσημη ιστοσελίδα του Scratch¹², περισσότερα από 103 εκατομμύρια έργα κοινοποιήθηκαν από περισσότερους από 89 εκατομμύρια χρήστες μέχρι τον Απρίλιο του 2022. Τον ίδιο μήνα, κατέχει την ψηλότερη θέση από τις οπτικές γλώσσες προγραμματισμού στην κατάταξη του The Importance Of Being Earnest (TIOBE)¹³.

Η πρωτότυπη εκδοχή δημιουργήθηκε το 2003, κυκλοφόρησε για το κοινό το 2007 ενώ αυτή τη στιγμή γνωρίζει την 3^η έκδοση του. Διατίθεται δωρεάν σε περισσότερες από 60 γλώσσες και χρησιμοποιείται από άτομα διαφόρων ηλικιών σε πάνω από 150 χώρες. Αποτελεί ίσως το σημαντικότερο έργο της Lifelong Kindergarten Group του MIT Media Lab το οποίο χρησιμοποιεί οπτικά εικονίδια για την αναπαράσταση εντολών, τα οποία οι χρήστες εύκολα επιλέγουν και σύρουν (drag and drop) στην κύρια περιοχή προγραμματισμού για να δημιουργήσουν προγράμματα. Ο τρόπος που ενώνονται τα εικονίδια για τη δημιουργία αλγορίθμων δεν διαφέρει απ' τον τρόπο που κάποιος ενώνει τουβλάκια Lego ή παζλ (Resnick et al., 2009) γεγονός που περιορίζει τα συντακτικά λάθη. Οι δυνατότητες ανάπτυξης δεξιοτήτων προγραμματισμού στους

¹² <https://scratch.mit.edu/statistics/>

¹³ <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

χρήστες αυξάνονται εφόσον μειώνονται δραματικά τα προβλήματα που δημιουργούσαν οι παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού (Lee, 2010). Οπτικές γλώσσες προγραμματισμού όπως το Scratch χρησιμοποιούν αναπαραστάσεις πλησιέστερες στην ανθρώπινη γλώσσα σε αντίθεση με άλλες γλώσσες προγραμματισμού (Lye & Koh, 2014).

Περιβάλλοντα όπως το Scratch έχουν σχεδιαστεί βάσει των κονστрукτιβιστικών ιδεών της Logo και της Etoys (Maloney et al., 2010; Resnick, 2008) αλλά το συγκεκριμένο λογισμικό διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα περιβάλλοντα όντας πιο απλό, εύχρηστο και εύληπτο. Θεωρητικές προσεγγίσεις αυτού του είδους θέλουν τα παιδιά να εμπλέκονται ενεργά στο σχεδιασμό και τη δημιουργία κατασκευών, φυσικών και μη, ή σε οποιαδήποτε άλλη μαθησιακή εμπειρία. Είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε ο έμπρακτος πειραματισμός και η δημιουργία τεχνουργημάτων να διευκολύνει τη διαδικασία της ενεργής μάθησης και του αναστοχασμού (Lee, 2010; Maloney et al., 2010).

Η γλώσσα προγραμματισμού Logo του Papert εισήγαγε την θεμελιώδη ιδέα «χαμηλό πάτωμα» και «ψηλό ταβάνι» στη διδασκαλία του προγραμματισμού αρχικά και στο σχεδιασμό και διδασκαλία πολλών άλλων αντικειμένων εφεξής. Το Scratch, όπως και άλλα εργαλεία ΥΣ, δίνουν την δυνατότητα στους αρχάριους να ξεκινήσουν εύκολα από μικρή ηλικία (χαμηλό πάτωμα) (Maloney et al., 2010). Με βάση τα στατιστικά της επίσημης ιστοσελίδας, υπάρχουν χρήστες από 4 μόλις χρονών. Ταυτόχρονα είναι εφικτό οι προχωρημένοι χρήστες να κάνουν περίπλοκα και πιο απαιτητικά έργα (ψηλό ταβάνι) όπως είναι, για παράδειγμα, η δημιουργία ενός τρισδιάστατου (3D) παιχνιδιού. Οι Resnick και Silverman (2005) βασίστηκαν στις ιδέες του Papert αλλά η δική τους εμπειρία στο σχεδιασμό κατασκευαστικών σετ τους οδήγησε να μετατοπίσουν την έμφαση από το «ψηλό ταβάνι» σε αυτό που ονόμασαν «πλατιοί τοίχοι» και ερμήνευσε αργότερα ο Resnick (2008) ως δελεαστικές και προσβάσιμες τεχνολογίες για παιδιά όλων των μαθησιακών τύπων.

Τα πλεονεκτήματα των οπτικών γλωσσών είναι αρκετά (Lye & Koh, 2014). Σε σύγκριση με άλλες γλώσσες προγραμματισμού όπως η C++ , πλησιάζουν περισσότερο τον τρόπο σκέψης των ανθρώπων παρά των μηχανών εφόσον έχουν μειωμένη σύνταξη. Το γνωστικό φορτίο επομένως μειώνεται και η κατάκτηση των διαστάσεων της ΥΣ διευκολύνεται. Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να δουν άμεσα τι παράγουν σε μορφή

κινουμένων σχεδίων γεγονός που όχι μόνο καθιστά ελκυστικό το περιβάλλον, αλλά συντείνει στον γρήγορο έλεγχο, εντοπισμό και αποσφαλμάτωση των κωδίκων. Τέλος, εμπλέκει ενεργά τους χρήστες στην παραγωγή πολυμεσικών έργων και συμβάλλει στη διαμόρφωση της στάσης και των αντιλήψεων τους στον σύγχρονο ψηφιακό κόσμο. Όπως αναφέρουν οι Zhang και Nouri (2019) εργαλεία προγραμματισμού, όπως το Scratch, έχουν διπλή συμβολή: αναπτύσσουν την ΥΣ αλλά και ψηφιακές δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα.

3.3 Σειρά μαθημάτων προγραμματισμού με τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch: Mars Academy

Το 2016 η ιδρυθείσα από τον Andrey Lobanov ρωσική εταιρεία Algorithmics παρουσιάζει τις πρώτες σειρές μαθημάτων της. Η Algorithmics εξειδικεύεται στον σχεδιασμό εκπαιδευτικών προγραμμάτων προγραμματισμού και μαθηματικών για παιδιά 6-17 χρονών με αποστολή της τη διδασκαλία δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα στα παιδιά και την αλλαγή του τρόπου εκπαίδευσης στον κόσμο. Σύμφωνα με τα στοιχεία της σελίδας¹⁴ τους πρόκειται για μια διεθνή αλυσίδα εκπαιδευτικών κέντρων με περισσότερους από 150.000 μαθητές σε περισσότερες από 50 χώρες (200 πόλεις) μερικές εκ των οποίων είναι: ΗΠΑ, Μεξικό, Ινδία, Μαλαισία, Σαουδική Αραβία, Νότια Αφρική, Ρουμανία, Αγγλία, Ελλάδα.

Ένα απ' τα αρχικά και βασικά εκπαιδευτικά προγράμματα της εταιρείας αποτελεί το Mars Academy που απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας 8-12 χρονών τα οποία θέλουν να κάνουν τα πρώτα τους βήματα στον προγραμματισμό. Τα παιδιά μαθαίνουν να δημιουργούν τα δικά τους έργα – διαδραστικές ιστορίες, κινούμενα σχέδια, παιχνίδια – προγραμματίζοντας με την γλώσσα Scratch. Το πρόγραμμα Mars Academy είναι δομημένο σε 34 μαθήματα, κατανομημένα σε 1 σχολικό χρόνο, τα οποία πραγματοποιούνται σε εβδομαδιαία βάση ανά 90 λεπτά τη φορά. Κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, η θεωρία εναλλάσσεται με δημιουργικές δραστηριότητες, ενώ για κάποια μαθήματα συμπεριλαμβάνονται φύλλα εργασίας. Η παράδοση των μαθημάτων γίνεται είτε διαδικτυακά είτε εντός της τάξης και χρησιμοποιείται κατ' εξοχήν η ειδική

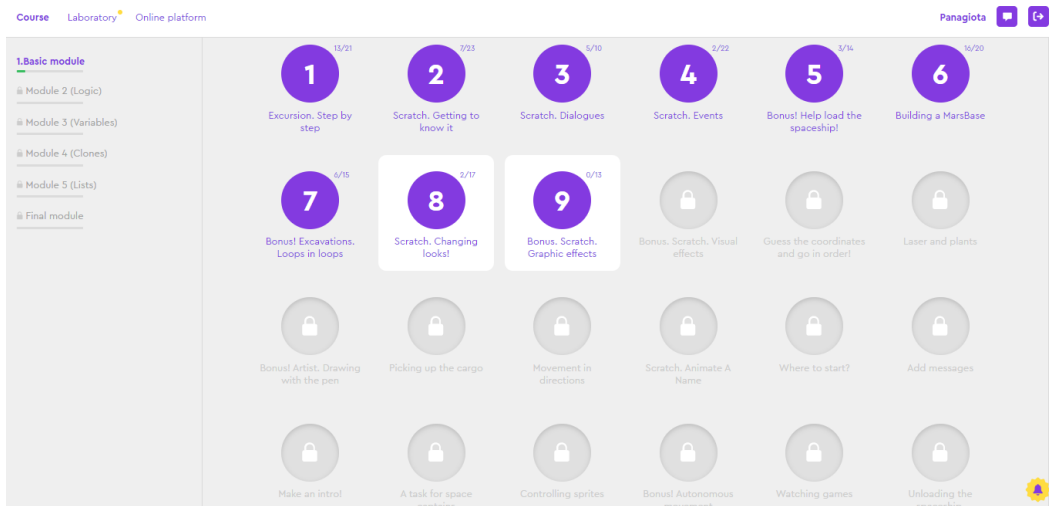
¹⁴ <https://algorithmicschool.com/en/about>

πλατφόρμα της Algorithmics στην οποία συνδέονται οι μαθητές με τα στοιχεία του προσωπικού τους λογαριασμού.

Ο σχεδιασμός της σειράς μαθημάτων Mars Academy έχει στηριχθεί στις αρχές της μάθησης βάσει έργου (Project based learning) αλλά και της παιχνιδοποίησης. Υπάρχει μια βασική ιστορία στην οποία εισάγονται οι μαθητές εξ αρχής και η οποία σχετίζεται με την εξερεύνηση του πλανήτη Άρη και των δορυφόρων του. Οι μαθητές εμπλέκονται στο σενάριο ως μέρος της ομάδας που θα ταξιδέψει στον Άρη και αναλαμβάνουν την εκπαίδευση των ρομπότ που θα τους βοηθήσουν στην κατασκευή της διαστημικής βάσης. Στην πλατφόρμα, οι διδακτικές ενότητες αναπαρίστανται ως επίπεδα που ξεκλειδώνουν σταδιακά με το πέρασμα των μαθημάτων ενώ συχνά εμφανίζονται και στάδια-μπόνους με επιπλέον δραστηριότητες (βλ. Διάγραμμα 1). Κάθε στάδιο περιέχει μια σειρά δραστηριοτήτων για εξάσκηση των νέων εννοιών και δεξιοτήτων, οι οποίες πλαισιώνονται από διαδραστικές ιστορίες, εικόνες κινουμένων σχεδίων ή/και βίντεο.

Διάγραμμα 1

Η βασική διαρρύθμιση της πλατφόρμας

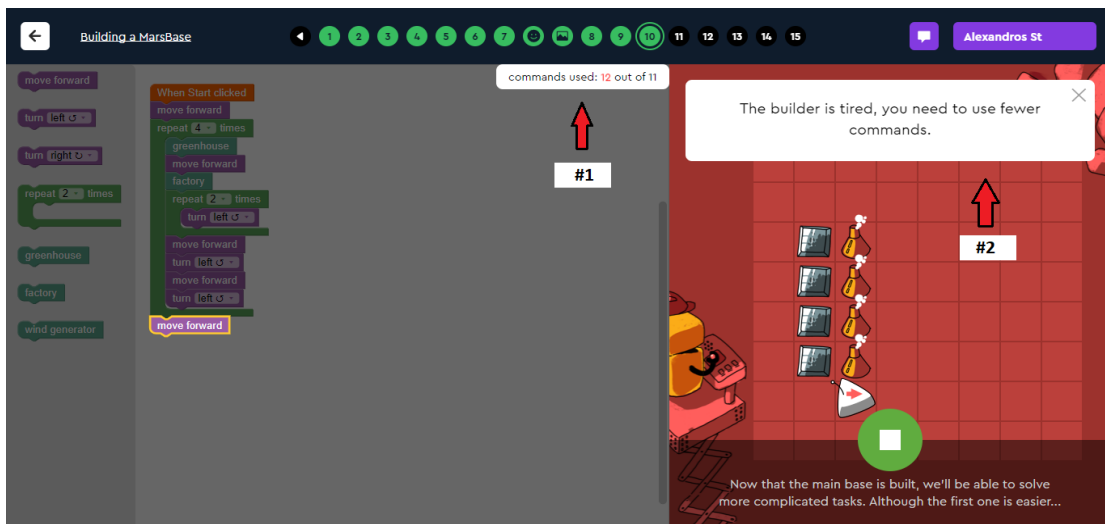


Βασικό στοιχείο της πλατφόρμας αποτελούν τα υποστηρικτικά μαθησιακά στοιχεία (σκαλωσιά). Οι περισσότερες δραστηριότητες λύνονται με την χρήση ενός πεπερασμένου αριθμού εντολών που αναγράφεται στην οθόνη των μαθητών (βλ. Διάγραμμα 2 #1). Όταν οι μαθητές τρέξουν το πρόγραμμά τους, τους παρέχεται ανατροφοδότηση για το αν έχουν λύσει σωστά ή όχι τη δραστηριότητα,

υποδεικνύοντας το είδος του λάθους (π.χ. χρήση περισσότερων εντολών από τις επιτρεπτές) (βλ. Διάγραμμα 2 #2). Ακόμη, στις πλείστες δραστηριότητες υπάρχει ένα σημειωματάριο όπου αναγράφονται οι δραστηριότητες που πρέπει να επιτελέσει ο μαθητής (βλ. Διάγραμμα 3).

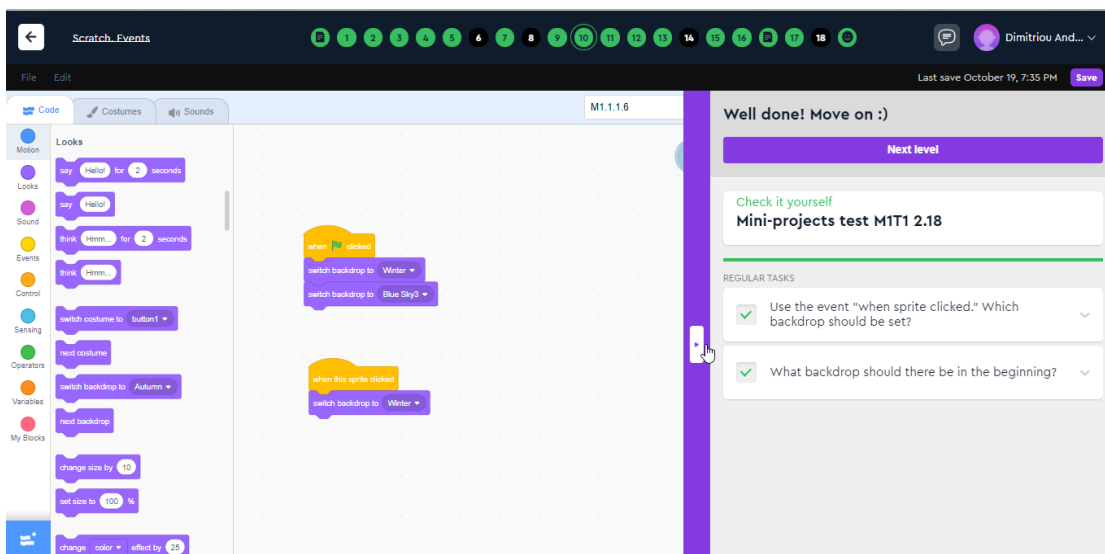
Διάγραμμα 2

Η αναγραφή του μέγιστου επιτρεπτού αριθμού εντολών που μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας μαθητής (#1) και η εμφάνιση ανατροφοδοτικού μηνύματος (#2)



Διάγραμμα 3

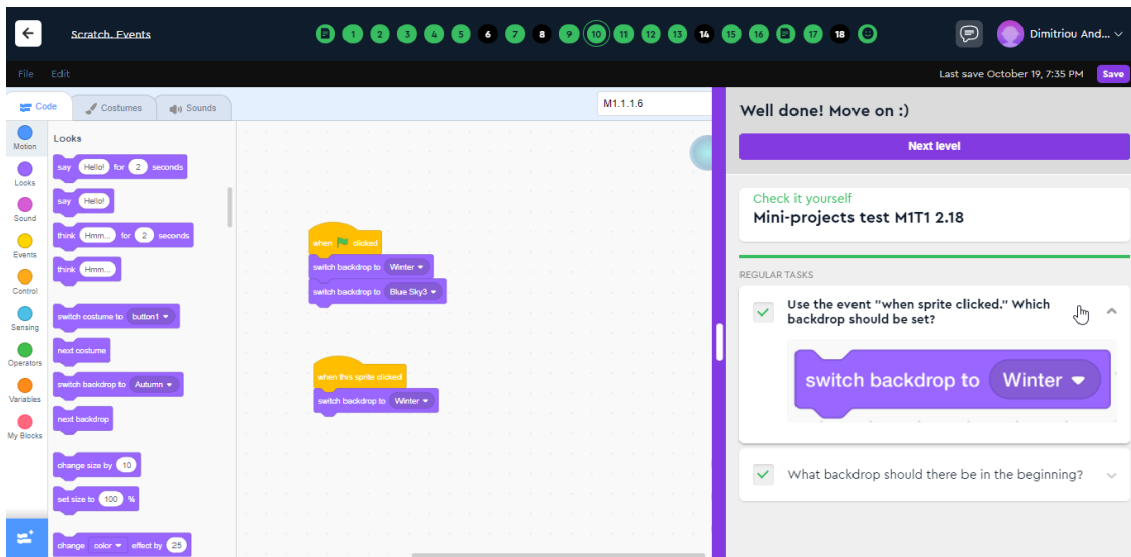
Η εμφάνιση του σημειωματάριου δραστηριοτήτων με το πάτημα της μπάρας που βρίσκεται στα δεξιά του περιβάλλοντος



Με το πάτημα κάθε δραστηριότητας εμφανίζονται βοηθητικές εικόνες στα παιδιά για το ποια εικονίδια προγραμματισμού να χρησιμοποιήσουν και πως για την επίλυση της άσκησης (βλ. Διάγραμμα 4). Τέλος, ένα εικονίδιο συνομιλίας εξασφαλίζει την ασύγχρονη – αλλά και σύγχρονη – γραπτή επικοινωνία των μαθητών με τον εκπαιδευτικό (βλ. Διάγραμμα 5).

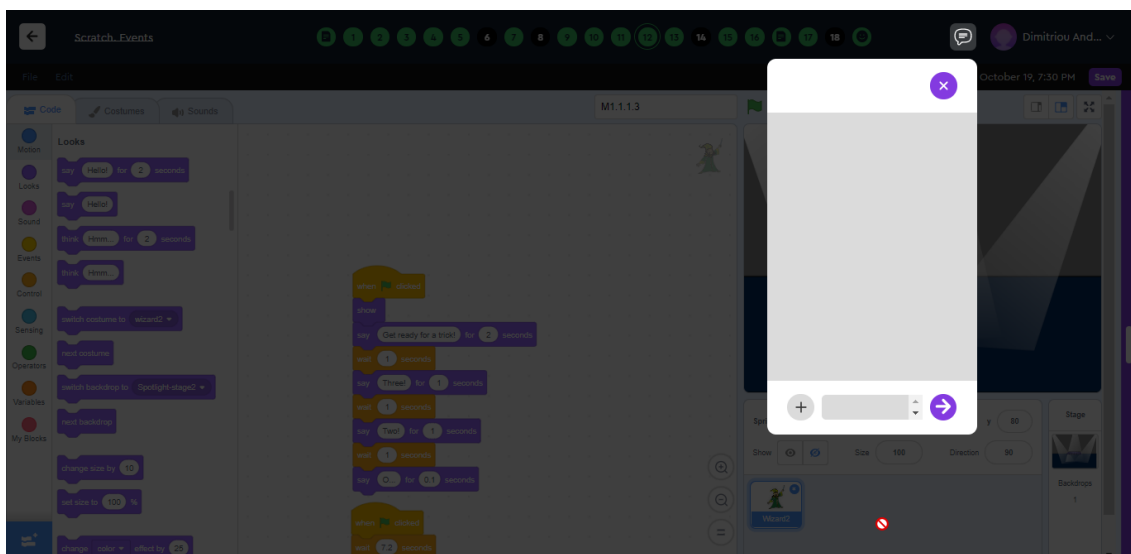
Διάγραμμα 4

Η εμφάνιση βοηθητικών εικόνων για την επιλογή των απαιτούμενων εντολών



Διάγραμμα 5

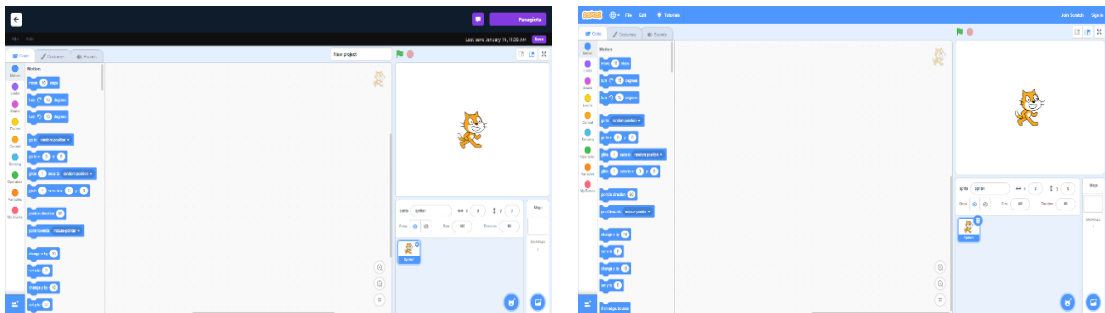
Το εικονίδιο γραπτής συνομιλίας διασφαλίζει την ασύγχρονη επικοινωνία των μαθητών με τον/την εκπαιδευτικό τους



Τους πρώτους μήνες, οι μαθητές δουλεύουν εξ ολοκλήρου στις δραστηριότητες της πλατφόρμας ούτως ώστε να κατακτήσουν τις βασικές δεξιότητες προγραμματισμού. Ακολούθως, αξιοποιείται συνδυαστικά η παραγωγή προσωπικών έργων που ανατίθενται στους μαθητές για περαιτέρω εξάσκηση και εφαρμογή των γνώσεων και δεξιοτήτων τους. Η κύρια διεπαφή του περιβάλλοντος δημιουργίας νέου έργου είναι πανομοιότυπη με αυτή του Scratch (βλ. Διάγραμμα 6) με τη βασική διαφορά ότι τα έργα των μαθητών αποθηκεύονται στον προσωπικό τους λογαριασμό στην πλατφόρμα Algorithmics και μπορούν να δημοσιευθούν εντός της τάξης, να κοινοποιηθούν με την αντιγραφή του συνδέσμου, ή να κατεβούν και να αποθηκευτούν στον υπολογιστή.

Διάγραμμα 6

Η διεπαφή του Scratch όπως εμφανίζεται στην πλατφόρμα του προγράμματος Mars Academy (αριστερά) και στην επίσημη ιστοσελίδα του λογισμικού (δεξιά)



4 Προηγούμενες έρευνες

Αν και το Scratch έχει θετική συμβολή στην ανάπτυξη βασικών εννοιών και δεξιοτήτων ΥΣ, αρκετές έννοιες φαίνονται να αποτελούν πρόκληση ως προς τη διδασκαλία και εκμάθησής τους, μια εκ των οποίων είναι και η χρήση της λογικής (Zhang & Nouri, 2019).

Οι Von Wangenheim et al. (2017) σχεδίασαν μια σειρά μαθημάτων για τη διαθεματική διδασκαλία προγραμματισμού σε μαθητές 5ης και 7ης τάξης Δημοτικού Σχολείου. Μέσα από την εκπαιδευτική σειρά UNIFICA, ενσωματωμένη στο μάθημα των Κοινωνικών Επιστημών, οι μαθητές εισάχθηκαν στον προγραμματισμό και κλήθηκαν να δημιουργήσουν το δικό τους παιχνίδι με ιστορικό θέμα. Όπως παρατηρήθηκε, ο σχεδιασμός και/ή η διαδικτυακή επιλογή χαρακτήρων και υποβάθρων ήταν μια δραστηριότητα με την οποία ασχολήθηκαν έντονα οι συμμετέχοντες. Ως προς την εκμάθηση υπολογιστικών εννοιών, σε μεγάλο ποσοστό έγινε χρήση παράλληλου προγραμματισμού και εντολών διάδρασης – κάτι που δικαιολογείται από το είδος των τεχνουργημάτων (παιχνίδι). Προϋποθέσεις χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για τον χειρισμό της εμφάνισης των χαρακτήρων και υποβάθρων. Τη μικρότερη συχνότητα εμφάνισης στα έργα των μαθητών κατέχουν οι μεταβλητές (46%) και οι τελεστές (51%) με την χρήση προϋποθέσεων-τελεστών να εξυπηρετεί κατά κύριο λόγο τον μηχανισμό βαθμολογίας. Οι συμμετέχοντες ανέφεραν πως βρήκαν τα μαθήματα εύκολα αλλά τη δημιουργία παιχνιδιών δύσκολη.

Οι Weng και Wong (2017) εξέτασαν την επίδραση του Scratch στην εκμάθηση αγγλικού διαλόγου εφαρμόζοντας μια εκπαιδευτική παρέμβαση σε εννέα μαθητές 10-11 χρονών με εμπειρία στον προγραμματισμό. Όλα τα έργα των μαθητών συγκέντρωσαν πολύ χαμηλή συγκεντρωτική βαθμολογία ΥΣ στο σχήμα των Moreno León et al. (2015). Συγχρονισμός και αναπαράσταση δεδομένων δεν εφαρμόστηκαν καθόλου. Μόνο σε δύο έργα χρησιμοποιήθηκαν πάνω από δύο χαρακτήρες ενώ η εφαρμογή παράλληλου προγραμματισμού βασικού επιπέδου εντοπίστηκε μόνο σ' ένα έργο. Αν και οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν προϋποθέσεις «εάν... αλλιώς» και εντολές διάδρασης με τον χρήστη αυτό αποδόθηκε από τους ερευνητές στη μίμηση του κώδικα-παραδείγματος του δασκάλου και όχι σε προσωπική προσπάθεια των μαθητών. Παρά την εμπειρία των μαθητών με τον προγραμματισμό, εντολές ανεπτυγμένου

επιπέδου, όπως είναι για παράδειγμα οι τελεστές, απουσίαζαν εντελώς από τα έργα των συμμετεχόντων.

Από εργαστήριο που πραγματοποίησαν οι Ternik et al. (2017), συγκεντρώθηκαν τα τεχνουργήματα (παιχνίδια τύπου λαβυρίνθου) 17 συμμετεχόντων ηλικίας 8-10 χρονών για να διερευνηθεί το επίπεδο ΥΣ καθώς και οι υπολογιστικές έννοιες που χρησιμοποίησαν. Οι συμμετέχοντες είχαν διαφορετικό υπόβαθρο στον προγραμματισμό γι' αυτό και το επίπεδο των διαστάσεων της ΥΣ παρουσίασε αρκετές διαφορές. Για παράδειγμα, μόνο στο 25% των έργων χρησιμοποιήθηκε παράλληλος προγραμματισμός προχωρημένου επιπέδου και στο 37.5% μεταβλητές. Οι μαθητές κατανόησαν και χρησιμοποίησαν με ευκολία αρκετές έννοιες όπως τα συμβάντα, οι βρόγχοι και προϋποθέσεις. Έννοιες προχωρημένου επιπέδου, όπως είναι οι τελεστές, δεν εφαρμόστηκαν από κανένα συμμετέχοντα.

Αναγνωρίζοντας τη δυσκολία κατανόησης που παρουσιάζουν οι μαθητές για συγκεκριμένες υπολογιστικές έννοιες, οι Grover και Basu (2017) προχώρησαν στην ανάπτυξη αξιολογικών στοιχείων για την μέτρηση της κατανόησης των βρόγχων, μεταβλητών και τελεστών. Αντιστοίχησαν τις γνώσεις και δεξιότητες, που σχετίζονται με τις προαναφερθείσες έννοιες, με αξιολογικές έντυπες ασκήσεις, οι οποίες απευθύνονταν σε μαθητές Γυμνασίου που παρακολουθούν εισαγωγικά μαθήματα στον προγραμματισμό. Ως προς τους βρόγχους, σύννητες λάθος των μαθητών αποτέλεσε η μεμονωμένη επανάληψη (και όχι η ομαδοποίηση) εντολών μιας ακολουθίας που βρίσκεται εντός βρόγχου. Μεγαλύτερη δυσκολία στην κατανόηση των τελεστών αποτελεί η χρήση του H . Οι ερευνητές διαπίστωσαν πως υπάρχει παρανόηση αυτού του τελεστή με τον διαζευκτικό σύνδεσμο «ή» επειδή οι μαθητές θεωρούν πως στον προγραμματισμό μόνο ένα εκ των δυο στοιχείων που συνδέονται με το «ή» μπορεί να ισχύει και όχι και τα δύο.

Στην προηγούμενη έρευνα, μεταξύ άλλων, στηρίχθηκαν οι Grover et al. (2019) οι οποίοι σχεδίασαν ψηφιακές και μη διαδικτυακές δραστηριότητες για να διερευνήσουν κατά πόσο τέτοιου είδους μη προγραμματιστικές ασκήσεις που προηγούνται του προγραμματισμού έργων στο Scratch συμβάλλουν στην εκμάθηση στοιχειωδών εννοιών προγραμματισμού, όπως είναι οι μεταβλητές, οι βρόγχοι και οι λογικές και αριθμητικές εκφράσεις, από μαθητές Γυμνασίου. Από την ποιοτική ανάλυση των έργων φάνηκε πως οι μαθητές της πειραματικής ομάδας συγκέντρωσαν ψηλότερους

μέσους όρους από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Στην πειραματική ομάδα το 41% των έργων έκανε χρήση των λογικών τελεστών και το 74% συσχετικών τελεστών, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου που συγκέντρωσε 23% και 50% αντίστοιχα. Η διαφορά μεταξύ των ομάδων ως προς τους τελεστές ήταν στατιστικά σημαντική. Η έρευνα επίσης έδειξε ότι τα μαθησιακά οφέλη της εκπαιδευτικής παρέμβασης δεν συνδέονται με τα δημογραφικά στοιχεία (όπως η καταγωγή, το φύλο ή επίδοση σε συγκεκριμένα μαθήματα).

Η έρευνα του Allsop (2019) προτείνει μια πολλαπλή προσέγγιση αξιολόγησης της διαδικασίας της ΥΣ, η οποία αποτελείται από τις υπολογιστικές έννοιες, τις μεταγνωστικές πρακτικές και τις συμπεριφορές μάθησης. Τους πρώτους 4 μήνες, 30 παιδιά ηλικίας 10-11 χρονών χρησιμοποίησαν το Scratch για τη δημιουργία ενός παιχνιδιού μέσα σε 14 ώρες προγραμματισμού ενώ τους επόμενους 4 μήνες η διαδικασία επαναλήφθηκε με τη χρήση αυτή τη φορά του εργαλείου Alice. Ως επί το πλείστον, οι συμμετέχοντες δούλεψαν ανά ζευγάρια με εξαίρεση τέσσερα παιδιά που δούλεψαν ατομικά στο Scratch. Από την ανάλυση των δεδομένων φαίνεται πως οι μαθητές δεν χρησιμοποιούν με αυτοπεποίθηση τους τελεστές, σε σύγκριση με άλλες δεξιότητες όπως είναι για παράδειγμα οι ακολουθίες, οι βρόγχοι και οι προϋποθέσεις. Στο Scratch η χρήση των τελεστών στα έργα που παρήχθησαν συνεργατικά ήταν 33% με τυπική απόκλιση 0.7% χωρίς ο ερευνητής να μπορεί να αποδώσει αν αυτό οφείλεται στο ότι οι μαθητές δεν γνώριζαν πως να χρησιμοποιήσουν τους τελεστές ή δεν τους χρειάζονταν για το παιχνίδι τους. Συγκριτικά με τα συνεργατικά έργα, η πλειοψηφία των υπολογιστικών εννοιών στα ατομικά έργα Scratch συγκέντρωσε χαμηλότερα ποσοστά με τη χρήση των τελεστών να αγγίζει μόλις το 25%. Ο συγγραφέας αναφέρει πως οι τελεστές χρησιμοποιήθηκαν με μεγαλύτερη συχνότητα από τους μαθητές κατά τον προγραμματισμό μέσω Alice αν και τα αποτελέσματα της ανάλυσης έργων αυτού του λογισμικού δείχνουν πως εξακολουθεί να είναι μια εκ των δεξιοτήτων που τα παιδιά αποφεύγουν να χρησιμοποιούν.

Ένα δικό τους αξιολογικό σχήμα ανέπτυξαν οι Kwon et al. (2021) μέσα από τη θεματική ανάλυση εννέα έργων Scratch για τη διερεύνηση της ποιότητας των προγραμμάτων των μαθητών και των υπολογιστικών πρακτικών που εφάρμοσαν. Οι 30 συμμετέχοντες 6^{ης} τάξης παρακολούθησαν μια σειρά 24 μαθημάτων κατά την οποία έμαθαν βασικές έννοιες προγραμματισμού και δημιούργησαν το δικό τους έργο για την ανάπτυξη μιας κουλτούρας καλοσύνης στο σχολείο τους. Από το σχήμα των

ερευνητών, προέκυψαν οκτώ θεματικές κατηγορίες. Οι μαθητές συγκέντρωσαν ψηλότερη βαθμολογία στα Συμβάντα, τον Παράλληλο προγραμματισμό την Ακολουθία και τον Σχεδιασμό. Αντιθέτως τη χαμηλότερη βαθμολογία συγκέντρωσε η κατηγορία Βρόγχοι & Τελεστές. Και ενώ οι ερευνητές δικαιολογούν την απουσία βρόγχων σε συγκεκριμένο είδος έργου (Scenario), επισημαίνουν την ανάγκη χρήσης τους σε άλλο είδος (Quiz) για την αποτελεσματική λειτουργία των μηχανισμών του. Ως προς τον συνδυασμό Προϋποθέσεων & Τελεστών, δεν υπάρχουν κάποια ενδιαφέροντα πορίσματα. Πρόκειται για μια από τις κατηγορίες στις οποίες οι συμμετέχοντες είχαν μέτρια επίδοση, χρησιμοποιώντας το «εάν...τότε», «εάν... αλλιώς» με τελεστές, χωρίς όμως οι επιλογές τους να συμβάλλουν την αποτελεσματικότητά του έργου.

Η διερεύνηση της χρήσης των βρόγχων, προϋποθέσεων, τελεστών, μεταβλητών και διαδικασιών από χρήστες του Scratch αποτέλεσε το αντικείμενο των Zeenaarders και Aivaloglou (2021). Στο πλαίσιο της έρευνας μεγάλης κλίμακας που πραγματοποίησαν, ανέλυσαν στατιστικά περισσότερα από 1 εκατομμύριο έργα Scratch, που παρήγαγαν περισσότεροι από 112,000 χρήστες, για την ανίχνευση της προόδου των χρηστών στη χρήση στοιχειωδών υπολογιστικών εννοιών. Ως προς τη διάσταση της λογικής των Moreno León et al. (2015), ενώ τα έργα παρουσίασαν ευρεία χρήση προϋποθέσεων με ποσοστό 42.6% μόλις το 16% έκανε χρήση τελεστών. Από την ανάλυση των δέκατων έργων των χρηστών σε σύγκριση με το πρώτο τους, η χρήση λογικών τελεστών παρουσίασε αύξηση αγγίζοντας το 24.1%. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν μια θετική πρόοδο στην χρήση των τελεστών αλλά δεν ρίχνουν φως στον τρόπο χρήσης τους για την αποτελεσματικότητα ενός έργου.

Οι διαφορές φύλου στην ανάπτυξη ΥΣ είναι ένα θέμα που απασχόλησε πρόσφατες έρευνες όπως αυτή των Abdullah et al. (2021). Μέσα από την ανάλυση 97 έργων (50 κινουμένων σχεδίων και 47 παιχνιδιών) 30 μαθητών 12 χρόνων οι συγγραφείς διερεύνησαν την ύπαρξη στατιστικής διαφοράς μεταξύ αγοριών και κοριτσιών. Ως προς τη λογική, και στα δύο είδη έργων τα αγόρια παρουσίασαν πιο ψηλή βαθμολογία αλλά δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές με τα κορίτσια. Σημαντικό είναι ότι σε κανένα έργο δεν χρησιμοποιήθηκαν τελεστές. Στα κινούμενα σχέδια το 14% των αγοριών και το 24% των κοριτσιών χρησιμοποίησαν προϋποθέσεις «εάν...αλλιώς» ενώ αντίστοιχη χρήση στα παιχνίδια έκανε μόνο ένα άτομο. Στη δημιουργία παιχνιδιών η

λογική παρουσίασε τη χαμηλότερη τιμή Mann-Whitney U ανάμεσα στις επτά διαστάσεις της ΥΣ.

Οι Jiang και Wong (2022) διερεύνησαν την ανάπτυξη και τις διαφορές φύλου στην ΥΣ 197 παιδιών ηλικίας 9-13 χρονών. Την εξέλιξη της ΥΣ σηματοδοτούν τέσσερις διαστάσεις: προϋποθέσεις, λογικοί τελεστές, αναγνώριση μοτίβου και γενίκευση. Προπειραματικά, οι συμμετέχοντες ηλικίας 12-13 χρονών παρουσίασαν καλύτερη επίδοση από τους μαθητές 9-11 χρονών σε όλες τις διαστάσεις. Αυτό οφείλεται στο γνωστικό επίπεδο ανάπτυξης των παιδιών καθώς *«τα μεγαλύτερης ηλικίας παιδιά έχουν αναπτύξει έναν πιο περίπλοκο λεκτικό συλλογισμό στην λειτουργία λογικών συνδετικών καθώς και κατηγορηματικό συλλογισμό στη διαφοροποίηση ουσιαστικών και επουσιωδών πληροφοριών»* (Jiang & Wong, 2022, p. 11). Ωστόσο, οι ερευνητές συμπεραίνουν πως από την παρέμβαση οι μαθητές ηλικίας 9-11 χρονών έχουν ωφεληθεί περισσότερο από τα παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας στις δεξιότητες προϋποθέσεων, τελεστών και αναγνώριση μοτίβων. Βάσει των πορισμάτων τους, εισηγούνται πως τα παιδιά 9-11 χρονών μπορεί να είναι ικανά να μάθουν λογικούς τελεστές. Όπως φάνηκε από τις παρατηρήσεις και συνεντεύξεις, ακόμα και η συμμετοχή των παιδιών στις μη διαδικτυακές δραστηριότητες (π.χ. παιχνίδι με κάρτες) ανάπτυξης ΥΣ, ενίσχυσαν την ανάπτυξη κατανόησης προϋποθέσεων, τελεστών και αναγνώριση μοτίβων. Όσον αφορά στο φύλο, τα ευρήματα τους δείχνουν πως δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ αγοριών-κοριτσιών στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ και συμπεραίνουν πως δεν αποτελεί καθοριστικό παράγοντα ανάπτυξης ΥΣ των παιδιών.

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προκύπτει πως οι απόψεις των ερευνητών για τη δυσκολία κατανόησης των τελεστών συγκλίνουν. Η αξία των τελεστών επισημαίνεται από την ερευνητική κοινότητα ως μια στοιχειώδης υπολογιστική έννοια απαραίτητη για την δημιουργία έργων ψηλού επιπέδου. *«Οι μαθητές πρέπει να ενθαρρύνονται να αξιοποιούν τη λογική Μπουλ εφόσον αποτελεί στοιχείο ενίσχυσης της πολυπλοκότητας των προϋποθέσεων και της εκμάθησης βρόγχων»* (Zhang & Nouri, 2019, p. 14).

Ωστόσο, ελάχιστες έρευνες (Grover & Basu, 2017; Grover et al., 2019; Jiang & Wong, 2022) επικεντρώθηκαν στη διερεύνηση της κατανόησης και του τρόπου χρήσης τους από τους μαθητές. Οι Grover και Basu (2017) όπως και οι Grover et al. (2019) συμπεριέλαβαν εξ' αρχής τους λογικούς τελεστές στις τρεις πιο δυσνόητες υπολογιστικές έννοιες γι' αυτό η έρευνα τους επικεντρώθηκε στην αξιολόγηση της

κατανόησης τους αλλά και στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων που συμβάλλουν στην εκμάθηση τους. Αν και η έρευνα των Jiang και Wong (2022) δεν εστίασε μόνο στους λογικούς τελεστές, αλλά σε όλες τις διαστάσεις της ΥΣ, είναι σημαντικό ότι προσπάθησαν να εξηγήσουν που οφείλονται τα αποτελέσματα τους λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως το φύλο και η ηλικία. Έρευνες (Abdullah et al., 2021; Von Wangenheim et al., 2017; Weng & Wong, 2017) που χρησιμοποιούν αυτόματα εργαλεία ανάλυσης κώδικα δηλώνουν την παρουσία ή μη λογικών τελεστών χωρίς να ρίχνουν φως στη συχνότητα χρήσης τους, το είδος των τελεστών και τον ρόλο που διαδραματίζουν στην πολυπλοκότητα του έργου. Ακόμα και η έρευνα των Zeenaarders και Aivaloglou (2021) που ασχολήθηκε με τη διερεύνηση πέντε υπολογιστικών εννοιών – μία εξ’ αυτών οι λογικοί τελεστές – παρουσιάζει μόνο τιμές αύξησης ή μείωσης της χρήσης τους σε μια χρονική περίοδο χωρίς να συζητά κατά πόσο αυτή η διαφορά στα ποσοστά είναι ουσιαστικής σημασίας ως προς την αποτελεσματικότητα. Επιπλέον, οι τελεστές κατατάσσονται σε διαφορετικές θεματικές κατηγορίες στα αξιολογικά σχήματα διάφορων ερευνητών (Allsop, 2019; Grover & Basu, 2017; Jiang & Wong, 2022; Kwon et al., 2021), γεγονός που δυσχεραίνει την κατανόηση του τρόπου χρήσης τους.

Αρκετοί είναι οι λόγοι που οδήγησαν στην αναγκαιότητα της παρούσας έρευνας. Αρχικά, λόγω της πρόσφατης εμφάνισης γλωσσών προγραμματισμού που είναι κατάλληλες για παιδιά, προέκυψε η ανάγκη επέκτασης της έρευνας στην ΥΣ σε παιδιά Δημοτικού (Grover & Pea, 2013; Nouri et al., 2020). Δεν μπορούμε να αρκεστούμε στα πορίσματα των ερευνών στον προγραμματισμό που έγιναν με μαθητές Ανώτερης εκπαίδευσης γιατί είναι αδύνατο να είναι εφαρμόσιμα σε άτομα τόσο μεγάλης ηλικιακής και γνωστικής διαφοράς. Πρόκειται για μια σχετικά πρόσφατη ερευνητική περιοχή στην οποία εντοπίζονται κενά βάσει της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Σε προηγούμενες εμπειρικές μελέτες, οι λογικοί τελεστές απουσιάζουν τελείως από τα έργα των μαθητών (Ternik et al., 2017; Weng & Wong, 2017) ή, όταν υπάρχουν, συγκεντρώνουν πολύ χαμηλή βαθμολογία (Allsop, 2019). Οι μαθητές δεν φαίνεται να χρησιμοποιούν με αυτοπεποίθηση τους τελεστές, σε σύγκριση με άλλες έννοιες ΥΣ, ενώ ο λόγος της απουσίας τους στα έργα των παιδιών δεν μπορεί να διευκρινιστεί (Allsop, 2019). Η κατανόηση και η χρήση των λογικών τελεστών αναγνωρίστηκε ως μια από τις πιο δύσκολες υπολογιστικές έννοιες για τα παιδιά (Grover, 2020; Grover & Basu, 2017; Grover et al. 2019; Zhong et al. , 2022), Συγκεκριμένες παρανοήσεις στη

χρήση των λογικών τελεστών εντόπισαν οι Grover και Basu (2017)· ιδιαίτερα ως προς τη χρήση του *H*. Παρά τις προκλήσεις, οι Jiang και Wong (2022) στη δική τους έρευνα τους αναφέρουν ότι τα παιδιά μπορούν να κατακτήσουν ανεπτυγμένες έννοιες προγραμματισμού, όπως οι λογικοί τελεστές, από την ηλικία των 9 χρονών.

Προηγούμενες έρευνες στους λογικούς τελεστές εστίασαν στον τρόπο αξιολόγησης τους (Grover, 2020; Grover & Basu, 2017; Grover et al., 2019) στην κατανόηση της εκμάθησης τους μέσω δραστηριοτήτων (Grover et al., 2019) και στη διερεύνηση των παραγόντων που σχετίζονται με την εκμάθηση και χρήση τους (Jiang & Wong, 2022). Η βιβλιογραφία είναι ελλιπής όσον αφορά στις πρακτικές προγραμματισμού και την αποτελεσματικότητα της χρήσης των λογικών τελεστών. Οι Kwon et al. (2021) επισημαίνουν ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν το «εάν...τότε», «εάν... αλλιώς» με τελεστές, χωρίς όμως οι επιλογές τους να συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητά των έργων. Η παρούσα έρευνα κρίνεται, επομένως, αναγκαία γιατί επιδιώκει να διερευνήσει το επίπεδο ΥΣ σε μαθητές Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης εστιάζοντας στις πρακτικές προγραμματισμού των παιδιών οι οποίες σχετίζονται με την χρήση των λογικών τελεστών *KAI*, *H*, *OXI*. Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης θα εμπλουτίσουν την υφιστάμενη βιβλιογραφία και θα καλύψουν κενά που σχετίζονται με τον τρόπο χρήσης των λογικών τελεστών και την αποτελεσματικότητά τους.

5 Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα εστιάζει στη διερεύνηση της ΥΣ σε μαθητές Δημοτικού αξιοποιώντας την χρήση του περιβάλλοντος προγραμματισμού Scratch, στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού προγράμματος Mars Academy, για τη δημιουργία παιχνιδιών. Υιοθετεί το μοντέλο των Brennan και Resnick (2012), εστιάζοντας στις υπολογιστικές έννοιες, και καθοδηγείται από τον περιορισμένο αριθμό μελετών στην ΥΣ σε παιδιά και από τα πενήχρα ευρήματα στην βιβλιογραφία που αφορούν στον τρόπο εφαρμογής και την αποτελεσματικότητα των λογικών τελεστών.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της επίδρασης εκπαιδευτικής παρέμβασης στο επίπεδο της ΥΣ μαθητών και στην εκμάθηση των λογικών τελεστών και η ανίχνευση των πρακτικών προγραμματισμού των παιδιών που σχετίζονται με τη χρήση των λογικών τελεστών *KAI, H, OXI*.

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε ήταν μεικτή. Μέσω του συνδυασμού ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων επιτυγχάνεται η μεθοδολογική τριγωνοποίηση της έρευνας (Flick, 2018). Ο συνδυασμός μετρήσεων, που πρέπει να περιλαμβάνει δραστηριότητες προγραμματισμού (π.χ. τεχνουργήματα) μεταξύ άλλων, «προσφέρει μια ολιστική θέαση της κατανόησης των μαθητών» (Grover, 2020, p.2).

5.1 Ερευνητικά Ερωτήματα

1. Ποιες είναι οι βασικές διαφορές στο επίπεδο Υπολογιστικής Σκέψης των παιδιών πριν και μετά την ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής παρέμβασης;
2. Ποια είναι η επίδραση της εκπαιδευτικής παρέμβασης στην εκμάθηση των λογικών τελεστών από τους μαθητές;
3. Ποιες είναι οι πρακτικές προγραμματισμού των παιδιών ως προς την χρήση των λογικών τελεστών *KAI, H, OXI* στη δημιουργία ενός παιχνιδιού;

5.2 Δείγμα

Είκοσι-δύο παιδιά ηλικίας 9-12 χρονών συμμετείχαν στην έρευνα, εκ των οποίων τα δεκαπέντε (15) ήταν αγόρια και επτά (7) κορίτσια. Πρόκειται για δείγμα ευκολίας, καθώς οι συμμετέχοντες ήταν εγγεγραμμένοι μαθητές στο πρόγραμμα Mars Academy σε Ιδιωτικό Φροντιστήριο στην Κύπρο. Ανήκαν σε τέσσερα διαφορετικά τμήματα –

ένα ελληνόφωνο ($n = 4$), ένα αγγλόφωνο ($n = 4$) και δύο ρωσόφωνα ($n = 14$) – και παρακολουθούσαν μαθήματα προγραμματισμού εβδομαδιαίως. Ο κάθε μαθητής είχε προσωπικό λογαριασμό στην πλατφόρμα και δούλεψε ατομικά κατά την επίλυση δραστηριοτήτων και τη δημιουργία έργων. Οι υπεύθυνοι διδάσκοντες των προαναφερθέντων τμημάτων ήταν τρεις. Διδάσκουσα του ελληνόφωνου και αγγλόφωνου τμήματος ήταν η ερευνήτρια και η γλώσσα διδασκαλίας στα τμήματα αυτά ήταν αντίστοιχα τα ελληνικά και τα αγγλικά. Για τα υπόλοιπα δύο τμήματα διδάσκοντες ήταν δύο Ρώσοι εκπαιδευτές, μία γυναίκα και ένας άντρας, και η διδασκαλία των μαθημάτων έγινε στα ρωσικά. Η ερευνήτρια είναι φιλόλογος με πολυετή εκπαιδευτική εμπειρία ενώ οι άλλοι δύο εκπαιδευτές είναι κάτοχοι πτυχίου Δημοτικής Εκπαίδευσης με οκταετή κι τριετή εκπαιδευτική πείρα αντίστοιχα. Όλοι οι διδάσκοντες είχαν περάσει από διαδικτυακή θεωρητική και πρακτική εκπαίδευση στο πρόγραμμα Mars Academy από την εταιρεία Algorithmics και είχαν τουλάχιστον δύο χρόνια πείρα στη διδασκαλία του συγκεκριμένου προγράμματος.

Προϋπόθεση συμμετοχής στην έρευνα για τους μαθητές ήταν η ολοκλήρωση της Ενότητας 1 του εκπαιδευτικού προγράμματος Mars Academy, η οποία χρονικά καλύπτει περίπου τους πρώτους 5 μήνες του σχολικού έτους και κατά την οποία γίνεται εισαγωγή των μαθητών σε στοιχειώδεις έννοιες και δεξιότητες προγραμματισμού (βλ. Πίνακα 2). Επιπλέον, οι συμμετέχοντες θα έπρεπε να έχουν δημιουργήσει το πρώτο τους παιχνίδι («Λαβύρινθος») στο Scratch' μια δραστηριότητα που πραγματοποιείται στα τελευταία δύο μαθήματα της Ενότητας 1. Σε έναν λαβύρινθο ο παίκτης από μια αρχική θέση, στην οποία ξεκινά, πρέπει να φτάσει σε μια άλλη θέση, την έξοδο, περιπλανώμενος σε ένα ή περισσότερα μονοπάτια. Ένας λαβύρινθος πολλαπλών συνδέσεων αποτελείται από πολλαπλά μονοπάτια κάποια από τα οποία καταλήγουν σε αδιέξοδα (Hackworth, 2012), όπως συμβαίνει για παράδειγμα στο διάσημο παιχνίδι Pac Man. Βάσει του προγράμματος Mars Academy, ο βασικός σχεδιασμός του παιχνιδιού «Λαβύρινθος» ήταν κοινός για όλους τους μαθητές και απαιτούσε την εφαρμογή γνώσεων και δεξιοτήτων της Ενότητας 1. Οι μαθητές έπρεπε να σχεδιάσουν έναν λαβύρινθο και να προγραμματίσουν έναν βασικό ήρωα να κινείται σ' αυτόν με τη χρήση των βελών. Το παιχνίδι έπρεπε να περιέχει κάποιους βασικούς κανόνες όπως, για παράδειγμα, η αλλαγή του σταδίου με το άγγιγμα του αντικειμένου ή η επαναφορά του ήρωα στην αρχική του θέση με το άγγιγμα των τοίχων ή/και εχθρών.

Πίνακας 2

Διδακτικές Υποενότητες της Ενότητας 1 (Βασική Ενότητα)

Θεματικές Υποενότητες	Περιγραφή
Εισαγωγή στον προγραμματισμό	Σχηματισμός αλγορίθμων για την εκτέλεση απλών δραστηριοτήτων, γνωριμία με το περιβάλλον Scratch
Διάλογοι και συμβάντα	Δημιουργία διαλόγων. Χρήση των συμβάντων «όταν γίνει κλικ στην πράσινη σημαία», «όταν γίνει κλικ στο πλήκτρο διάστημα», «όταν γίνει κλικ σ' αυτό το αντικείμενο», και των εντολών «περίμενε» και «πες»
Βρόγχοι	Εισαγωγή στους βρόγχους. Χρήση των βρόγχων «για πάντα», «επανάλαβε...»
Όψεις	Εισαγωγή στις εντολές όψεων για μορφοποίηση των αντικειμένων και του υποβάθρου. Χρήση των σχετικών εντολών για αλλαγή μεγέθους, χρώματος, ενδυμασίας και υποβάθρου.
Επεξεργαστής ζωγραφικής Scratch	Σχεδιασμός υποβάθρων και αντικειμένων με την χρήση των εργαλείων επεξεργασίας. Ανέβασμα και επεξεργασία εξωτερικών εικόνων στο Scratch.
Συντεταγμένες, γωνίες και διευθύνσεις	Χρήση των εντολών «πήγαινε σε θέση x:... y:...», «ολίσθησε σε θέση x:... y:...», «στρίψε...μοίρες» και «δείξε προς κατεύθυνση...» για μετακίνηση αντικειμένων.
Διευθετήσεις	Ο ορισμός των παραμέτρων που μεταβάλλονται στη διάρκεια ενός προγράμματος και η θέση των αρχικών τιμών
Μηνύματα σε κινούμενα σχέδια	Δημιουργία κινούμενων σχεδίων με διαφορετικές σκηνές που ενεργοποιούνται με την χρήση μηνυμάτων («μετάδωσε μήνυμα», «όταν λάβω μήνυμα»)
Έλεγχος	Έλεγχος της κίνησης των αντικειμένων με τα βέλη. Χρήση του συμβάντος «όταν πατηθεί πλήκτρο...» σε συνδυασμό με εντολές συντεταγμένων («άλλαξε x κατά...», «άλλαξε y κατά...»)
Προϋποθέσεις	Εισαγωγή στις εντολές προϋποθέσεων «εάν...τότε», «εάν...τότε / αλλιώς...» και ο συνδυασμός τους με αισθητήρες χρώματος ή αντικειμένου για τη δημιουργία κανόνων παιχνιδιού
Δημιουργία Παιχνιδιού Arcade (Λαβυρίνθος)	Δημιουργία ενός παιχνιδιού-λαβυρίνθου με τουλάχιστον 3 στάδια. Εφαρμογή των προηγούμενων γνώσεων (προσθήκη κανόνων, έλεγχος χαρακτήρα με τα βέλη κ.ο.κ.)

Ο κάθε μαθητής είχε τη δυνατότητα να μορφοποιήσει το παιχνίδι του αυξάνοντας την πολυπλοκότητά του με την προσθήκη διαδραστικής ιστορίας, εχθρών/εμποδίων και άλλων μηχανισμών. Στο ψηφιακό σημειωματάριο του συγκεκριμένου σταδίου, όπου έγινε η ανάπτυξη του παιχνιδιού, υπήρχαν επτά σημειώσεις που σχετίζονταν με τον σχεδιασμό του «Λαβυρίνθου» όπως είναι για παράδειγμα: η εκκίνηση ενός επιπέδου με την χρήση μηνύματος, ο έλεγχος του ήρωα με τη χρήση των βελών, η αδυναμία του ήρωα να περάσει μέσα από τοίχους κ.τ.λ. Στο πάτημα κάθε σημείωσης, εμφανιζόταν μια εικόνα με κάποιες από τις βασικές εντολές που απαιτούνταν για τη δημιουργία του

σχετικού κώδικα. Οι σημειώσεις με τις συνοδευτικές τους εικόνες αποτέλεσαν σημαντική βοήθεια-υπενθύμιση για τους μαθητές ώστε να ανακαλέσουν τις εντολές που έπρεπε να χρησιμοποιήσουν για τη δημιουργία συγκεκριμένων μηχανισμών. Ωστόσο, δεν καθοδηγούσαν τους μαθητές στα βήματα που έπρεπε να ακολουθήσουν και στον τρόπο που έπρεπε να χωρίσουν το έργο σε μικρότερα διαχειρίσιμα τμήματα.

Η συμμετοχή των παιδιών ήταν εθελοντική και όλες οι απαραίτητες άδειες, όπως η γραπτή γονική συναίνεση, εξασφαλίστηκαν πριν την έναρξη εκπαιδευτικής παρέμβασης. Για την τήρηση της εμπιστευτικότητας και της προστασίας της ταυτότητας της ευάλωτης ομάδας των συμμετεχόντων, οποιαδήποτε προσωπικά στοιχεία τους κρυπτογραφήθηκαν (Flick, 2018).

5.3 Εκπαιδευτική Παρέμβαση: Ενότητα 2 (Λογική)

Ως εκπαιδευτική παρέμβαση στην παρούσα έρευνα ορίζεται η παράδοση των μαθημάτων της Ενότητας 2 (Λογική) του προγράμματος Mars Academy σύμφωνα με τα σχετικά σχέδια μαθήματος του εν λόγω εκπαιδευτικού προγράμματος. Δεν έγιναν τροποποιήσεις στο περιεχόμενο, τη σειρά ή τη διάρκεια των διδακτικών υποενοτήτων της Ενότητας 2 από την ερευνήτρια. Καθ' όλη την εκπαιδευτική παρέμβαση ακολουθήθηκαν οι οδηγίες και υποδείξεις των σχεδίων μαθήματος χωρίς παρεκκλίσεις. Η Ενότητα 2 (Λογική) περιλαμβάνει επτά μαθήματα διάρκειας 90' το καθένα, τα οποία πραγματοποιήθηκαν σε διάστημα 3 εβδομάδων. Κατά τη διδασκαλία αυτής της Ενότητας οι μαθητές εισάχθηκαν στις διαδικασίες, στους τελεστές, και στη χρήση του βρόγχου «επανάλαβε ώσπου...». Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει όλες τις πληροφορίες για τις διδακτικές έννοιες, δραστηριότητες και διάρκεια των μαθημάτων της ενότητας.

Πίνακας 3

Αναλυτική περιγραφή της Ενότητας 2 (Λογική)

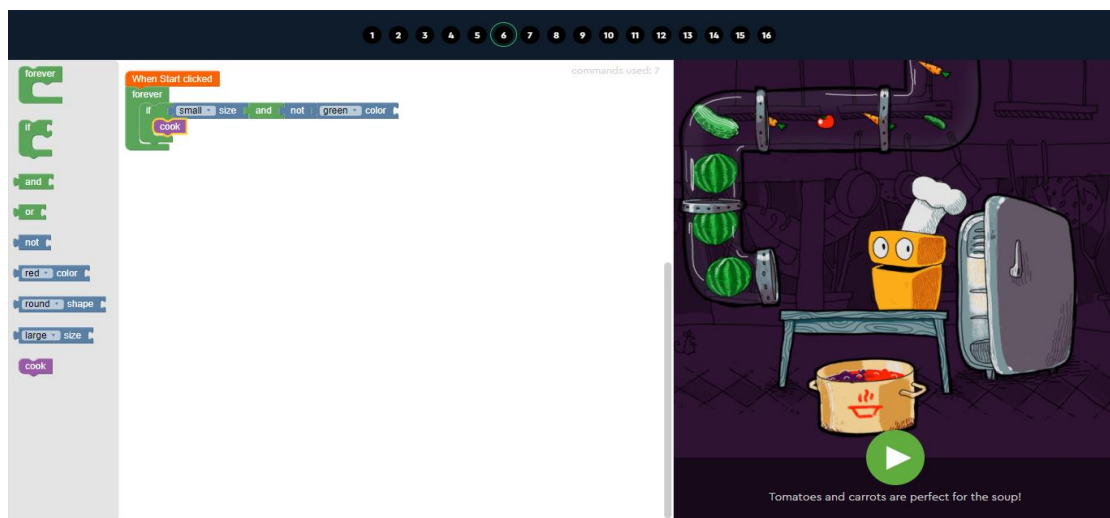
Διδακτικές Έννοιες	Μαθησιακές Δραστηριότητες	Διάρκεια
1 Εισαγωγή στις διαδικασίες	Ασκήσεις προγραμματισμού (Robosport): Δημιουργία εξατομικευμένων εικονιδίων-εντολών (my blocks) για τη διαχείριση συγκεκριμένων διαδικασιών. Προγραμματισμός ρομπότ ώστε να εκτελεί συγκεκριμένες διαδικασίες (π.χ. flip, run, jump κτλ.) Ασκήσεις προγραμματισμού (Control Procedures): Χρήση των τριών εκδοχών της εντολής «σταμάτησε» για τη διόρθωση έτοιμων προγραμμάτων	90'

2	Εισαγωγή στους λογικούς τελεστές (KAI, 'H, OXI).	Ασκήσεις προγραμματισμού (Martial Chef): Χρήση των λογικών τελεστών. Προγραμματισμός ρομπότ ώστε να επιλέγει συγκεκριμένα φρούτα ή λαχανικά κάθε φορά βάσει χρώματος ή/και σχήματος ή/και μεγέθους Φύλλο εργασίας (Ομάδες αίματος): Ποια ομάδα αίματος μπορεί να συμβατή με τις άλλες.	90'
3	Εισαγωγή στους λογικούς τελεστές (KAI, 'H, OXI).	Φύλλο εργασίας με λογικά προβλήματα Ασκήσεις προγραμματισμού (Help the Robot): Χρήση των λογικών τελεστών με προϋποθέσεις για τον καθορισμό συγκεκριμένων κανόνων σε έτοιμο παιχνίδι	90'
4	Εισαγωγή στους σχεσιακούς τελεστές (>, <, =) και στον τελεστή «επέλεξε τυχαία»	Ασκήσεις προγραμματισμού (Getting the field ready for the game): Χρήση των σχεσιακών τελεστών σε συνδυασμό με τους λογικούς τελεστές για τον καθορισμό ενεργειών που θα πραγματοποιηθούν σε μια επιλεγμένη περιοχή βάσει συντεταγμένων. Προγραμματισμός ρομπότ να καταστρέφει κακά φυτά που βρίσκονται σε συγκεκριμένες περιοχές ενός γηπέδου Φύλλο εργασίας με ασκήσεις στη χρήση «επέλεξε τυχαία». Συνδυασμός της εντολής με εντολές που σχετίζονται με συντεταγμένες και λογικούς τελεστές Ασκήσεις προγραμματισμού (Limit the area of the screen): Χρήση των σχεσιακών τελεστών σε συνδυασμό με τους λογικούς τελεστές και τον τελεστή «επέλεξε τυχαία» για τη διόρθωση έτοιμων προγραμμάτων	90'
5	Εισαγωγή στον βρόγχο «επανάλαβε ώσπου...».	Ασκήσεις προγραμματισμού (Training Base): Χρήση του βρόγχου «επανάλαβε ώσπου...» για τον προγραμματισμό του ρομπότ ώστε να κινείται σε μονοπάτια εντοπίζοντας κυλίνδρους γκαζιού αλλά αποφεύγοντας δυναμίτες Ασκήσεις προγραμματισμού (Shooting Game): Χρήση του βρόγχου «επανάλαβε ώσπου...» για την δημιουργία του μηχανισμού πυροβολισμού σε έτοιμο παιχνίδι. Συνδυασμός του βρόγχου με λογικούς τελεστές κατά την προσθήκη περισσότερων εχθρών Προαιρετικές ασκήσεις προγραμματισμού (Labyrinth with stones): Προγραμματισμός του ρομπότ να φτάσει στη γραμμή του τερματισμού σπάζοντας πέτρες που βρίσκει στον δρόμο του	90'
6	Ανάπτυξη Παιχνιδιού Arcade (Πλατφόρμα)	Ασκήσεις προγραμματισμού (Unknown Labyrinth): Χρήση του βρόγχου «επανάλαβε ώσπου...» σε συνδυασμό με την προϋπόθεση «αν...τότε / αλλιώς». Προγραμματισμός του ρομπότ να κινείται σε ένα λαβύρινθο μονοπατιών για να φτάσει στη σημείο τερματισμού Προαιρετικές ασκήσεις προγραμματισμού (Labyrinth in the dark) Ανάπτυξη Παιχνιδιού Arcade (Πλατφόρμα): Προγραμματισμός μηχανισμού βαρύτητας	90'
7	Ανάπτυξη Παιχνιδιού Arcade (Πλατφόρμα)	Οριστικοποίηση Παιχνιδιού Arcade (Πλατφόρμα): Μηχανισμός ελέγχου του ήρωα, προσθήκη κανόνων, εχθρών, διαμόρφωση σταδίων	90'

Σε κάθε μάθημα, χρησιμοποιήθηκε υποστηρικτικό εκπαιδευτικό υλικό, όπως παρουσιάσεις, και διαδικτυακές ασκήσεις προγραμματισμού τις οποίες οι μαθητές κλήθηκαν να λύσουν για εξάσκηση. Στο Διάγραμμα 7 φαίνεται μια από τις ασκήσεις προγραμματισμού στους λογικούς τελεστές στην οποία οι μαθητές έπρεπε να προγραμματίσουν το ρομπότ να επιλέξει, από ένα σύνολο φρούτων και λαχανικών, μόνο τις ντομάτες και τα καρότα βάσει χρώματος και μεγέθους.

Διάγραμμα 7

Διαδικτυακή άσκηση προγραμματισμού στους λογικούς τελεστές



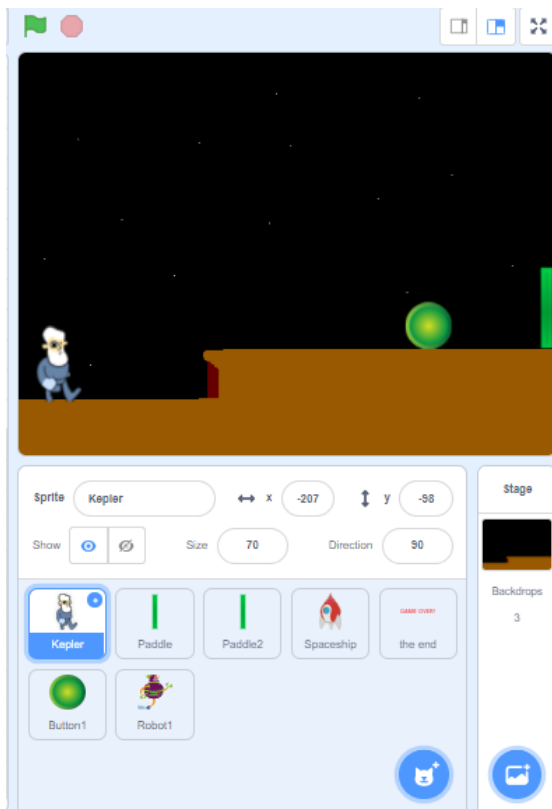
Στο τέλος της Ενότητας 2 οι μαθητές κλήθηκαν να προγραμματίσουν το δικό τους παιχνίδι («Πλατφόρμα»). Τα παιχνίδια-πλατφόρμα αποτελούν υποείδος των βιντεοπαιχνιδιών και διακρίνονται σε παιχνίδια-παζλ και παιχνίδια δράσης (Bhosale et al., 2018). Σε ένα παιχνίδι-πλατφόρμα ο παίκτης κινεί τον χαρακτήρα του σ' ένα περιβάλλον με πλατφόρμες διαφορετικού ύψους στις οποίες τρέχει, πηδά, σκαρφαλώνει κ.ο.κ. με σκοπό να φτάσει σ' ένα συγκεκριμένο σημείο ή/και να μαζέψει κάποια αντικείμενα όπως νομίσματα. Συνήθως, στα παιχνίδια-πλατφόρμα υπάρχουν εμπόδια ή εχθροί τους οποίους ο παίκτης πρέπει να αποφύγει ή να εξουδετερώσει. Διάσημα παιχνίδια-πλατφόρμα είναι τα: Super Mario Bros, Donkey Kong και Sonic the Hedgehog.

Για τη συγκεκριμένη έρευνα, ζητήθηκε από τα παιδιά η δημιουργία ενός παιχνιδιού-πλατφόρμα χρησιμοποιώντας ένα καθορισμένο μη προγραμματισμένο έργο. Αποφεύχθηκε η δημιουργία έργου ελεύθερης επιλογής γιατί σ' αυτή την περίπτωση δεν

μπορεί να αξιολογηθεί αν πράγματι ο μαθητής έχει μάθει και εφαρμόζει όσα διδάχθηκε (Grover et al., 2019). Το έργο που δόθηκε στους συμμετέχοντες είχε τρία υπόβαθρα και επτά χαρακτήρες (Kepler, Paddle, Paddle2, Spaceship, the end, Button1, Robot1) όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 8.

Διάγραμμα 8

Το έργο που δόθηκε στους συμμετέχοντες για προγραμματισμό του παιχνιδιού «Πλατφόρμα»



Οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα επιλογής χρήσης, αντικατάστασης ή/και μορφοποίησης των πιο πάνω στοιχείων. Από τους συμμετέχοντες ζητήθηκε η εφαρμογή ενός κοινού βασικού σχεδιασμού παιχνιδιού κατά τον οποίο ένας βασικός ήρωας μπορεί να κινείται με το πάτημα των βέλων, να πηδά, και να αλλάζει στάδιο όταν αγγίζει ένα αντικείμενο. Ωστόσο, η δημιουργικότητα και η πολυπλοκότητα του παιχνιδιού όπως είναι η χρήση επιπρόσθετων μηχανισμών (π.χ. προσθήκη εχθρών/εμποδίων, αριθμός σταδίων, κ.τ.λ.) βασίστηκε στις ικανότητες του κάθε μαθητή. Για το έργο «Πλατφόρμα» οι μαθητές είχαν στη διάθεση τους τέσσερις βοηθητικές σημειώσεις στο ψηφιακό σημειωματάριο του συγκεκριμένου σταδίου. Οι σημειώσεις αυτές αφορούσαν σε συγκεκριμένες οδηγίες που σχετίζονταν με τον

σχεδιασμό του παιχνιδιού όπως είναι η επιλογή ενός ήρωα και ο προγραμματισμός της κίνησης τους, η προσθήκη εμποδίων, ο σχεδιασμός ή η επιλογή των διαφορετικών επιπέδων του παιχνιδιού και η προσθήκη εχθρών. Με το πάτημα των τριών πρώτων οδηγιών δινόταν μια πιο διευκρινιστική σημείωση ή νύξεις σχετικά με τον τρόπο υλοποίησης της οδηγίας χωρίς ωστόσο να παρέχονται εικόνες των απαιτούμενων εντολών. Για την τελευταία οδηγία που αφορούσε στην επιλογή εχθρών δεν υπήρχε επιπλέον διευκρίνιση.

Οι διδάσκοντες ακολουθούσαν τα σχέδια μαθήματος του προγράμματος Mars Academy κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Τα σχέδια μαθήματος ήταν πολύ αναλυτικά και καθοδηγούσαν πλήρως τους διδάσκοντες ως προς τα βήματα που έπρεπε να ακολουθήσουν. Δεν υπήρχαν περιθώρια απόκλισης από τα σχέδια μαθήματος και όποιες διαφορές υπήρξαν στη διδασκαλία των τριών διδασκόντων έγκεινται στην προσέγγιση και το διδακτικό στυλ του καθενός. Στα τελευταία δύο μαθήματα, κατά τα οποία πραγματοποιήθηκε η ανάπτυξη του παιχνιδιού «Πλατφόρμα», οι διδάσκοντες επέβλεπαν την παραγωγή των παιχνιδιών και έλυναν απορίες των μαθητών, χωρίς να προβαίνουν σε παρεμβάσεις ή σε αποσφραματώσεις στα τεχνουργήματα των παιδιών. Ο ρόλος τους ήταν υποστηρικτικός και ενθαρρυντικός.

5.4 Συλλογή και Ανάλυση δεδομένων

Τεχνουργήματα

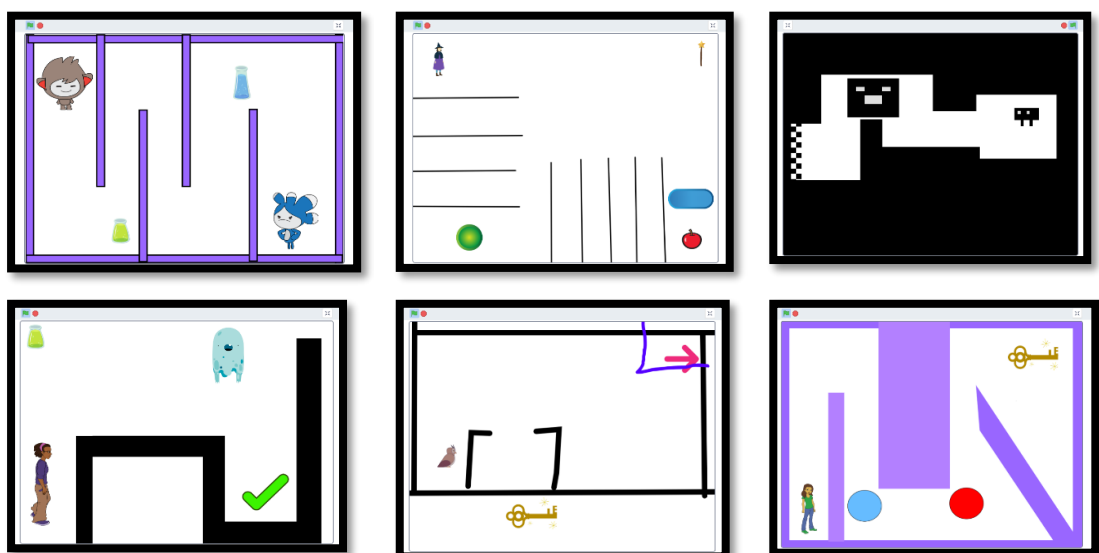
Όλα τα έργα των συμμετεχόντων ($n = 44$) συμπεριλήφθηκαν στο σώμα δεδομένων και αποτελούνταν από το πρώτο παιχνίδι των παιδιών ($n = 22$) (βλ. Διάγραμμα 9), που δημιουργήθηκε στο τέλος της Ενότητας 1, καθώς και το δεύτερο τους παιχνίδι ($n = 22$) (βλ. Διάγραμμα 10), που δημιουργήθηκε στο τέλος της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

Κάθε έργο των συμμετεχόντων ($n = 44$) συλλέχθηκε, αναλύθηκε ποσοτικά και αξιολογήθηκε για το επίπεδο της ΥΣ σύμφωνα με επτά βασικές έννοιες ΥΣ: Ροή Ελέγχου, Αναπαράσταση Δεδομένων, Αφαίρεση, Αλληλεπίδραση Χρήστη, Συγχρονισμός, Παράλληλος Προγραμματισμός, Λογική. Οι συγκρίσεις μεταξύ των πρώτων και δεύτερων έργων των συμμετεχόντων στις προαναφερθείσες έννοιες αναλύθηκαν περιγραφικά μέσω στατιστικής ανάλυσης με τη χρήση του λογισμικού SPSS v.28.0 για Windows. Τα δύο παιχνίδια των συμμετεχόντων, αν και διαφορετικά

ως προς το είδος τους, μπορούν να συγκριθούν ως προς τις διαστάσεις ΥΣ γιατί ο προγραμματισμός τους προϋποθέτει όμοια βασικά στοιχεία τα οποία είναι τα εξής: η επιλογή ενός βασικού ήρωα και ο προγραμματισμός του ελέγχου της κίνησης του με τα βέλη, η προσθήκη εμποδίων/εχθρών τους οποίους ο παίκτης πρέπει να αποφύγει γιατί αγγίζοντας τους χάνει, η μετάβαση στο επόμενο στάδιο μέσω αντικειμένων (π.χ. διαμάντι ή πύλη) με τη χρήση μηνυμάτων και η νίκη που πραγματοποιείται με το άγγιγμα συγκεκριμένου αντικειμένου/χαρακτήρα στο τέλος των σταδίων. Ήδη με το τέλος της Ενότητας 1, οι μαθητές θα μπορούσαν να προγραμματίσουν ένα παιχνίδι «Πλατφόρμα» πολύ απλής μορφής – αν και όχι άρτιο τεχνικά – βάσει των γνώσεων και δεξιοτήτων που είχαν μέχρι εκείνη την χρονική στιγμή. Ως προς τη λογική ιδιαίτερα, αξίζει να σημειωθεί ότι το παιχνίδι «Πλατφόρμα» μπορούσε να προγραμματιστεί χωρίς τη χρήση λογικών τελεστών. Οι μαθητές μπορούσαν να καταφύγουν εναλλακτικά στον σχηματισμό διαφορετικών κωδίκων, που δεν περιέχουν λογικούς τελεστές, για να πετύχουν τα ίδια αποτελέσματα. Ωστόσο, η χρήση λογικών τελεστών αυξάνει την πολυπλοκότητα ενός προγράμματος και φανερώνει έναν πιο ανεπτυγμένο τρόπο σκέψης γιατί προϋποθέτει οικονομία εντολών και σύνθεση κωδίκων.

Διάγραμμα 9

Στιγμιότυπα οθόνης από 6 παιχνίδια «Λαβύρινθος»



Επιπλέον, τα δεύτερα παιχνίδια των συμμετεχόντων («Πλατφόρμα») (n = 22) αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν ποσοτικά και ποιοτικά ως προς τη χρήση λογικών τελεστών (το είδος των λογικών τελεστών που χρησιμοποιήθηκαν στο έργο, τη

συχνότητα χρήσης, τη συχνότητα λειτουργικής και μη χρήσης, τον μηχανισμό που εξυπηρετούσαν). Η ανάλυση της χρήσης και λειτουργικότητας των λογικών τελεστών αποκαλύπτει τις πρακτικές προγραμματισμού των παιδιών σχετικά με τους λογικούς τελεστές.

Διάγραμμα 10

Στιγμιότυπα οθόνης από 6 παιχνίδια «Πλατφόρμα»



Ερωτηματολόγια

Πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση, δόθηκε στους συμμετέχοντες ένα προδιαγνωστικό ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα) για την αξιολόγηση των γνώσεων τους στους λογικούς τελεστές. Το ίδιο ερωτηματολόγιο δόθηκε στους συμμετέχοντες μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση για τη συλλογή των μεταδιαγνωστικών μετρήσεων. Όλα τα ερωτηματολόγια (n = 44) συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν περιγραφικά μέσω στατιστικής ανάλυσης με τη χρήση του λογισμικού SPSS v.28.0 για Windows.

Το ερωτηματολόγιο υιοθετήθηκε από την Grover (2020), τροποποιήθηκε και προσαρμόστηκε στην ηλικία των συμμετεχόντων και στις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Περιείχε πέντε ασκήσεις κλειστού τύπου. Η πρώτη άσκηση αποτελείται από τρία υποερωτήματα πλαισίου ελέγχου σύμφωνα με τα οποία οι συμμετέχοντες έπρεπε να επιλέξουν όλους τους εξωγήινους που ανταποκρίνονταν στις δοθείσες λογικές

εκφράσεις ανάμεσα σε μια ομάδα εξωγήινων με διαφορετικά βασικά χαρακτηριστικά ως προς το χρώμα, το αριθμό ματιών και τη χρήση γυαλιών ηλίου. Η πρώτη άσκηση έλεγχε την κατανόηση των μαθητών στην χρήση των λογικών τελεστών *KAI*, *H*, *KAI OXI*. Η δεύτερη ερώτηση, που έλεγχε την κατανόηση της χρήσης του λογικού τελεστή *KAI*, ήταν διχοτομημένη και ζητούσε από τους συμμετέχοντες να επιλέξουν κατά πόσο η γάτα της φωτογραφίας νιαουρίζει ή όχι βάσει της δοθείσας λογικής έκφρασης. Η τρίτη άσκηση έλεγχε την κατανόηση της χρήσης του λογικού τελεστή *H* και ζητούσε από τους μαθητές να επιλέξουν τη λογική έκφραση που εκφράζει τον δοθέντα συλλογισμό. Παρομοίως, η τέταρτη άσκηση έλεγχε την κατανόηση της χρήσης του λογικού τελεστή *KAI* και ζητούσε από τους μαθητές να επιλέξουν ανάμεσα σε 4 λογικές εκφράσεις αυτή που εκφράζει την δοθείσα πρόταση. Η τελευταία άσκηση συνίστατο από ένα σενάριο παιχνιδιού, συνοδευόμενο από σχετικό στιγμιότυπο οθόνης και έναν κώδικα σχετικό με τον προγραμματισμό κανόνων παιχνιδιού. Αυτή η άσκηση πολλαπλής επιλογής έλεγχε την κατανόηση της χρήσης του λογικού τελεστή *H* και ζητούσε από τους μαθητές να επιλέξουν τη λογική έκφραση που συμπληρώνει τον κώδικα ώστε να ανταποκρίνεται στις προϋποθέσεις του δοθέντος σεναρίου παιχνιδιού.

Η ανάλυση δεδομένων παρουσιάζεται με περισσότερες λεπτομέρειες στη συνέχεια.

Υπολογιστική Σκέψη: Για τη διερεύνηση του Ερευνητικού Ερωτήματος 1 (Ποιες είναι οι βασικές διαφορές στο επίπεδο Υπολογιστικής Σκέψης των παιδιών πριν και μετά την ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής παρέμβασης;) αναλύθηκαν τα τεχνουργήματα (παιχνίδια «Λαβύρινθος» και «Πλατόφορμα») των συμμετεχόντων με τη χρήση του Dr. Scratch, ενός αυτόματου διαδικτυακού εργαλείου ανάλυσης έργων Scratch.

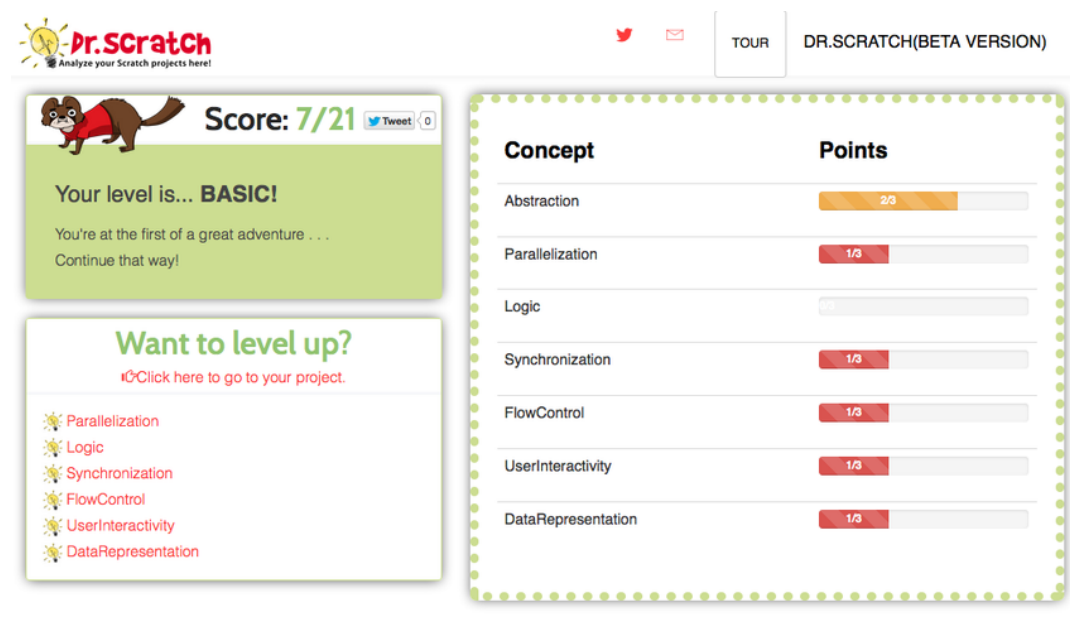
Από το 2012 έκαναν την εμφάνιση τους διάφορα αξιολογικά εργαλεία όπως το Scarpe και το Hairball, τα οποία όμως δεν φαίνονται να λειτουργούν πλέον, να είναι συμβατά με τις νεότερες εκδοχές του Scratch ή τόσο εύχρηστα (Moreno León et al., 2015). Σε αντίθεση, το Dr. Scratch¹⁵ είναι ένα πολύ εύχρηστο εργαλείο για δασκάλους, ερευνητές ή ακόμα και μαθητές και ίσως το πιο ευρέως διαδεδομένο πρόγραμμα ανάλυσης κώδικα Scratch από το 2015 όταν πρωτοεμφανίστηκε. Το Dr. Scratch είναι ένα δωρεάν διαδικτυακό εργαλείο αυτόματης ανάλυσης έργων Scratch το οποίο εμφανίζει το επίπεδο ΥΣ που παρουσιάζει το υπό αξιολόγηση έργο (Weng & Wong,

¹⁵ www.drscratch.org

2017). Το επίπεδο της ΥΣ, που μπορεί να είναι μηδενικό (null), βασικό (basic), υπό ανάπτυξη (developing) ή επάρκειας (proficiency), καθορίζεται από τη συγκεντρωτική βαθμολογία επτά υπολογιστικών εννοιών (έλεγχος ροής, αναπαράσταση δεδομένων, αφαίρεση, αλληλεπίδραση χρήστη, συγχρονισμός, παράλληλος προγραμματισμός και λογική), στην κάθε μια από τις οποίες αντιστοιχούν τρεις βαθμοί όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 11. Οι τρεις βαθμοί υποδεικνύουν υψηλή επίδοση στη συγκεκριμένη έννοια, οι δυο βαθμοί μέση επίδοση, ο ένας βαθμός χαμηλή επίδοση ενώ οι μηδέν βαθμοί υποδεικνύουν την απουσία της υπολογιστικής έννοιας στο πρόγραμμα. Η μέγιστη βαθμολογία που μπορεί να συγκεντρώσει ένα έργο είναι το 21.

Διάγραμμα 11

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων ενός έργου στο Dr. Scratch με βαθμολογία ΥΣ βασικού επιπέδου



Σε κάθε έργο δόθηκε η αντίστοιχη βαθμολογία (0-3) για κάθε μια από τις επτά προαναφερθείσες έννοιες ΥΣ. Επομένως, για τους 22 συμμετέχοντες η μέγιστη βαθμολογία ανά υπολογιστική έννοια ήταν 66 (22 έργα X 3 βαθμοί για κάθε υπολογιστική έννοια) τόσο για τα πρώτα όσο και για τα δεύτερα τους έργα. Η αξιολόγηση των εννοιών ΥΣ για κάθε έργο έγινε μέσω περιγραφικής ανάλυσης των ποσοστών των έργων που παρουσιάζουν τα τέσσερα επίπεδα ΥΣ και των ποσοστών των συνολικών βαθμολογιών των έργων ως προς το μέγιστο αριθμό που μπορούσαν να επιτύχουν οι συμμετέχοντες. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο μέσος όρος της συνολικής βαθμολογίας και της βαθμολογίας κάθε υπολογιστικής έννοιας και πραγματοποιήθηκε

έλεγχος Wilcoxon signed-rank test για να διαπιστωθεί κατά πόσο υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ των πρώτων και δεύτερων έργων των συμμετεχόντων.

Εκμάθηση των Λογικών Τελεστών: Για τη διερεύνηση του Ερευνητικού Ερωτήματος 2 (Ποια είναι η επίδραση της εκπαιδευτικής παρέμβασης στην εκμάθηση των λογικών τελεστών από τους μαθητές;) δόθηκε σε κάθε πιθανή απάντηση η αντίστοιχη ονομασία ενώ η κατηγορία «Άλλο» χρησιμοποιήθηκε για να καλύψει κυρίως τις μη δημοφιλείς επιλογές των μαθητών. Για κάθε πιθανή απάντηση του ερωτηματολογίου χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες 1 και 0, όπου το 1 δηλώνει την επιλογή της απάντησης ενώ το 0 τη μη επιλογή της απάντησης. Κάθε σωστή ερώτηση βαθμολογήθηκε με 1 βαθμό γι' αυτό η μέγιστη συνολική βαθμολογία που μπορούσε να συγκεντρώσει ένας συμμετέχοντας ήταν το 7. Η αξιολόγηση των γνώσεων των συμμετεχόντων έγινε μέσω περιγραφικής ανάλυσης των ποσοστών των σωστών απαντήσεων ως προς τον αριθμό των συμμετεχόντων και των ποσοστών όλων των απαντήσεων ανά ερώτηση. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο μέσος όρος της συνολικής βαθμολογίας και της βαθμολογίας ανά ερώτηση και πραγματοποιήθηκε έλεγχος Wilcoxon signed-rank test για να διαπιστωθεί κατά πόσο υπάρχει στατιστική διαφορά στις γνώσεις των συμμετεχόντων ως προς τους λογικούς τελεστές μεταξύ των δύο διαφορετικών χρονικών περιόδων.

Πρακτικές Προγραμματισμού: Για τη διερεύνηση του Ερευνητικού Ερωτήματος 3 (Ποιες είναι οι πρακτικές προγραμματισμού των παιδιών ως προς την χρήση των λογικών τελεστών ΚΑΙ, Ή, ΟΧΙ στη δημιουργία ενός παιχνιδιού;) τα δεύτερα έργα (παιχνίδι «Πλατφόρμα») των συμμετεχόντων αναλύθηκαν βάσει συγκεκριμένων αξιολογικών στοιχείων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Για κάθε είδος λογικού τελεστή χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες 1 και 0, όπου το 1 δηλώνει την παρουσία του συγκεκριμένου τελεστή στο έργο ενώ το 0 την απουσία του. Στη συνέχεια, για κάθε έργο, σημειώθηκε η συχνότητα εμφάνισης του κάθε λογικού τελεστή και η συχνότητα λειτουργικής του χρήσης. Ακολούθως, η ερευνήτρια απομόνωσε τους κώδικες στα προγράμματα των συμμετεχόντων που περιλάμβαναν κάποιο λογικό τελεστή για την κατανόηση του σκοπού εφαρμογής τους. Μέσα από πρακτικές δοκιμές εξέτασε τους κώδικες μεμονωμένα αλλά και σε συνάρτηση με τους υπόλοιπους κώδικες του προγράμματος για να εξακριβωθεί ο ρόλος τους. Στη συνέχεια, καταγράφηκαν λεκτικά όλοι οι μηχανισμοί που σχετίζονταν άμεσα με την χρήση λογικών τελεστών. Ακολούθησε η ομαδοποίηση των κοινών μηχανισμών και η κατηγοριοποίηση τους ανά λογικό τελεστή. Η ανάλυση επικεντρώθηκε μόνο στον ρόλο που επιτελούσαν οι

λογικοί τελεστές στο πρόγραμμα του παιχνιδιού κι όχι στον τρόπο συνδυασμού τους με άλλες εντολές του κώδικα γιατί ο ίδιος μηχανισμός μπορεί να επιτευχθεί μέσω διαφορετικών συνδυασμών εντολών που ενέχουν τον ίδιο λογικό τελεστή.

Η αξιολόγηση των πρακτικών προγραμματισμού των συμμετεχόντων έγινε μέσω περιγραφικής ανάλυσης των ποσοστών χρήσης των λογικών τελεστών ανά είδος και των φορών λειτουργικής και μη χρήσης. Τέλος, μέσω της ποιοτικής ανάλυσης ανιχνεύτηκαν οι μηχανισμοί παιχνιδιών και σημειώθηκε η συχνότητα χρήσης τους.

Πίνακας 4

Αξιολογικά στοιχεία πρακτικών προγραμματισμού

Αξιολογικά Στοιχεία	Επεξήγηση
Είδος	Ποιος λογικός τελεστής (ΚΑΙ, Η, ΟΧΙ) χρησιμοποιείται στο έργο;
Χρήση	Πόσες φορές χρησιμοποιείται ο λογικός τελεστής στο έργο;
Λειτουργική Χρήση	Πόσες φορές ο λογικός τελεστής χρησιμοποιείται λειτουργικά στο έργο με τρόπο που να συμβάλει στην αποτελεσματικότητα του προγράμματος;
Μηχανισμός	Ποιον μηχανισμό εξυπηρετεί η χρήση του λογικού τελεστή στο έργο;

6 Αποτελέσματα

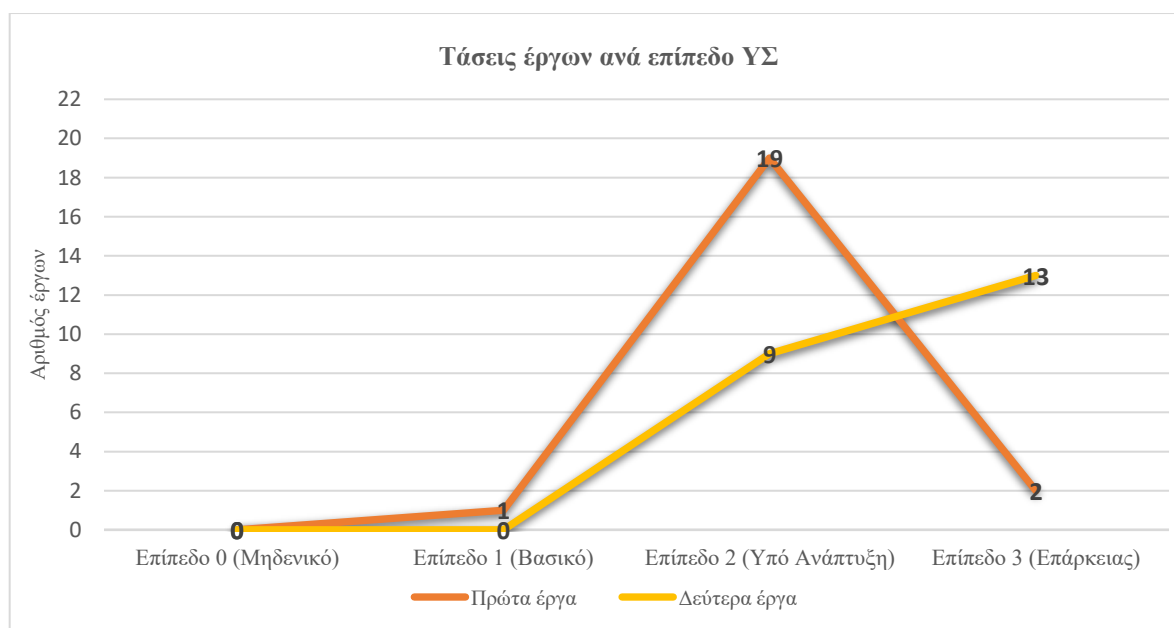
6.1 Οι βασικές διαφορές στο επίπεδο ΥΣ των παιδιών

Με το ερευνητικό ερώτημα 1 επιδιώχθηκε η κατανόηση των βασικών διαφορών στο επίπεδο Υπολογιστικής Σκέψης των παιδιών πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση.

Το Διάγραμμα 12 δείχνει τις τάσεις ΥΣ των έργων των παιδιών. Όπως φαίνεται, η συντριπτική πλειοψηφία των πρώτων έργων παρουσιάζει ΥΣ επιπέδου 2, δηλαδή υπό ανάπτυξης. Μόνο τρία έργα αποκλίνουν από αυτή την τάση των πρώτων έργων. Σε αντίθεση, τα δεύτερα έργα κατανέμονται στα επίπεδα 2 και 3 με την πλειοψηφία των έργων να παρουσιάζει ΥΣ επάρκειας. Επομένως, στα δεύτερα έργα των παιδιών παρατηρούμε μία ανοδική και βελτιωτική τάση στο επίπεδο ΥΣ.

Διάγραμμα 12

Ο αριθμός των πρώτων και δεύτερων έργων ανά επίπεδο ΥΣ



Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 13 Α-Δ τα περισσότερα δεύτερα έργα των παιδιών άγγιξαν ψηλότερα επίπεδα σε τέσσερις (ροή ελέγχου, αφαίρεση, αλληλεπίδραση χρήστη, λογική) από τις εφτά διαστάσεις των εννοιών ΥΣ. Σε δύο κατηγορίες (αναπαράσταση δεδομένων, συγχρονισμός) η πλειοψηφία των πρώτων έργων είχε ψηλότερες επιδόσεις από τα δεύτερα έργα ενώ σε μία κατηγορία (παράλληλος προγραμματισμός) δεν

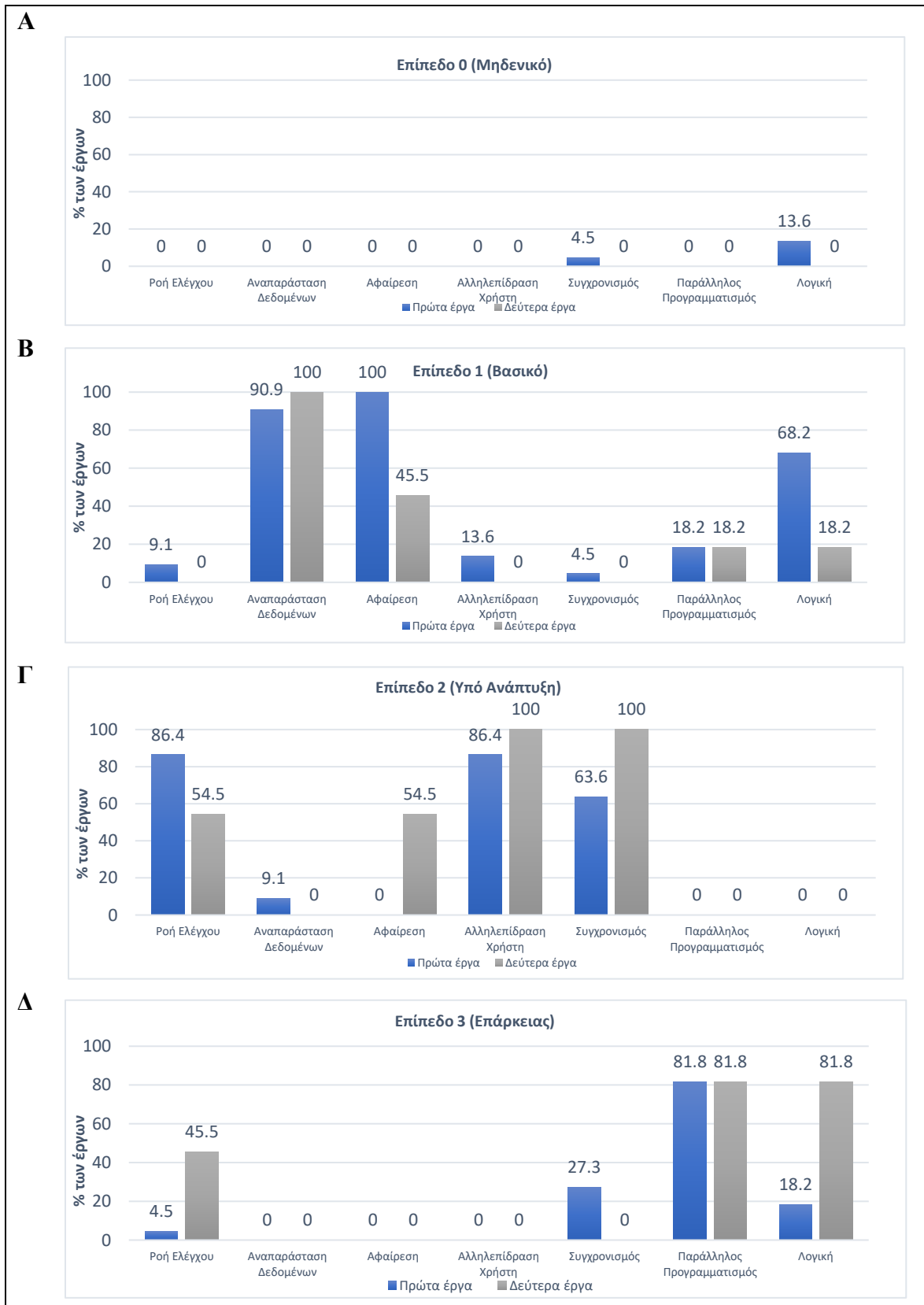
παρατηρήθηκε καμία διαφορά μεταξύ των πρώτων και δεύτερων έργων ως προς τη βαθμολόγησή τους.

Στη *Ροή ελέγχου*, τα περισσότερα πρώτα έργα των συμμετεχόντων αξιολογήθηκαν κυρίως στο επίπεδο 2 ενώ ένα μόνο έργο εξ αυτών βαθμολογήθηκε στο επίπεδο 3. Αντιθέτως, τα δεύτερα έργα των παιδιών βαθμολογήθηκαν σχεδόν εξ ημισείας στα επίπεδα 2 και 3 με τη χρήση της εντολής επανάληψης «για πάντα» καθώς και «επανάλαβε μέχρι» αντιστοίχως. Τα πρώτα παιχνίδια των συμμετεχόντων στο σύνολο τους δεν υπερέβησαν το επίπεδο 1 στην κατηγορία *Αφαίρεση* παραμένοντας στη χρήση περισσότερων του ενός προγράμματος και αντικειμένων. Στην ίδια κατηγορία, τα δεύτερα παιχνίδια τους, χωρίζονται σχεδόν εξίσου στα επίπεδα 1 και 2 γιατί περισσότερα από τα μισά παιδιά έκαναν χρήση εξατομικευμένων εντολών δημιουργώντας τα δικά τους εικονίδια-εντολές. Η βελτίωση των επιδόσεων στις δύο αυτές κατηγορίες δεν εκπλήσσει ιδιαίτερα γιατί οι μαθητές διδάχθηκαν πως να ορίζουν δικές τους εντολές αλλά και τη χρήση της επανάληψης «επανάλαβε ώσπου» κατά την εκπαιδευτική παρέμβαση.

Στην *Αλληλεπίδραση χρήστη*, η πλειονότητα των πρώτων έργων των συμμετεχόντων βαθμολογήθηκε στο επίπεδο 2 ενώ τα δεύτερα έργα τους αξιολογήθηκαν στο σύνολο τους στο εν λόγω επίπεδο. Εφόσον πρόκειται και στις δύο περιπτώσεις για δημιουργία παιχνιδιών, ήταν αναμενόμενη η χρήση εντολών που σχετίζονται με το πάτημα πλήκτρων για τον έλεγχο του κεντρικού ήρωα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι κατά τη δημιουργία των δεύτερων παιχνιδιών όλα τα παιδιά εξοικειώθηκαν με τον προγραμματισμό του ελέγχου της κίνησης του ήρωα – κάτι που αποτελούσε πρόκληση για μερικά παιδιά στη δημιουργία των πρώτων τους παιχνιδιών. Ως προς τη *Λογική*, τα πρώτα έργα των συμμετεχόντων στην πλειονότητα τους βαθμολογήθηκαν στο επίπεδο 1. Μερικά έργα, μάλιστα, δεν εμφάνισαν καθόλου τη συγκεκριμένη υπολογιστική έννοια ενώ κάποια άλλα άγγιξαν το επίπεδο 3 με τη χρήση λογικών τελεστών. Αυτό δείχνει ότι κάποια παιδιά (n=3) είχαν έρθει σ' επαφή με τους λογικούς τελεστές πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση. Σε αντίθεση, η αξιολόγηση των δεύτερων τους έργων στην ίδια κατηγορία εμπίπτει κυρίως στο επίπεδο 3 με μία μικρή μερίδα να ανήκει στο επίπεδο 1. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η εφαρμογή των λογικών τελεστών, μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, αποτέλεσε πρόκληση μόνο για λίγους συμμετέχοντες.

Διάγραμμα 13 Α-Δ

Τα ποσοστά των πρώτων και δεύτερων έργων των παιδιών που δείχνουν τα επίπεδα της ΥΣ ανά υπολογιστική διάσταση



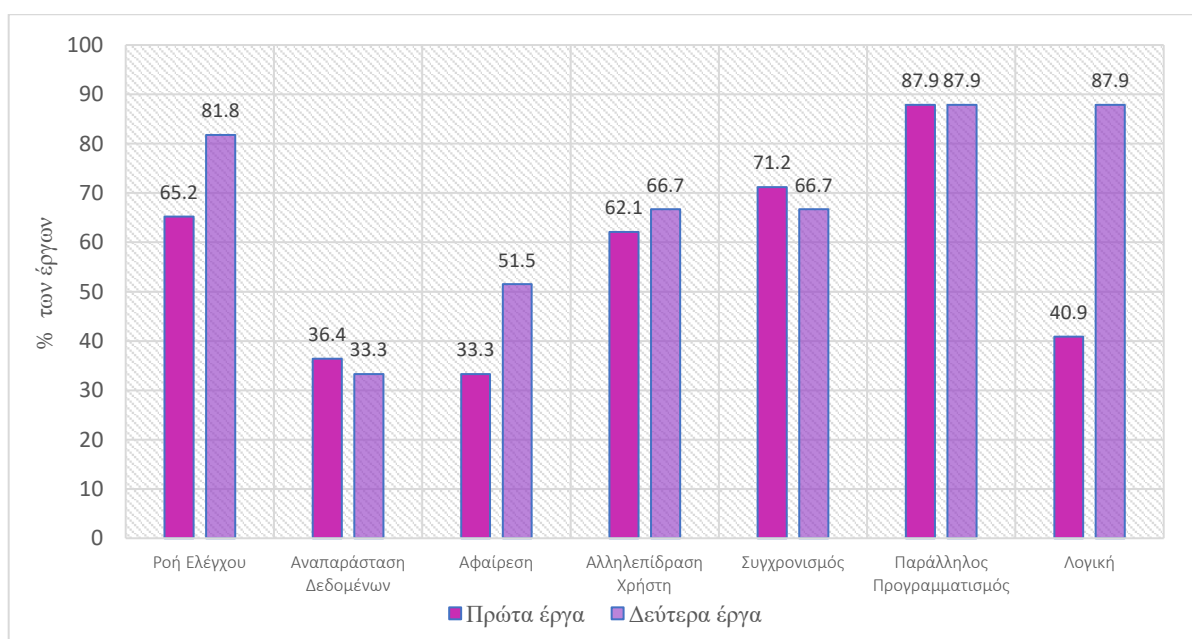
Στην *Αναπαράσταση δεδομένων* τα πρώτα έργα των συμμετεχόντων είχαν ψηλότερες βαθμολογίες από τα δεύτερα. Ενώ κανένα από τα δεύτερα έργα των συμμετεχόντων δεν ξεπέρασε το επίπεδο 2, μερικά από τα πρώτα έργα εμφάνισαν *Αναπαράσταση δεδομένων* επιπέδου 3 γιατί χρησιμοποίησαν μηχανισμό καταγραφής σκορ.

Παρομοίως, ως προς τον *Συγχρονισμό*, μερικά από τα πρώτα έργα των συμμετεχόντων συγκέντρωσαν βαθμολογία επιπέδου 3 σε αντίθεση με τα δεύτερα έργα που στο σύνολο τους αξιολογήθηκαν στο επίπεδο 2. Όλοι οι συμμετέχοντες κατά τη δημιουργία των δεύτερων τους έργων περιορίστηκαν στη χρήση μετάδοσης/λήψης μηνυμάτων ενώ κατά τη δημιουργία των πρώτων έργων μερικά παιδιά πειραματίστηκαν με τη χρήση του γεγονότος αλλαγής υποβάθρου.

Τέλος, στην κατηγορία του *Παράλληλου προγραμματισμού* δεν σημειώθηκε καμιά αλλαγή στις βαθμολογίες των έργων των παιδιών μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση. Τόσο στα πρώτα όσο και στα δεύτερα έργα μερικά παιδιά (n=4) απέφυγαν τη χρήση γεγονότων ανεπτυγμένου επιπέδου, όπως είναι η λήψη μηνυμάτων, και περιορίστηκαν στη χρήση του γεγονότος «όταν πατηθεί η πράσινη σημαία». Η πλειοψηφία, ωστόσο, των παιδιών και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποίησε μηνύματα για την εκκίνηση προγραμμάτων γι' αυτό και τα έργα τους στη συγκεκριμένη διάσταση άγγιξαν το επίπεδο 3.

Διάγραμμα 14

Οι βαθμολογίες των έργων ανά έννοια ΥΣ



Το Διάγραμμα 14 δείχνει τα ποσοστά των συνολικών βαθμολογιών των έργων ανά έννοια ΥΣ σε σχέση με τη μέγιστη βαθμολογία που θα μπορούσαν οι συμμετέχοντες να επιτύχουν. Τα ποσοστά των τελικών βαθμολογιών των δεύτερων έργων σε σχέση με τη μέγιστη δυνατή βαθμολογία ήταν μεγαλύτερα στις τέσσερις έννοιες ΥΣ: Ροή ελέγχου, Αφαίρεση, Αλληλεπίδραση χρήστη, Λογική. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατηγορία της Λογικής, κατά την οποία το ποσοστό της συνολικής βαθμολογίας των δεύτερων έργων ξεπερνά πέρα του διπλάσιου το ποσοστό της συνολικής βαθμολογίας των πρώτων έργων. Στην *Αναπαράσταση δεδομένων* και στον *Συγχρονισμό* τα ποσοστά των συνολικών βαθμολογιών των πρώτων έργων είναι μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα των δεύτερων έργων. Ωστόσο, πρόκειται για μια διαφορά ποσοστών που δεν υπερβαίνει το 5%.

Πίνακας 5

Ο μέσος όρος της συνολικής βαθμολογίας και της βαθμολογίας ανά έννοια ΥΣ

	Μέγιστη δυνατή βαθμολογία	Πρώτα έργα (n = 22)		Δεύτερα έργα (n = 22)	
		Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
Συνολική Βαθμολογία***	21	11.91	2.33	14.27	1.61
Ροή ελέγχου	3	1.95	.37	2.45	.51
Αναπαράσταση δεδομένων	3	1.09	.29	1.00	.00
Αφαίρεση***	3	1.00	.00	1.55	.51
Αλληλεπίδραση χρήστη	3	1.86	.35	2.00	.00
Συγχρονισμός	3	2.14	.71	2.00	.00
Παράλληλος προγραμματισμός	3	2.64	.79	2.64	.79
Λογική***	3	1.23	.92	2.64	.79

Note. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Τέλος, ο μέσος όρος της συνολικής βαθμολογίας και της βαθμολογίας ανά έννοια ΥΣ, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5, υποδεικνύει μια τάση ανάμεσα στις δύο χρονικές περιόδους δημιουργίας έργων, με τους συμμετέχοντες να σημειώνουν καλύτερη επίδοση στα δεύτερα έργα σε όλες τις κατηγορίες ΥΣ εκτός από την *Αναπαράσταση δεδομένων* και τον *Συγχρονισμό*. Για να διερευνηθεί κατά πόσο υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις βαθμολογίες των πρώτων έργων και στις αντίστοιχες βαθμολογίες των δεύτερων έργων των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκε ο

στατιστικός έλεγχος Wilcoxon Signed Rank Test. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν στην *Συνολική Βαθμολογία* ($W(22)=2$, $z=-3.64$, $p<.0001$), την *Αφαίρεση* ($W(22)=0$, $z=-3.46$, $p<.0001$) και τη *Λογική* ($W(22)=0$, $z=-3.75$, $p<.0001$) με τις επιδόσεις των μαθητών να υπερτερούν στα δεύτερα έργα και στις τρεις αυτές βαθμολογίες.

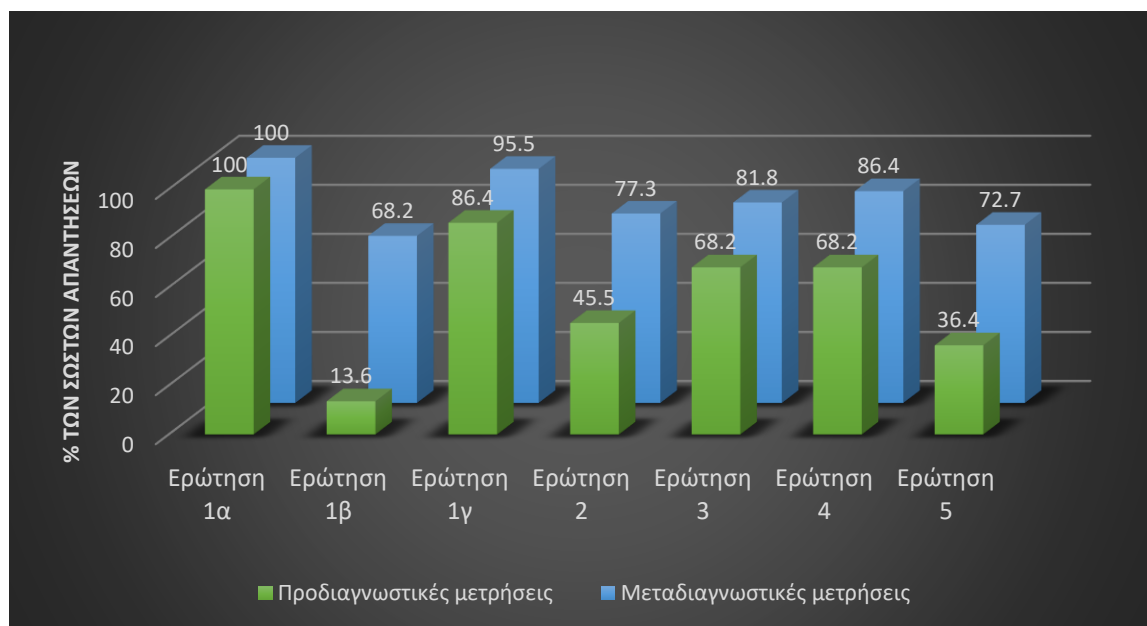
6.2 Η επίδραση της εκπαιδευτικής παρέμβασης στην εκμάθηση των λογικών τελεστών

Με τη διατύπωση του ερευνητικού ερωτήματος 2 έγινε προσπάθεια ανίχνευσης της επίδρασης της εκπαιδευτικής παρέμβασης στην εκμάθηση των λογικών τελεστών.

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 15, περισσότεροι συμμετέχοντες πέτυχαν σωστές απαντήσεις σε έξι από τις επτά ερωτήσεις του ερωτηματολογίου κατά τη μεταδιαγνωστική φάση σε σύγκριση με την προδιαγνωστική. Στην ερώτηση 1α η επίδοση των μαθητών παρέμεινε η ίδια τόσο προδιαγνωστικά όσο και μεταδιαγνωστικά και τα αποτελέσματα δείχνουν πως δεν αντιμετώπισαν καμία δυσκολία στην κατανόηση της λογικής έκφρασης για την επιλογή του σωστού εξωγήινου.

Διάγραμμα 15

Τα ποσοστά των μαθητών που δείχνουν πόσοι απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις



Αναλυτικότερα, στα Διαγράμματα 16-17, φαίνεται η κατανομή των ποσοστών των μαθητών στις απαντήσεις που έδωσαν. Στην ερώτηση 1β, προδιαγνωστικά, περισσότεροι από τους μισούς μαθητές επέλεξαν εξωγήινους που θα ανταποκρίνονταν σε μια λογική έκφραση με το *KAI* αντί το *H*. Μεταδιαγνωστικά, το ποσοστό των μαθητών που απάντησε σωστά στην ερώτηση αυξήθηκε κατά 54 μονάδες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές κατανόησαν καλύτερα τη χρήση του λογικού τελεστή *H* μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση και μπορούσαν ευκολότερα να

εντοπίσουν τα στοιχεία που ανταποκρίνονταν στη δοθείσα λογική έκφραση. Στην ερώτηση 1γ οι περισσότεροι συμμετέχοντες απάντησαν σωστά τόσο πριν όσο και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση γεγονός ενώ μεταδιαγνωστικά το ποσοστό που απάντησε λάθος έπεσε στο μόλις 5%. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως η κατανόηση της λογικής έκφρασης με τη χρήση του *KAI OXI* δεν αποτέλεσε πρόκληση για τους μαθητές.

Στην ερώτηση 2, στο προδιαγνωστικό ερωτηματολόγιο, περισσότεροι από τους μισούς συμμετέχοντες δήλωσαν λανθασμένα ότι η γάτα νιαουρίζει παρερμηνεύοντας τη χρήση του λογικού τελεστή *KAI* στη λογική έκφραση που τους δόθηκε. Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, όμως, τα $\frac{3}{4}$ περίπου των μαθητών ήταν σε θέση να απαντήσουν σωστά. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η πλειοψηφία των μαθητών κατανόησε τη χρήση του λογικού τελεστή *KAI* σε μια λογική έκφραση.

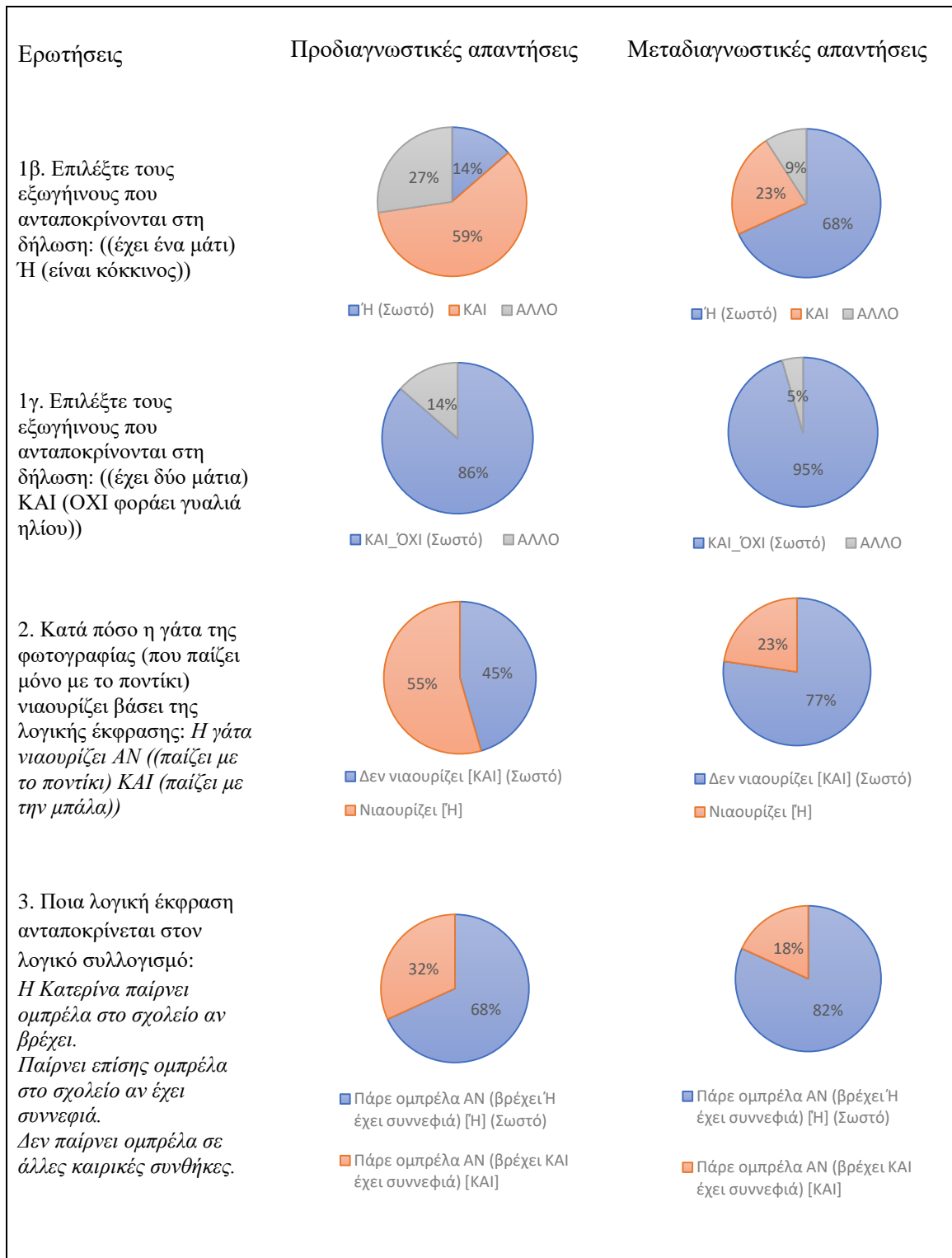
Όσον αφορά στην ερώτηση 3, στο προδιαγνωστικό ερωτηματολόγιο, το $\frac{1}{3}$ περίπου των συμμετεχόντων απάντησε λανθασμένα ότι η Κατερίνα παίρνει ομπρέλα στο σχολείο αν ισχύουν και οι δυο καιρικές συνθήκες (βροχή, αέρας). Ωστόσο, μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση το ποσοστό των λανθασμένων απαντήσεων μειώθηκε σχεδόν κατά το ήμισυ γεγονός που δείχνει ότι η πλειοψηφία των μαθητών κατανόησε σε μεγαλύτερο βαθμό τον λογικό συλλογισμό και εντόπισε ποια λογική έκφραση ανταποκρίνεται σ' αυτόν.

Στην ερώτηση 4, στο προδιαγνωστικό ερωτηματολόγιο τα $\frac{2}{3}$ περίπου των μαθητών επέλεξαν τη σωστή λογική έκφραση για την πρόταση που τους δόθηκε. Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, σημειώθηκε αύξηση των σωστών απαντήσεων κατά 18 μονάδες με μόνο τρεις μαθητές να δίνουν λανθασμένες απαντήσεις. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η πλειονότητα των μαθητών μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση μπορούσε να αντιστοιχίσει επιτυχώς μια λογική πρόταση με μια λογική έκφραση που ενέχει λογικούς τελεστές.

Στην τελευταία ερώτηση, για την συμπλήρωση του κώδικα βάσει σεναρίου παιχνιδιού, πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση τα μισά παιδιά δήλωσαν λανθασμένα ότι η αστροναύτης Κίραν επιστρέφει στην αρχική της θέση αν αγγίζει το διαστημόπλοιο *KAI* τον μετεωρίτη. Επιπλέον, τρία παιδιά επέλεξαν λανθασμένα μόνο έναν αισθητήρα εκ των δύο χωρίς την παρουσία κάποιου λογικού τελεστή. Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, το ποσοστό σωστών απαντήσεων αυξήθηκε κατά 23 μονάδες ενώ

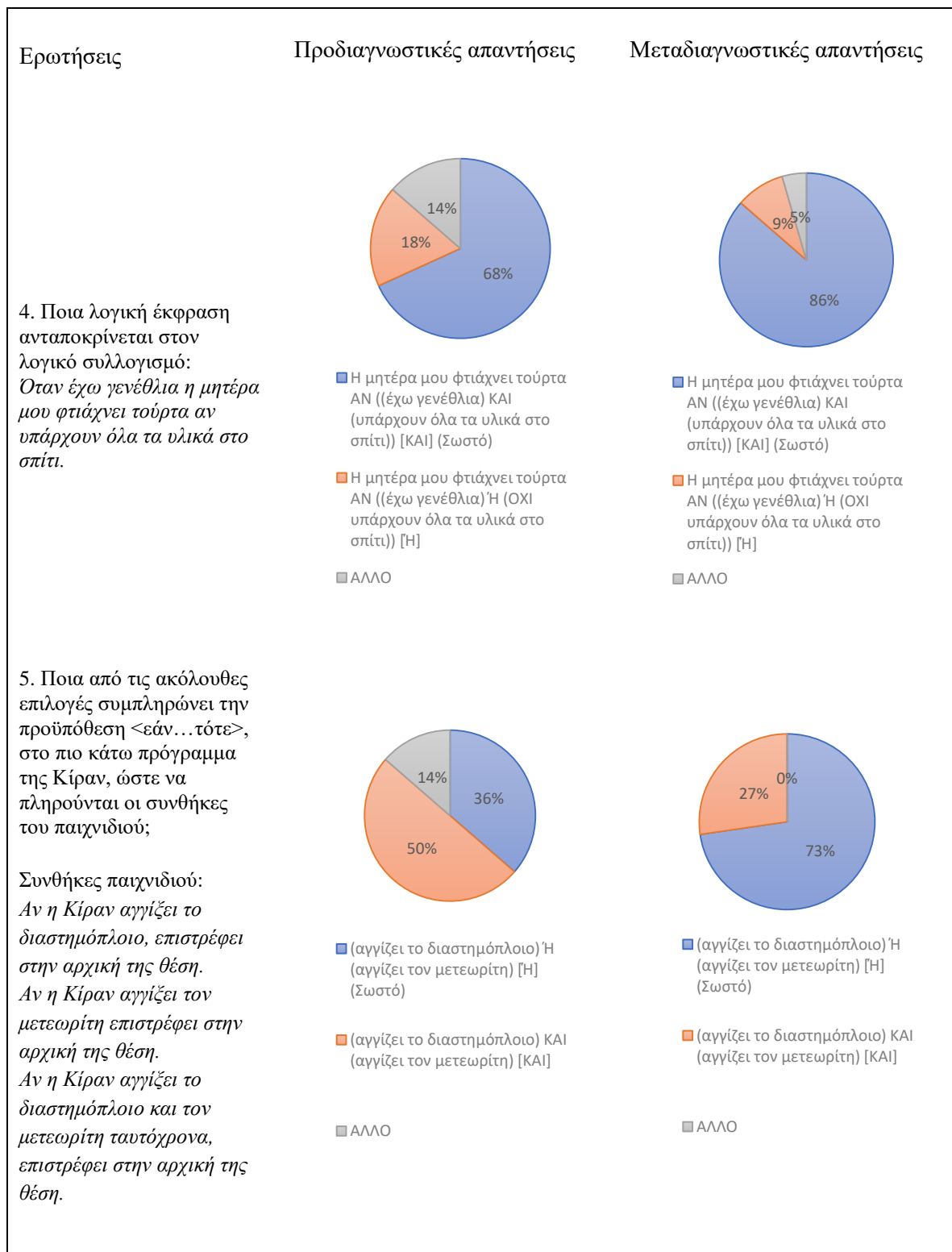
Διάγραμμα 16

Τα ποσοστά των απαντήσεων που δόθηκαν από τους μαθητές ανά ερώτηση για τις ερωτήσεις 1β-3



Διάγραμμα 17

Τα ποσοστά των απαντήσεων που δόθηκαν από τους μαθητές ανά ερώτηση για τις ερωτήσεις 4-5



ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός κανένας συμμετέχοντας δεν επέλεξε μόνον έναν αισθητήρα, αναγνωρίζοντας ότι πρέπει να γίνει η χρήση κάποιου τελεστή για να ισχύει ο κανόνας του παιχνιδιού.

Τέλος, ο μέσος όρος της συνολικής βαθμολογίας και της βαθμολογίας ανά ερώτηση, όπως φαίνεται στον Πίνακα 6, υποδεικνύει μια τάση ανάμεσα στις δύο μετρήσεις, με τους συμμετέχοντες να σημειώνουν καλύτερη επίδοση στα μεταδιαγνωστικά ερωτηματολόγια σε όλες τις ερωτήσεις εκτός από την ερώτηση 1α στην οποία οι επιδόσεις των παιδιών ήταν ίδιες πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση. Για να διερευνηθεί κατά πόσο υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις βαθμολογίες των ερωτήσεων και της συνολικής βαθμολογίας των προδιαγνωστικών ερωτηματολογίων και στις αντίστοιχες βαθμολογίες των μεταδιαγνωστικών ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος Wilcoxon Signed Rank Test. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν στην *Συνολική Βαθμολογία* ($W(22)=0$, $z=-3.77$, $p<.0001$) και την *Ερώτηση 1β* ($W(22)=0$, $z=-3.46$, $p<.0001$) με τους συμμετέχοντες να παρουσιάζουν καλύτερες επιδόσεις στις μεταδιαγνωστικές μετρήσεις σε σχέση με τις προδιαγνωστικές μετρήσεις.

Πίνακας 6

Ο μέσος όρος της συνολικής βαθμολογίας και της βαθμολογίας ανά ερώτηση του ερωτηματολογίου

	Μέγιστη δυνατή βαθμολογία	Προδιαγνωστικές μετρήσεις (n = 22)		Μεταδιαγνωστικές μετρήσεις (n = 22)	
		Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
Συνολική Βαθμολογία***	7	4.18	1.10	5.82	.91
Ερώτηση 1α	1	1.00	.00	1.00	.00
Ερώτηση 1β***	1	.14	.35	.68	.48
Ερώτηση 1γ	1	.86	.35	.95	.21
Ερώτηση 2	1	.45	.51	.77	.43
Ερώτηση 3	1	.68	.48	.82	.39
Ερώτηση 4	1	.68	.48	.86	.35
Ερώτηση 5	1	.36	.49	.73	.46

Note. * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

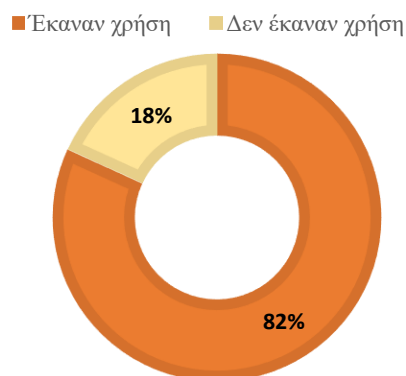
6.3 Οι πρακτικές προγραμματισμού των παιδιών ως προς την χρήση των λογικών τελεστών *KAI*, *Η*, *ΟΧΙ* στη δημιουργία ενός παιχνιδιού

Το ερευνητικό ερώτημα 3 εξυπηρέτησε την διερεύνηση και καλύτερη κατανόηση των πρακτικών προγραμματισμού ως προς την χρήση των λογικών τελεστών.

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 18 η πλειοψηφία των μαθητών (n=18) εφάρμοσε κάποιον από τους λογικούς τελεστές στη δημιουργία των παιχνιδιών τους στο τέλος της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Οι συμμετέχοντες (n=4) που απέφυγαν τη χρήση λογικών τελεστών είτε παρήγαγαν ημιτελή έργα είτε χρησιμοποίησαν διαφορετικό συνδυασμό εντολών για την επίτευξη των μηχανισμών εκείνων που θα επιτυγχάνονταν αποτελεσματικότερα με τη χρήση λογικών τελεστών.

Διάγραμμα 18

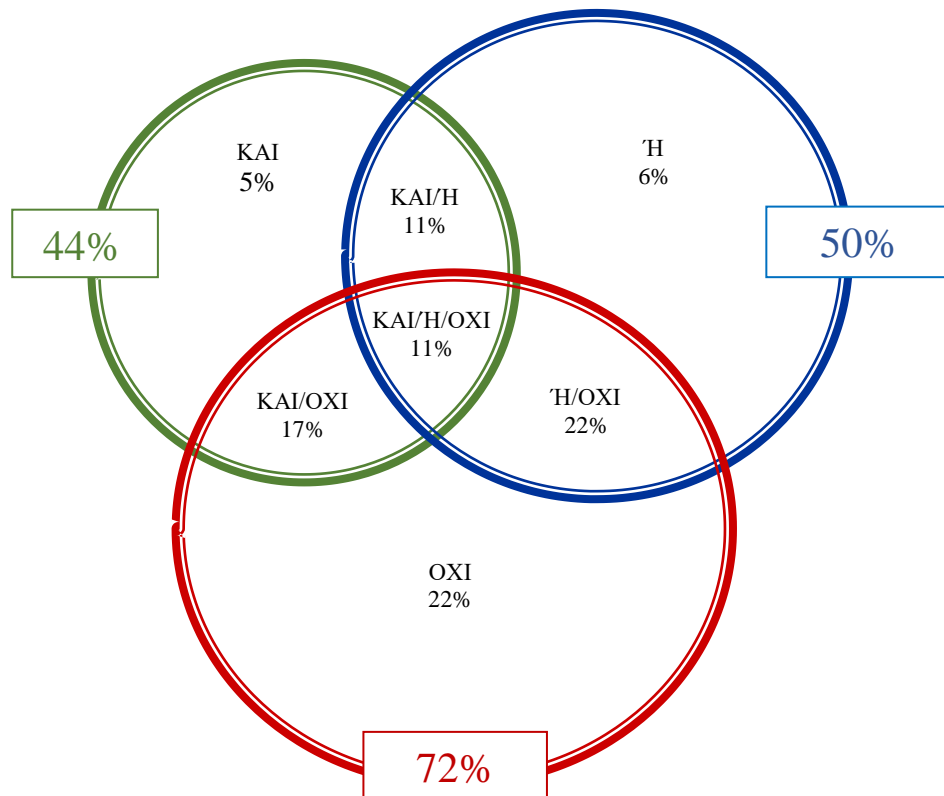
Τα ποσοστά των μαθητών ως προς την χρήση λογικών τελεστών



Όσον αφορά στο είδος των λογικών τελεστών που χρησιμοποιήθηκαν από τα παιδιά παρατηρήθηκαν όλες οι επιλογές και οι δυνατοί συνδυασμοί αυτών. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 19 η πλειοψηφία των μαθητών χρησιμοποίησαν το *ΟΧΙ*, οι μισοί το *Η* και λιγότεροι από τους μισούς το *KAI*. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι τα παιδιά που χρησιμοποίησαν δύο εκ των τριών ή ακόμα και τους τρεις διαφορετικούς λογικούς τελεστές στα έργα τους ήταν περισσότερα από τα παιδιά που έκαναν αποκλειστική χρήση του *KAI* ή του *Η*.

Διάγραμμα 19

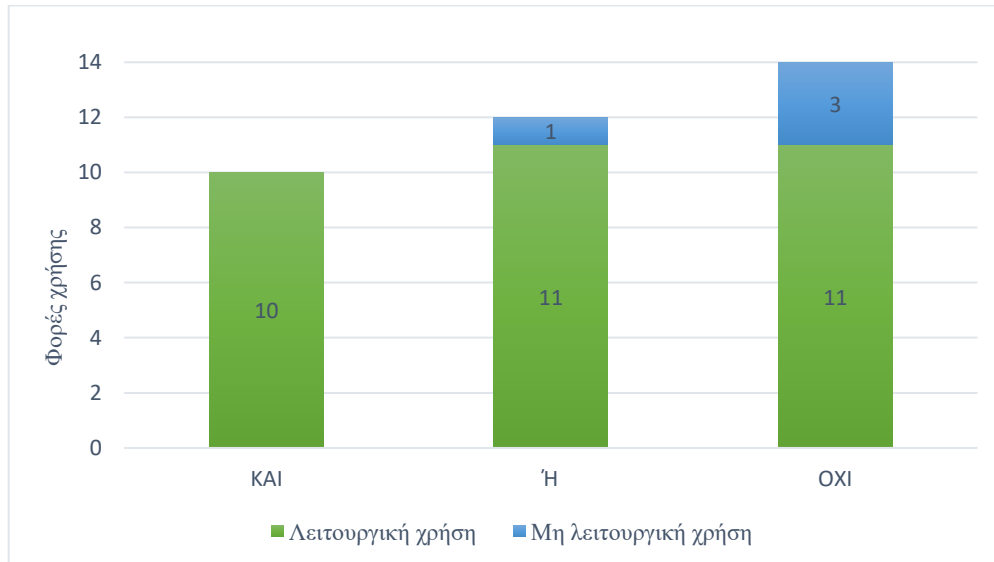
Τα ποσοστά των λογικών τελεστών που χρησιμοποιήθηκαν από τους μαθητές ανά είδος



Πέρα από τα ποσοστά χρήσης, θα πρέπει να εξετάσουμε κατά πόσο η χρήση των λογικών τελεστών που έκαναν οι μαθητές είναι λειτουργική ή όχι. Το Διάγραμμα 20 παρουσιάζει τις συνολικές φορές που χρησιμοποιήθηκαν οι λογικοί τελεστές ανά είδος στα έργα των μαθητών και ποιες απ' αυτές τις φορές ο κάθε λογικός τελεστής είχε λειτουργικό ρόλο στο έργο, δηλαδή αν χρησιμοποιήθηκε με τρόπο αποτελεσματικό που να εξυπηρετεί τον μηχανισμό στον οποίο αποσκοπεί η παρουσία του συμβάλλοντας στη γενικότερη λειτουργία του προγράμματος του παιχνιδιού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι αν και ο λογικός τελεστής *OXI* είχε συνολικά τη μεγαλύτερη συχνότητα χρήσης, σημείωσε και τις περισσότερες φορές μη λειτουργικής χρήσης. Αντιθέτως, ο λογικός τελεστής *KAI* είχε την πιο περιορισμένη αλλά πλήρως λειτουργική χρήση σε σύγκριση με τους υπόλοιπους τελεστές.

Διάγραμμα 20

Οι φορές λειτουργικής και μη λειτουργικής χρήσης των λογικών τελεστών ανά είδος



Για την περαιτέρω διερεύνηση της λειτουργικότητας τους και της κατανόησης των πρακτικών προγραμματισμού των παιδιών, ανιχνεύτηκαν οι μηχανισμοί για τους οποίους χρησιμοποιήθηκαν οι λογικοί τελεστές. Οι μηχανισμοί ομαδοποιήθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν ανά λογικό τελεστή και σημειώθηκε η συχνότητα εμφάνισής τους.

Αναφορικά με τον λογικό τελεστή *ΚΑΙ*, επτά από τις δέκα φορές χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία του μηχανισμού πηδήματος του ήρωα (βλ. Διάγραμμα 21 Α-Δ). Οι μαθητές συνέδεσαν μέσω του *ΚΑΙ* τον αισθητήρα «όταν πατηθεί το πλήκτρο διάστημα» και έναν αισθητήρα χρώματος, επιλέγοντας το χρώμα του εδάφους, ούτως ώστε να μπορεί ο ήρωας να πηδά όταν ο παίκτης πατάει το ανάλογο πλήκτρο και ενώ ο ήρωας πατάει στο έδαφος. Η απουσία του αισθητήρα χρώματος δεν θα εξάλειφε την ικανότητα του ήρωα να πηδά, αλλά θα επέτρεπε στον ήρωα να πηδά ακόμα και όταν βρίσκεται στον αέρα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι γεγονός ότι δύο από τους συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν το *ΚΑΙ* για να συνδέσουν δύο αισθητήρες αγγίγματος ούτως ώστε να δημιουργήσουν κανόνες παιχνιδιού που οδηγούν στην άμεση νίκη ή ήττα του παίκτη (βλ. Διάγραμμα 21 Δ-Ε).

Διάγραμμα 21 Α-Ζ

Παραδείγματα κωδίκων με τον λογικό τελεστή ΚΑΙ

A

```
when clicked
forever
  if key space pressed? and touching color brown? then
    change y by 130
  repeat until touching color brown?
  change y by -5
  if touching color red? then
    change x by -10
```

B

```
when clicked
forever
  if key space pressed? and touching color brown? then
    change y by 200
  if not touching color brown? then
    change y by -5
```

Γ

```
when clicked
forever
  if key space pressed? and touching color brown? then
    play sound Jump until done
  repeat 10
    change y by 15
  repeat until touching color brown?
  change y by -5
  if touching color red? then
    change x by -10
```

Δ

```
when clicked
forever
  if key space pressed? and touching color brown? then
    repeat 10
      change y by 10
  if not touching color brown? then
    change y by -5
  if touching color red? then
    change x by -10
  if touching Star? and touching Star2? then
    broadcast win
    stop all
```

E

```
define Rules of level 1
forever
  if touching Paddle? then
    broadcast level 2
    stop this script
  if touching Button1? and touching Button2? then
    broadcast defeat
    stop all
  if touching Button1? or touching Button2? then
    Start level 1
  if y position < -58 then
    change y by 5
```

Z

```
define Rules of level 3
forever
  if touching Spaceship? then
    broadcast victory
    hide
    stop this script
  if touching color brown? and y position < -124 then
    change y by 5
  if y position < -197 then
    broadcast defeat
```

Αναλυτικότερα, στη μια περίπτωση, αν ο ήρωας αγγίξει ταυτόχρονα δύο αστέρια που κινούνται τυχαία στον χώρο του πρώτου επιπέδου, αυτομάτως κερδίζει το παιχνίδι και δεν χρειάζεται να προχωρήσει σε άλλα επίπεδα (βλ. Διάγραμμα 21 Δ). Στην άλλη περίπτωση, αν ο ήρωας αγγίξει ταυτόχρονα δύο εχθρούς που έχουν μια προκαθορισμένη κίνηση στον χώρο του πρώτου επιπέδου, αυτομάτως χάνει το παιχνίδι (βλ. Διάγραμμα 21 Ε). Τέλος, μια συμμετέχουσα χρησιμοποίησε τον λογικό τελεστή *KAI* για να ενώσει τον αισθητήρα χρώματος του εδάφους με έναν αριθμητικό τελεστή με στόχο να διατηρεί τον ήρωα της στο έδαφος σε συγκεκριμένο ύψος (βλ. Διάγραμμα 21 Ζ). Με την έναρξη του επιπέδου 3 του παιχνιδιού της, ο ήρωας της αν και ήταν προγραμματισμένος να εμφανίζεται σε συγκεκριμένες συντεταγμένες για να φαίνεται ότι πατά πάνω στο έδαφος, συχνά έχανε ύψος με αποτέλεσμα να φαίνεται πως περπατά μέσα στο έδαφος. Προς αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, δημιούργησε αυτό τον μηχανισμό με τη χρήση του *KAI*. Εφόσον στο επίπεδο 3 του παιχνιδιού, υπάρχουν κενά εδάφους στα οποία ο ήρωας μπορεί να πέσει μέσα και να χάσει, η μαθήτρια επέλεξε το *KAI* για να ισχύει αυτό ο μηχανισμός μόνο όταν υπάρχει έδαφος κάτω από τον ήρωα.

Όσον αφορά στον λογικό τελεστή *H* όλες τις φορές που χρησιμοποιήθηκε λειτουργικά ($n=11$) εξυπηρέτησε την σύνδεση κοινών στοιχείων (εχθρών) που υπάγονται στον ίδιο κανόνα παιχνιδιού. Το Διάγραμμα 22 Α-Ζ δείχνει παραδείγματα κωδικών που συμπεριλαμβάνουν τον τελεστή *H*. Μία από τις βασικές προϋποθέσεις των παιχνιδιών είναι ο παίκτης να μπορεί να χάσει και να νικήσει. Η προσθήκη χαρακτήρων-εχθρών στο παιχνίδι, τους οποίους ο ήρωας δεν πρέπει να αγγίξει, αποτελεί έναν από τους πιο εύκολους και συνήθεις κανόνες για να χάσει ένας παίκτης. Αρκετοί μαθητές για να αυξήσουν τη δυσκολία των παιχνιδιού τους συνέδεσαν μέσω του *H* δύο εχθρούς κάτω από τον ίδιο κανόνα. Μόνο σε μια περίπτωση, χρησιμοποιήθηκε δύο φορές ο τελεστής *H* για να συνδέσει τρεις αισθητήρες αγγίγματος στην ίδια προϋπόθεση (βλ. Διάγραμμα 22 Γ). Αγγίζοντας, επομένως, είτε τον έναν είτε τον άλλον εχθρό που χρησιμοποιούνται από κοινού στην ίδια προϋπόθεση «εάν..τότε» ενός κώδικα, επέρχεται το ίδιο αποτέλεσμα: επανεκκίνηση του συγκεκριμένου σταδίου μέσω εξατομικευμένου εικονιδίου-εντολής (βλ. Διάγραμμα 22 Α-Γ) ή τερματισμός του παιχνιδιού με αποστολή μηνύματος (βλ. Διάγραμμα 22 Δ-Ζ).

Διάγραμμα 22 Α-Ζ

Παραδείγματα κωδίκων με τον λογικό τελεστή Η

A

```
define rules of level 2
  forever
    if touching Robot1 or touching Robot then
      start level 2
    if touching Paddle2 then
      broadcast level 3
      stop this script
```

B

```
define rules of level 1
  forever
    if y position < -103 then
      change y by 5
    if touching Button1 or touching Button2 then
      start
    if touching Paddle then
      broadcast level 2
      stop this script
```

Γ

```
define Rules of level 2
  forever
    if touching Paddle2 then
      broadcast level 3
      stop this script
    if touching Donut or touching Muffin or touching Muffin2 then
      Start level 2
    if y position < -115 then
      change y by 5
```

Δ

```
when clicked
  forever
    if touching Paddle2 then
      switch backdrop to backdrop3
      broadcast level 3
      go to x: -200 y: -90
    if touching Spaceship2 or touching Spaceship then
      broadcast game over
    if touching Paddle3 then
      switch backdrop to Victory
      hide
      broadcast victory
```

E

```
define Rules lvl 2
  forever
    if touching Robot1 or touching Spaceship then
      broadcast game over
      stop all
    if touching golden paddle then
      broadcast Victory
```

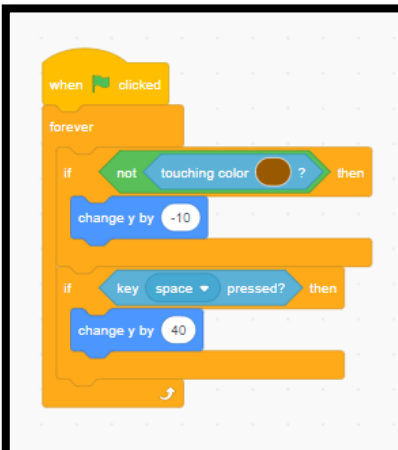

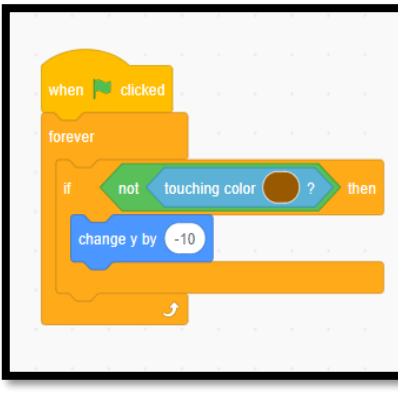
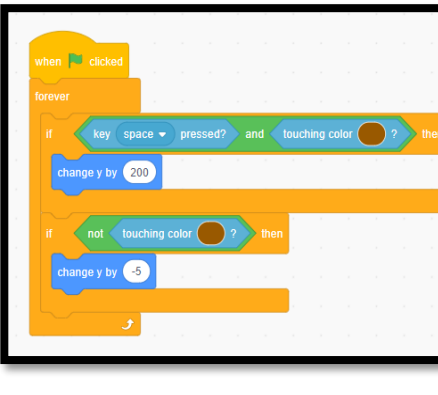
Z

```
when clicked
  forever
    if touching dragon or touching Plane2 then
      broadcast lose
```

Ως προς τον λογικό τελεστή *OXI* χρησιμοποιήθηκε κατεξοχήν για τον μηχανισμό της βαρύτητας. Εφόσον ο ήρωας του παιχνιδιού προγραμματίστηκε επιτυχώς από τα παιδιά να πηδά στον αέρα, έπρεπε να δημιουργηθεί ο ανάλογος κώδικας για να τον τραβά προς το έδαφος ενώ βρίσκεται ψηλά. Μέσα από την εκπαιδευτική παρέμβαση διδάχθηκαν δύο τρόπους δημιουργίας του μηχανισμού βαρύτητας. Ο ένας εξ αυτών απαιτεί την χρήση προϋπόθεσης σε συνδυασμό με τον λογικό τελεστή *OXI* και τον αισθητήρα χρώματος του εδάφους όπως φαίνεται στα παραδείγματα κωδίκων του Διαγράμματος 23 Α-Δ. Αξίζει να σημειωθεί ότι ακόμα και τις φορές (n=4) που τα παιδιά δεν έκαναν λειτουργική χρήση του τελεστή *OXI*, σχημάτισαν σωστά τον κώδικα για τον μηχανισμό της βαρύτητας επιλέγοντας και βάζοντας σε σειρά τις σωστές εντολές.

Διάγραμμα 23 Α-Δ

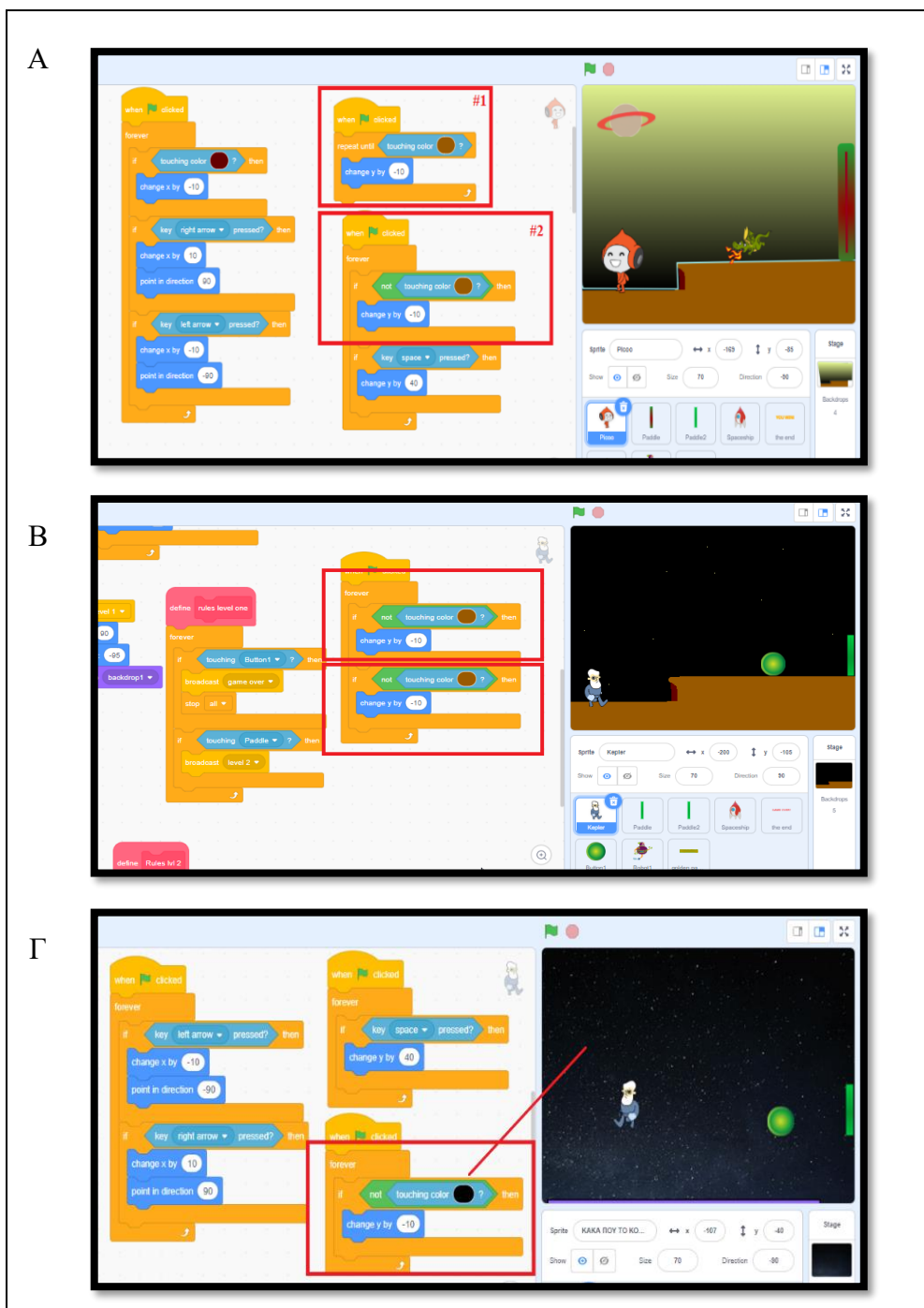
Παραδείγματα κωδίκων με τον λογικό τελεστή OXI

<p>A</p> 	<p>B</p> 
<p>Γ</p> 	<p>Δ</p> 

Η μη λειτουργικότητα αυτών των κωδικών, ωστόσο, αιτιολογείται ως εξής: τις δύο φορές έγινε χρήση και των δύο διαφορετικών μηχανισμών βαρύτητας (βλ. Διάγραμμα 24 Α), μια φορά έγινε διπλή χρήση αυτού του ίδιου μηχανισμού βαρύτητας (βλ. Διάγραμμα 24 Β) και μια φορά το χρώμα του αισθητήρα ήταν ίδιο με το υπόβαθρο με αποτέλεσμα ο ήρωας όταν πηδά να μένει στον αέρα (βλ. Διάγραμμα 24 Γ).

Διάγραμμα 24 Α-Γ

Προγράμματα στα οποία έγινε μη λειτουργική χρήση του λογικού τελεστή ΟΧΙ



Αξίζει να σημειωθεί πως όλοι οι λογικοί τελεστές στα έργα των παιδιών συνδυάστηκαν με προϋπόθεση «εάν...αλλιώς» η οποία εντάχθηκε σε βρόγχο «για πάντα» ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η παρατεταμένη ισχύς της στο παιχνίδι. Αυτό δείχνει ότι οι μαθητές γνωρίζουν πως να χρησιμοποιούν σωστά την προϋπόθεση «εάν...αλλιώς» και ποια είναι τα απαραίτητα συστατικά-εντολές για τη δημιουργία των μηχανισμών παιχνιδιού. Αν, για παράδειγμα, απουσίαζε η χρήση του βρόγχου «για πάντα», κανένας από τους προαναφερθέντες μηχανισμούς (πήδημα, βαρύτητα κτλ.) δεν θα λειτουργούσε επιτυχώς στα παιχνίδια των παιδιών.

7 Συζήτηση

Στόχος της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της ανάπτυξης της ΥΣ σε παιδιά καθώς και η κατανόηση της χρήσης των λογικών τελεστών μέσα από τη συμμετοχή τους σε μια σειρά από δομημένα μαθήματα προγραμματισμού με θέμα τη Λογική. Για τον λόγο αυτό, επιλέχθηκαν ως συμμετέχοντες, μαθητές οι οποίες είχαν μόλις ολοκληρώσει εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού. Για την κατανόηση της επίδρασης των μαθημάτων Λογικής στην εκμάθηση των λογικών τελεστών, συλλέχθηκαν δεδομένα από τις δύο χρονικές στιγμές που πλαισιώνουν την εκπαιδευτική παρέμβαση. Χρησιμοποιήθηκαν προδιαγνωστικά και μεταδιαγνωστικά ερωτηματολόγια και εξετάστηκαν τα έργα που δημιουργήθηκαν πριν και μετά τα μαθήματα Λογικής ως προς το επίπεδο της ΥΣ που παρουσιάζουν. Επιπρόσθετα, για την διερεύνηση των πρακτικών προγραμματισμού σχετικών με τους λογικούς τελεστές εξετάστηκαν βάσει συγκεκριμένων παραμέτρων τα έργα που δημιουργήθηκαν από τους μαθητές με την ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι τα μαθήματα Λογικής του εκπαιδευτικού προγράμματος *Mars Academy* έχουν θετική επίδραση στην ανάπτυξη του επιπέδου ΥΣ των παιδιών και στην εκμάθηση των λογικών τελεστών. Βάσει των πορισμάτων, προτείνεται η αναθεώρηση του κυπριακού μοντέλου ενσωμάτωσης της ΥΣ στο αναλυτικό πρόγραμμα της Δημοτικής Εκπαίδευσης. Λόγω της σημαντικότητας του, ο προγραμματισμός πρέπει να μετατραπεί σε αυτόνομο υποχρεωτικό μάθημα για τα παιδιά Δημοτικού σχολείου ακολουθώντας το πρότυπο άλλων χωρών όπως η Νορβηγία, η Νέα Ζηλανδία και η Αγγλία. Οι πρωτοβουλίες και δράσεις ιδιωτικών οργανισμών και φροντιστηρίων αναγνωρίζονται και επικροτούνται· αλλά η εκμάθηση προγραμματισμού από μαθητές κάτω των 12 χρόνων θα έπρεπε να προσφέρεται δωρεάν σε όλα τα παιδιά σε μια συστηματική, ετήσια βάση. Σειρές εκπαιδευτικών προγραμμάτων, όπως το *Mars Academy*, θα μπορούσαν να υιοθετηθούν και ενσωματωθούν αυτούσιες ή τροποποιημένες στο αναλυτικό πρόγραμμα των Δημοτικών σχολείων για την προαγωγή της ΥΣ των παιδιών. Αυτή τη στιγμή, παρά τη προσθήκη της ΥΣ στο μάθημα «Σχεδιασμός και Τεχνολογία – Ψηφιακές Τεχνολογίες», η μικρή χρονική διάρκεια της υποενότητας ΥΣ – σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες – οδηγεί στην επιφανειακή γνωριμία των παιδιών με τον προγραμματισμό.

Στη συνέχεια, ακολουθεί συζήτηση των ευρημάτων.

Υπολογιστική Σκέψη

Αρκετές έρευνες με αντικείμενο την ΥΣ των παιδιών έχουν προηγηθεί της παρούσας έρευνας (Abdullah et al., 2021; Allsop, 2019; Jiang & Wong, 2022; Ternik et al., 2017), η οποία επιδιώκει να συμβάλει στη διερεύνηση της ανάπτυξης των εννοιών ΥΣ σε παιδιά.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας, μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, οι συνολικές βαθμολογίες των έργων των μαθητών παρουσίασαν καλύτερη επίδοση στην *ροή ελέγχου*, την *αφαίρεση*, την *αλληλεπίδραση χρήστη* και τη *λογική* ενώ ο *παράλληλος προγραμματισμός* δεν παρουσίασε καμία μεταβολή. Στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν στη *Συνολική Βαθμολογία των έργων*, την *αφαίρεση* και τη *λογική*. Ιδιαίτερα ως προς τη *λογική*, η οποία παρουσίασε τη μεγαλύτερη αύξηση ποσοστιαίων μονάδων, τα ευρήματα δεν συμφωνούν με τις προγενέστερες μελέτες καθώς όπως αναφέρουν οι ερευνητές πρόκειται για μια απ' τις έννοιες στις οποίες εμφανίζουν τη χαμηλότερη επίδοση οι μαθητές (Abdullah et al., 2021; Allsop, 2019; Ternik et al., 2017; Von Wangenheim et al., 2017; Weng & Wong, 2017) ανεξαρτήτως του υποβάθρου και εμπειρίας των παιδιών στον προγραμματισμού. Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας βρίσκονται, ωστόσο, σε συμφωνία με τους Jian και Wong (2022) που, όπως υποστήριζαν, ακόμα και παιδιά μικρότερης ηλικίας μπορούν να κατακτήσουν ανεπτυγμένες έννοιες προγραμματισμού από την ηλικία των 9 χρονών.

Αξίζει να σημειωθεί πως η βελτίωση στην επίδοση των έργων των μαθητών παρατηρήθηκε σε έννοιες, όπως είναι η *ροή ελέγχου*, η *αφαίρεση* και η *λογική*, που σχετίζονται άμεσα με τις υποενότητες της Ενότητας 2 (Λογική). Εντολές προγραμματισμού ανεπτυγμένου επιπέδου που διδάχθηκαν στα παιδιά κατά την εκπαιδευτική παρέμβαση όπως είναι ο ορισμός εικονιδίων-εντολών, «επανάλαβε ώσπου» και οι λογικοί τελεστές εμφανίστηκαν στην πλειοψηφία των δεύτερων έργων των συμμετεχόντων. Τα παιδιά, επομένως, μπορούν να ωφεληθούν σε μεγάλο βαθμό από εκπαιδευτικά μαθήματα προγραμματισμού που πραγματοποιούνται με υποστήριξη μάθησης (scaffolding) και περιέχουν ψηφιακές δραστηριότητες εξάσκησης και εφαρμογής των γνώσεων τους. Τα υποστηρικτικά στοιχεία της πλατφόρμας αναμφισβήτητα έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία μάθησης. Ωστόσο, συγκρίνοντας τις σημειώσεις των δύο ψηφιακών σημειωματάρων των σταδίων που αφορούν στην παραγωγή των παιχνιδιών, παρατηρούμε μια πιο περιορισμένη παροχή

βοηθητικών στοιχείων στο παιχνίδι «Πλατφόρμα». Οι βοηθητικές σημειώσεις είναι λιγότερες και πιο γενικής φύσης σε σχέση με τις σημειώσεις που αφορούν στο παιχνίδι «Λαβύρινθος». Γι' αυτό, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι για την παραγωγή του δεύτερου – τουλάχιστον – παιχνιδιού οι συμμετέχοντες δεν στηρίχθηκαν στα βοηθητικά στοιχεία της πλατφόρμας και τα αποτελέσματα δεν οφείλονται στην υποστήριξη μάθησης που δίνεται στο συγκεκριμένο στάδιο. Επιπλέον, οι σημειώσεις για τον «Λαβύρινθο», αν και αναλυτικότερες και πιο λεπτομερείς, σχετίζονται με μεμονωμένες δεξιότητες και συγκεκριμένους μηχανισμούς γι' αυτό θα λέγαμε ότι λειτουργούν κυρίως ως υπενθυμίσεις παρά ως υποδείξεις για τον τρόπο παραγωγής του παιχνιδιού. Εφόσον, όμως, υποστήριξη μάθησης υπάρχει κατά τη διάρκεια ολόκληρου του εκπαιδευτικού προγράμματος Mars Academy, η συμβολή της στην ανάπτυξη της ΥΣ των παιδιών και της εκμάθησης των λογικών τελεστών αξίζει να αναγνωριστεί.

Οι διαφορές στην επίδοση των έργων των μαθητών τόσο ανά υπολογιστική έννοια όσο και στη συνολική βαθμολογία τους, εισηγούνται ότι η αξιολόγηση του επιπέδου ΥΣ πρέπει να γίνεται στη βάση των γνώσεων και δεξιοτήτων των μαθητών και να προϋποθέτει την εφαρμογή των υπό εξέταση εννοιών στην παραγωγή έργων. Κατά τη δημιουργία ενός ανοικτού έργου χωρίς συγκεκριμένες προδιαγραφές, αρκετοί μαθητές τείνουν να επαναπαύονται στο σχηματισμό απλών κωδίκων αποφεύγοντας περίπλοκους μηχανισμούς. Ο σχεδιασμός, επομένως, κατάλληλων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων καθώς και αξιολογικών ασκήσεων κρίνεται αναγκαίος στα μαθήματα προγραμματισμού.

Εκμάθηση & εφαρμογή των λογικών τελεστών

Η κατανόηση αλλά και αξιολόγηση των λογικών τελεστών, μεταξύ άλλων υπολογιστικών εννοιών ανεπτυγμένου επιπέδου, από τους μαθητές είναι ένα από τα πρωταρχικά θέματα διερεύνησης αρκετών ερευνητών τα τελευταία χρόνια (Grover, 2020; Grover & Basu, 2017; Grover et al., 2018; Grover et al., 2019; Kwon et al., 2021; Zeevaarders & Aivaloglou, 2021).

Τα ευρήματα δείχνουν πως οι μαθητές, μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, σημείωσαν ψηλότερες βαθμολογίες στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Στις έξι από τις επτά ερωτήσεις είχαν καλύτερες μεταδιαγνωστικές βαθμολογίες ενώ σε μια ερώτηση η επίδοσή τους δεν άλλαξε. Η κύρια πρόκληση που αντιμετώπισαν τα παιδιά αφορά την κατανόηση του *H*. Όπως υποστήριξαν οι Grover και Basu (2017) οι μαθητές τείνουν

να ταυτίζουν τη χρήση του λογικού τελεστή *H* με τον διαζευκτικό σύνδεσμο «ή». Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης από τις προδιαγνωστικές μετρήσεις συμφωνούν ως προς την παρανόηση του *H* και προσθέτουν στην υφιστάμενη βιβλιογραφία. Αρκετοί μαθητές παρερμήνευσαν συχνά τη χρήση του *H* με αυτή του *KAI* όπως έγινε στην Ερωτήσεις 1β και 5 αλλά και αντιστρόφως, τη χρήση του *KAI* με αυτή του *H*, όπως έγινε στην Ερώτηση 2. Το φαινόμενο αυτό χρήζει σίγουρα περαιτέρω διερεύνησης στο μέλλον για να εξακριβώσουμε τι είδους παρανοήσεις υπάρχουν γύρω από τους λογικούς τελεστές, καθώς και τους λόγους και τους παράγοντες που συμβάλλουν σ' αυτές. Αποτελεσματικό φαίνεται να είναι, ωστόσο, το εκπαιδευτικό πρόγραμμα Mars Academy στην κατανόηση των λογικών τελεστών από τους μαθητές εφόσον στατιστικά σημαντικά διαφορές σημειώθηκαν στη *Συνολική βαθμολογία* των μαθητών αλλά και στην *Ερώτηση 1β*.

Η έρευνα εστίασε, επίσης, στη χρήση των λογικών τελεστών καθώς και στις πρακτικές προγραμματισμού που σχετίζονται με αυτούς. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι καταγράφηκε παρουσία και των τριών λογικών τελεστών σε έργα των μαθητών, με μεγαλύτερη συχνότητα τη χρήση του *OXI*. Αυτό είναι σημαντικό γιατί έρευνες που προηγήθηκαν είτε αναφέρουν παντελή έλλειψη λογικών τελεστών στα έργα των συμμετεχόντων τους (Ternik et al., 2017; Weng & Wong, 2017) είτε, στις περιπτώσεις όπου γίνεται κάποια χρήση τους από τους μαθητές, δεν δίνονται αρκετές πληροφορίες ως προς τον τρόπο εφαρμογής τους (Allsop, 2019). Επιπλέον, βάσει των ευρημάτων, η εφαρμογή των λογικών τελεστών στα έργα των μαθητών ήταν ως επί το πλείστον αποτελεσματική γεγονός που αντιτίθεται στα πορίσματα των Kwon et al. (2021). Στην έρευνα τους, οι Zeenaarders και Aivaloglou (2021) αναφέρουν αύξηση της χρήσης των λογικών τελεστών χωρίς όμως να σχολιάζουν κατά πόσο η χρήση αυτή γίνεται με τρόπο αποτελεσματικό ή όχι.

Από τα πορίσματα της έρευνας φαίνεται πως τρεις είναι οι βασικοί μηχανισμοί που εξυπηρετούν οι λογικοί τελεστές. Η χρήση του *KAI* γίνεται για τη δημιουργία του πηδήματος μόνο όταν ο ήρωας πατά το έδαφος, η χρήση του *H* για να συνδέσει διαφορετικούς αισθητήρες αγγίγματος χαρακτήρων που εντάσσονται στην ίδια προϋπόθεση και υπακούουν στον ίδιο κανόνα και τέλος η χρήση του *OXI* για τον μηχανισμό βαρύτητας. Οι προηγούμενες έρευνες επικεντρώθηκαν κυρίως στις εντολές με τις οποίες συνδυάζουν τους λογικούς τελεστές οι μαθητές παρά στους μηχανισμούς που εξυπηρετούν. Ο συνδυασμός των λογικών τελεστών με την προϋπόθεση

«εάν...τότε», που έχει εντοπιστεί στην παρούσα έρευνα, είναι μια κοινή πρακτική που σημειώθηκε και από τους Von Wangenheim et al.(2017), τους Kwon et al. (2021) καθώς και την Grover (2020).

8 Συμπεράσματα

Η διεξαγωγή αυτής της μελέτης έγινε με στόχο τη διερεύνηση της επίδρασης μιας σειράς μαθημάτων προγραμματισμού στην ΥΣ παιδιών 9-12 χρονών και της εκμάθησης των λογικών τελεστών. Τα ευρήματα συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση της ανάπτυξης των υπολογιστικών εννοιών των παιδιών και των πρακτικών προγραμματισμού, σχετικών με τους λογικούς τελεστές, που εφαρμόζουν κατά την παραγωγή ενός έργου. Η θετική επίδραση μιας τεχνολογικά-εμπλουτισμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης στην ανάπτυξη της ΥΣ των παιδιών επιβεβαιώνεται και από προηγούμενες μελέτες (Grover et al., 2019; Jiang & Wong, 2022; Kwon et al., 2021). Επιπρόσθετα, βάσει των ευρημάτων, προκύπτει ότι μαθησιακές δραστηριότητες προγραμματισμού που εντάσσονται σε συγκεκριμένη θεματική, όπως για παράδειγμα η λογική, μπορούν να βελτιώσουν τις αντίστοιχες υπολογιστικές έννοιες. Ενδιαφέροντα ευρήματα φαίνεται να προκύπτουν και ως προς τη εκμάθηση και εφαρμογή των λογικών τελεστών – μια περιοχή που ερευνητικά βρίσκεται ακόμα στο σκοτάδι. Η βελτίωση της επίδοσης των μαθητών και η συνολική βαθμολογία τους στα μεταδιαγνωστικά δοκίμια δείχνει ότι η κατανόηση των λογικών τελεστών από τα παιδιά επιτεύχθηκε σ' ένα μεγάλο βαθμό. Η εφαρμογή των λογικών τελεστών από την πλειοψηφία των μαθητών στην παραγωγή των παιχνιδιών τους για τη δημιουργία ειδικών μηχανισμών ενισχύει το πιο πάνω πόρισμα και ρίχνει φως ως προς τις συγκεκριμένες πρακτικές προγραμματισμού των παιδιών. Οι συμμετέχοντες, στην πλειονότητα τους, εφάρμοσαν επιτυχώς τους λογικούς τελεστές και σύμφωνα με τον τρόπο που διδάχθηκαν.

Τα πορίσματα της έρευνας καλούν την ερευνητική κοινότητα να στρέψει το ενδιαφέρον της στην εις βάθος διερεύνηση της λογικής Μπουλ σε παιδιά Δημοτικού. Αξίζει να κατανοήσουμε πώς οι μαθητές μαθαίνουν, αντιλαμβάνονται και χρησιμοποιούν τους λογικούς τελεστές γιατί εκτός από τον προγραμματισμό, *«η λογική Μπουλ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τα παιδιά να εκφραστούν σε άλλα αντικείμενα όπως είναι η περιγραφή μαθηματικών και φυσικών θεωρημάτων και η αιτιότητα στην ιστορία και τη λογοτεχνία»* (Zhong et al. 2022 p. 4) Επιπλέον, τα ευρήματα της έρευνας υποδηλώνουν ότι η εκμάθηση δύσκολων υπολογιστικών εννοιών, όπως είναι η λογική, απαιτεί την αξιοποίηση ψηφιακών ασκήσεων προγραμματισμού καθώς και την ανάπτυξη έργων συγκεκριμένων προδιαγραφών για

την εξάσκηση των μαθητών. Δεδομένου του ότι η λογική Μπουλ, είναι βασικό στοιχείο για την παραγωγή τεχνουργημάτων ανεπτυγμένων ως προς την ποιότητα και την πολυπλοκότητα, το Υπουργείο Παιδείας θα πρέπει να εξετάσει τον σχεδιασμό και ένταξη κατάλληλων τεχνολογικά εμπλουτισμένων δραστηριοτήτων στο μάθημα «Σχεδιασμός και Τεχνολογία – Ψηφιακές Τεχνολογία» για τη διδασκαλία των λογικών τελεστών. Η έρευνα υποδηλώνει ότι οι μαθητές είναι ικανοί, ήδη από την ηλικία των 9 χρονών, να μάθουν και να εφαρμόσουν τους λογικούς τελεστές. Άρα, χρέος των αρμόδιων φορέων είναι παρέχουν στα παιδιά τις ευκαιρίες για να αξιοποιήσουν τις δυνατότητες τους.

Για να ελεγχθεί και να εξακριβωθεί το μέγεθος της εκπαιδευτικής αξίας δραστηριοτήτων προγραμματισμού, όπως αυτές του *Mars Academy*, μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν δύο ομάδες συμμετεχόντων (μια πειραματική ομάδα και μια ομάδα ελέγχου). Επίσης, ερευνητικές προσπάθειες μελλοντικά θα μπορούσαν να εστιάσουν στη μακροχρόνια επίδραση του προγράμματος για να διαπιστωθεί κατά πόσον οι αποκτηθείσες γνώσεις των μαθητών στους λογικούς τελεστές είναι στέρεης βάσης. Τέλος, έρευνες που θα εστιάσουν στη διερεύνηση των πρακτικών προγραμματισμού των παιδιών δημοτικής εκπαίδευσης, μέσω συνεντεύξεων ή βιντεογραφήσεων μαθημάτων, θα συμπληρώσουν τα ευρήματα αυτής της έρευνας και θα ρίξουν περισσότερο φως στο τρόπο που χρησιμοποιούν οι μαθητές τις υπολογιστικές έννοιες καθώς και στις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν.

9 Περιορισμοί Έρευνας

Η παρούσα έρευνα δεν διεξάχθηκε χωρίς δυσκολίες ή περιορισμούς.

Λόγω της πανδημίας του κορονοϊού (COVID-19) δεν παρακολούθησαν όλοι οι συμμετέχοντες τα μαθήματα της εκπαιδευτικής παρέμβασης με τον ίδιο ρυθμό. Βάσει των σχετικών διαταγμάτων που ίσχυαν την περίοδο της διεξαγωγής της έρευνας, οι μαθητές που νοσούσαν έπρεπε να αυτοπεριοριστούν για ένα δεκαπενθήμερο. Αρκετοί επομένως ήταν οι συμμετέχοντες που έχαναν μαθήματα, τα οποία έπρεπε να αναπληρωθούν άμεσα για να μπορέσουν να ενταχθούν ξανά ομαλά στο τμήμα τους με τα υπόλοιπα παιδιά. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες έπρεπε να δουλεύουν ατομικά διατηρώντας αποστάσεις από τους συμμαθητές τους και αποφεύγοντας οποιαδήποτε σωματική επαφή. Η χρήση μάσκας από όλους τους μαθητές και τον εκπαιδευτή ήταν ακόμα ένα μέτρο που ίσως αποτέλεσε ανασταλτικό παράγοντα μάθησης εφόσον επηρέαζε την επικοινωνία των μαθητών μεταξύ τους αλλά και με τον εκπαιδευτικό. Γι' αυτό, σε μελλοντικές έρευνες προτείνεται να εξεταστεί ο ρόλος της αλληλεπίδρασης και της συνεργατικής μάθησης κατά τα μαθήματα προγραμματισμού.

Ως προς το δείγμα, θα πρέπει να σημειωθεί ως σημαντικός περιορισμός ο μικρός του αριθμός. Αν και επρόκειτο για όλους τους μαθητές που παρακολουθούσαν το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα στην Κύπρο την Άνοιξη του 2022, ο αριθμός δεν επιτρέπει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων της έρευνας. Επιπρόσθετα, λόγω της αδυναμίας της ερευνήτριας να επικοινωνήσει γλωσσικά με την πλειοψηφία των συμμετεχόντων, που μιλούσαν ρωσικά, δεν διεξαχθήκαν συνεντεύξεις.

Αναμφισβήτητα, μέσω των συνεντεύξεων θα είχαμε ενισχυτικά πορίσματα που θα οδηγούσαν σε μια πιο ξεκάθαρη εικόνα σχετικά με την εκμάθηση των λογικών τελεστών από τους μαθητές και τις επιλογές που έκαναν στα έργα τους. Γι' αυτό, προτείνεται ως μέθοδος συλλογής δεδομένων σε μελλοντικές έρευνες για την καλύτερη κατανόηση της ανάπτυξης της ΥΣ σε παιδιά Στοιχειώδους Εκπαίδευσης και τη διασφάλιση μεγαλύτερης αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων. Στην παρούσα έρευνα επίσης, δεν λήφθηκαν υπόψη τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων τα οποία πιθανόν να παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της ΥΣ των μαθητών. Πιο συγκεκριμένα, το εύρος της ηλικίας των συμμετεχόντων (9-12 χρονών) είναι σημαντικό εξαιτίας της γνωστικής ανάπτυξης που συντελείται στα παιδιά γι' αυτό θα

έπρεπε να διερευνηθεί η ανάπτυξη της ΥΣ ανά ηλικιακή ομάδα συμμετεχόντων για να εξακριβωθεί κατά πόσο η ηλικία έχει καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία.

Αρκετοί ήταν και οι περιορισμοί που σχετίζονταν με τη μεθοδολογία της έρευνας. Αρχικά, αξίζει να αναφερθεί ότι ο διπλός ρόλος της ερευνήτριας-εκπαιδευτικού, μπορεί να προσέδωσε ένα κατευθυντικό χαρακτήρα στην παράδοση των μαθημάτων που πραγματοποίησε στα δύο τμήματα για τα οποία ήταν υπεύθυνη. Ιδιαίτερα στα δύο τελευταία μαθήματα, όταν έγινε η ανάπτυξη των παιχνιδιών, υπάρχει πιθανότητα να κατεύθυνε τους μαθητές στην χρήση λογικών τελεστών λόγω της προσωπικής της ανάμειξης στην έρευνα, επηρεάζοντας την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Σε μελλοντικές έρευνες, συνίσταται η μη ανάληψη εκπαιδευτικού ρόλου από τον ερευνητή. Ακόμη, η έλλειψη άλλου αξιολογητή στην ανάλυση των δεδομένων είναι ένας σημαντικός περιορισμός που κλονίζει την αξιοπιστία της έρευνας. Επιπλέον, ακόμα ένας περιορισμός είναι η απουσία ομάδας ελέγχου που θα συνείσφερε στην αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Η παρούσα έρευνα χρησιμοποίησε μόνο πειραματική ομάδα για την οποία, μάλιστα, υπήρχε υποστήριξη μάθησης μέσω της πλατφόρμας Mars Academy. Τέλος, λόγω του στενού χρονοδιαγράμματος, δεν έγινε πιλοτική εφαρμογή του διαγνωστικού ερωτηματολογίου ώστε να αξιολογηθεί και να διαπιστωθεί η καταλληλότητα του για την έρευνα.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Εκπαιδευτικά προγράμματα προγραμματισμού μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη ΥΣ σε παιδιά Στοιχειώδους Εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα, όταν η διδασκαλία και το περιεχόμενο των μαθημάτων επικεντρώνεται σε συγκεκριμένες υπολογιστικές έννοιες, μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση στις αντίστοιχες διαστάσεις ΥΣ των Moreno León et al. (2015). Το επίπεδο της ΥΣ των μαθητών, μετά την παρακολούθηση των μαθημάτων της Ενότητας 2 (Λογική), σημείωσε αύξηση σε τέσσερις διαστάσεις με την *λογική* να καταγράφει την μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση. Τα παιδιά είναι σε θέση να εφαρμόσουν δεξιότητες προγραμματισμού προχωρημένου επιπέδου μέσα από τη χρήση ψηφιακής εκπαιδευτικής πλατφόρμας προγραμματισμού και την παροχή κατάλληλης υποστήριξης. Οι λογικοί τελεστές, λόγω της αφηρημένης τους ιδιότητας, αποτελούν μια δύσκολη έννοια προς κατανόηση για τα παιδιά. Η έρευνα υποδηλώνει, ωστόσο, ότι ο σχεδιασμός κατάλληλων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων μπορεί να οδηγήσει τα παιδιά, από την ηλικία των 9 χρονών, στην κατάκτηση των λογικών τελεστών. Η λειτουργική χρήση λογικών τελεστών για την δημιουργία μηχανισμών παιχνιδιού αποδεικνύει πως τα παιδιά δεν συνέλαβαν μόνο θεωρητικά τις έννοιες αλλά ήταν σε θέση να τις εφαρμόσουν ουσιαστικά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abdullah, O., Kamaludin, A., & Rahman, N. S. A. (2021). Gender Differences in Computational Thinking Skills among Malaysian's Primary School Students using Visual Programming. *Proceedings - 2021 International Conference on Software Engineering and Computer Systems and 4th International Conference on Computational Science and Information Management, ICSECS-ICOCSIM 2021*, 655–660. <https://doi.org/10.1109/ICSECS52883.2021.00125>
- Allsop, Y. (2019). Assessing computational thinking process using a multiple evaluation approach. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 19, 30–55. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.10.004>
- Bhosale, T., Kulkarni, S., & Patankar, S. N. (2018). 2D Platformer Game in Unity Engine. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(04), 3021-3024
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada, 1*, 25.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2013). Stories from the scratch community: Connecting with ideas, interests, and people. *SIGCSE 2013 - Proceedings of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 463–464.
- Denner, J., Werner, L., & Ortiz, E. (2012). Computer games created by middle school girls: Can they be used to measure understanding of computer science concepts? *Computers and Education*, 58(1), 240–249. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.006>
- DiSessa, A. A. (2001). *Changing Minds: Computers, Learning and Literacy*, *Mit Press*.
- Feurzeig, W., Papert, S. A., & Lawler, B. (2011). Programming-languages as a conceptual framework for teaching mathematics. *Interactive Learning Environments*, 19(5), 487–501. <https://doi.org/10.1080/10494820903520040>
- Flick, U. (2018). *An introduction to qualitative research*. *Sage*.

- Grover, S. (2020). Designing an assessment for introductory programming concepts in middle school computer science. *SIGCSE 2020 - Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 678–684.
<https://doi.org/10.1145/3328778.3366896>
- 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 2017 ACM SIGCSE technical symposium on computer science education*, 267-272. <https://doi.org/10.1145/3017680.3017723>
- Grover, S., Basu, S., & Schank, P. (2018). What we can learn about student learning from open-ended programming projects in middle school computer science. *SIGCSE 2018 - Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 2018-Janua*, 999–1004.
<https://doi.org/10.1145/3159450.3159522>
- Grover, S., Jackiw, N., & Lundh, P. (2019). Concepts before coding: non-programming interactives to advance learning of introductory programming concepts in middle school. *Computer Science Education*, 29(2–3), 106–135.
<https://doi.org/10.1080/08993408.2019.1568955>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.
<https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Guzdial, M. (2008). Education: Paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, 51(8), 25–27.
<https://doi.org/10.1145/1378704.1378713>
- Hackworth, M. T. (2012). Hackworth, M. T. (2012). Solved by walking: Paradox and resolution in the labyrinth. *Pacifica Graduate Institute*.
- Heintz, F., Mannila, L., & Farnqvist, T. (2016). A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2016-Novem.*, 1-9.
<https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757410>

- Jiang, S., & Wong, G. K. W. (2022). Exploring age and gender differences of computational thinkers in primary school: A developmental perspective. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 60–75. <https://doi.org/10.1111/jcal.12591>
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2013). Computer programming goes back to school: Learning programming introduces students to solving problems, designing applications, and making connections online. *Phi Delta Kappan*, 95(1), 61–65. <https://doi.org/10.1177/003172171309500111>
- Kafai, Y. B., & Peppler, Ky. A. (2011). Youth, technology, and diy: Developing participatory competencies in creative media production. *Review of Research in Education*, 35(1), 89–119. <https://doi.org/10.3102/0091732X10383211>
- Kahn, K., Sendova, E., Sacristán, A. I., & Noss, R. (2011). Young students exploring cardinality by constructing infinite processes. *Technology, Knowledge and Learning*, 16 1, 3–34. <https://doi.org/10.1007/s10758-011-9175-0>
- Kalelioğlu, F., & Gülbahar, Y. (2014). The effects of teaching programming via Scratch on problem solving skills: A discussion from learners' perspective. *Informatics in Education*, 13(1), 33–50.
- Kurland, D. M., Pea, R. D., Clement, C., & Mawby, R. (1986). A Study of the Development of Programming Ability and Thinking Skills in High School Students. *Journal of Educational Computing Research*, 2(4), 429–458. <https://doi.org/10.2190/bkml-b1qv-kdn4-8ulh>
- Kwon, K., Jeon, M., Guo, M., Yan, G., Kim, J., Ottenbreit-Leftwich, A. T., & Brush, T. A. (2021). Computational thinking practices: Lessons learned from a problem-based curriculum in primary education. *Journal of Research on Technology in Education*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.2014372>
- Kwon, K., & Jonassen, D. H. (2011). The influence of reflective self-explanations on problem-solving performance. *Journal of Educational Computing Research*, 44(3), 247–263. <https://doi.org/10.2190/EC.44.3.a>
- Lee, Y.-J. (2010). Developing computer programming concepts and skills via technology-enriched language-art projects: A case study. *Journal of Educational*

Multimedia and Hypermedia, 19(3), 307–326.

- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education*, 10(4), 1–15. <https://doi.org/10.1145/1868358.1868363>
- Mateas, M. (2005). Procedural literacy: Educating the new media practitioner. *On the Horizon*, 13(2), 101–111. <https://doi.org/10.1108/10748120510608133>
- Mei-Chuen Lin, J., & Liu, S.-F. (2012). International Forum of Educational Technology & Society An Investigation into Parent-Child Collaboration in Learning Computer Programming. *Source: Journal of Educational Technology & Society*, 15(1), 162–173.
- Moreno, J. (2012). Digital Competition Game to Improve Programming Skills. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(3), 288–297.
- Moreno León, J., Robles, G., & Román González, M. (2015). Dr. Scratch: Automatic Analysis of Scratch Projects to Assess and Foster Computational Thinking. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (46), 1–23.
- Nouri, J., Zhang, L., Mannila, L., & Norén, E. (2020). Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming in K-9. *Education Inquiry*, 11(1), 1–17.
<https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1627844>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Computers, children, and powerful ideas*. NY: Basic Books, 255.
- Papert, S. (1993). Rethinking School In The Age Of The Computer. *Children's The Machine*, 138–156.
- Resnick, M. (2008). Falling in Love with Seymour ' s Ideas. *In American Educational Research Association (AERA) annual conference*.

- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B. & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Resnick, M., & Silverman, B. (2005). Some reflections on designing construction kits for kids. *Proceedings of: Interaction Design and Children 2005, IDC 2005*, 117–122. <https://doi.org/10.1145/1109540.1109556>
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678–691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., Moreno-León, J., & Robles, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 18, 47–58. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.004>
- Sáez-López, J. M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “scratch” in five schools. *Computers and Education*, 97, 129–141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>
- Ternik, Ž., Koron, A., Koron, T., & Šerbec, I. N. (2017). Learning programming concepts through maze game in scratch. *Proceedings of the 11th European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2017*, 661–670.
- Tikva, C., & Tambouris, E. (2021). Mapping computational thinking through programming in K-12 education: A conceptual model based on a systematic literature Review. *Computers and Education*, 162, 104083. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104083>
- Von Wangenheim, C. G., Alves, N. C., Rodrigues, P. E., & Hauck, J. C. (2017). Teaching Computing in a Multidisciplinary Way in Social Studies Classes in School-A Case Study. *International Journal of Computer Science Education in*

Schools, 1(2), 3-16. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v1i2.9>

Weng, J. F., Tseng, S. S., & Lee, T. J. (2010). Teaching boolean logic through game rule tuning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(4), 319–328.

<https://doi.org/10.1109/TLT.2010.33>

Weng, X., & Wong, G. K. W. (2017). Integrating computational thinking into english dialogue learning through graphical programming tool. *Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering, TALE 2017*, 320–325. <https://doi.org/10.1109/TALE.2017.8252356>

Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why. *The link magazine*, 6, 20-23.

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

Zeevaarders, A., & Aivaloglou, E. (2021). Exploring the programming concepts practiced by scratch users: An analysis of project repositories. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, 1287–1295.

<https://doi.org/10.1109/EDUCON46332.2021.9453973>

Zhang, L. C., & Nouri, J. (2019). A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9. *Computers & Education*, 141, 103607.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103607>

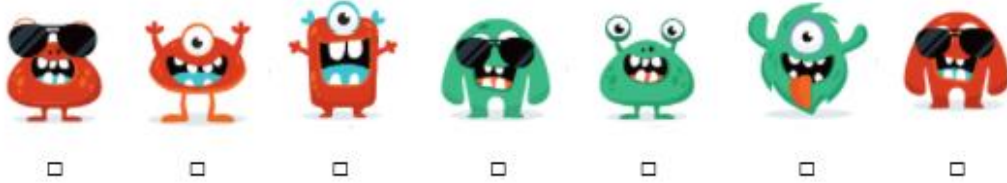
Zhong, B., Xia, L., & Su, S. (2022). Effects of programming tools with different degrees of embodiment on learning Boolean operations. *Education and Information Technologies*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10884-7>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

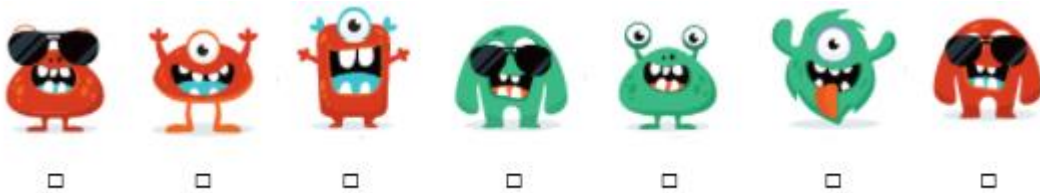
Το διαγνωστικό ερωτηματολόγιο με ασκήσεις στους λογικούς τελεστές που δόθηκε στους συμμετέχοντες πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση

#1

α) Επιλέξτε τους εξωγήινους που ανταποκρίνονται στη δήλωση: ((είναι πράσινος) ΚΑΙ (φοράει γυαλιά ηλίου))



β) Επιλέξτε τους εξωγήινους που ανταποκρίνονται στη δήλωση: ((έχει ένα μάτι) Ή (είναι κόκκινος))



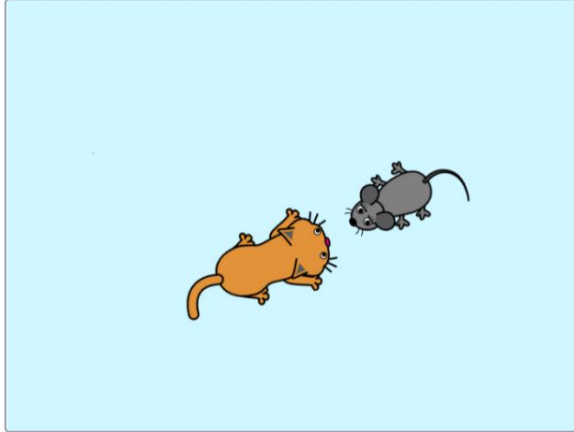
γ) Επιλέξτε τους εξωγήινους που ανταποκρίνονται στη δήλωση: ((έχει δύο μάτια) ΚΑΙ (ΟΧΙ φοράει γυαλιά ηλίου))



#2

Λογική έκφραση:

Η γάτα νιαουρίζει ΑΝ ((παίζει με το ποντίκι) ΚΑΙ (παίζει με την μπάλα))



Με βάση την πιο πάνω λογική έκφραση, η γάτα της φωτογραφίας:

- Νιαουρίζει
- Δεν νιαουρίζει

#3

Η Κατερίνα παίρνει ομπρέλα στο σχολείο αν βρέχει.

Παίρνει επίσης ομπρέλα στο σχολείο αν έχει συννεφιά.

Δεν παίρνει ομπρέλα σε άλλες καιρικές συνθήκες.

Ποια λογική έκφραση το δείχνει αυτό;

- Πάρε ομπρέλα ΑΝ (βρέχει Ή έχει συννεφιά)
- Πάρε ομπρέλα ΑΝ (βρέχει ΚΑΙ έχει συννεφιά)

#4

Όταν έχω γενέθλια η μητέρα μου φτιάχνει τούρτα αν υπάρχουν όλα τα υλικά στο σπίτι.

Ποια λογική έκφραση το δείχνει αυτό;

- Η μητέρα μου φτιάχνει τούρτα ΑΝ ((έχω γενέθλια) Ή (ΟΧΙ υπάρχουν όλα τα υλικά στο σπίτι))
- Η μητέρα μου φτιάχνει τούρτα ΑΝ ((έχω γενέθλια) ΚΑΙ (ΟΧΙ υπάρχουν όλα τα υλικά στο σπίτι))

- Η μητέρα μου φτιάχνει τούρτα ΑΝ ((έχω γενέθλια) Ή (υπάρχουν όλα τα υλικά στο σπίτι))
- Η μητέρα μου φτιάχνει τούρτα ΑΝ ((έχω γενέθλια) ΚΑΙ (υπάρχουν όλα τα υλικά στο σπίτι))

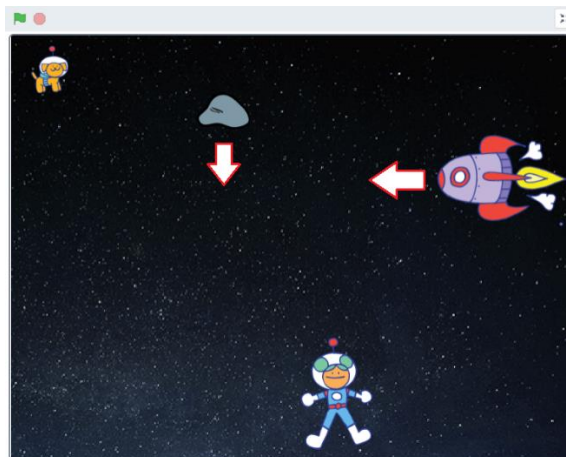
#5

Σενάριο παιχνιδιού: Η Κίραν πρέπει να φτάσει στον σκύλο της. Ο παίκτης ελέγχει την αστροναύτη, Κίραν, και την οδηγεί στον στόχο της, τον σκύλο. Το διαστημόπλοιο κινείται οριζόντια όπως δείχνει το βέλος. Ο μετεωρίτης κινείται κατακόρυφα όπως δείχνει το βέλος.

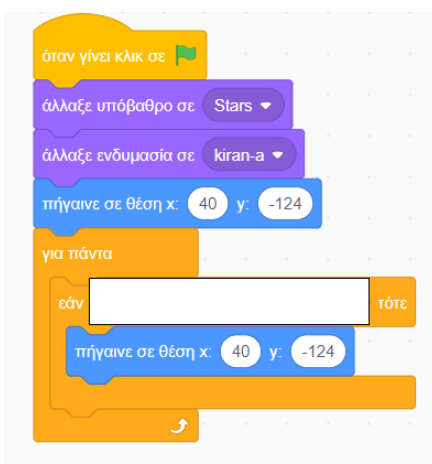
Αν η Κίραν αγγίζει το διαστημόπλοιο, επιστρέφει στην αρχική της θέση.

Αν η Κίραν αγγίζει τον μετεωρίτη επιστρέφει στην αρχική της θέση.

Αν η Κίραν αγγίζει το διαστημόπλοιο και τον μετεωρίτη ταυτόχρονα, επιστρέφει στην αρχική της θέση.



Ποια από τις ακόλουθες επιλογές συμπληρώνει την προϋπόθεση <εάν... τότε>, στο πιο κάτω πρόγραμμα της Κίραν, ώστε να πληρούνται οι συνθήκες του παιχνιδιού;



- (αγγίζει το διαστημόπλοιο)

- (αγγίζει τον μετεωρίτη)
- (αγγίζει το διαστημόπλοιο) Ή (αγγίζει τον μετεωρίτη)
- (αγγίζει το διαστημόπλοιο) ΚΑΙ (αγγίζει τον μετεωρίτη)