



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Διοίκησης Εκπαίδευσης / Education Management»

Διπλωματική Εργασία

«Ο οπτικός προγραμματισμός στη διδασκαλία των μαθημάτων στο δημοτικό σχολείο.
Μελέτη, σχεδίαση και υλοποίηση εκπαιδευτικής εφαρμογής στο Scratch για ενότητα του
μαθήματος των Μαθηματικών της ΣΤ' τάξης»

«Visual programming in the teaching of elementary school lessons. Study, design and
implementation of a Scratch educational application for a module of the 6th grade
Mathematics course»

«Παναγιώτης Πανουτσόπουλος»

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:	
Δρ. Ήρα Αντωνοπούλου	
A' Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:	B' Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:
Δρ. Χρήστος Πιερρακέας	Δρ. Δημήτριος Παπαδόπουλος

Πάτρα, Οκτώβριος 2019

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

© Πανεπιστήμιο Πατρών, 2019

Η παρούσα Εργασία καθώς και τα αποτελέσματα αυτής, αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Πατρών και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης, αναπαραγωγής και αναδιανομής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα της Εργασίας καθώς και το όνομα του Πανεπιστημίου Πατρών όπου εκπονήθηκε.

*«στην οικογένειά μου
και
στη θεία μου Μαργαρίτα»*

Περίληψη

Η ενσωμάτωση εκπαιδευτικών λογισμικών στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει ανοίξει νέους ορίζοντες στη μάθηση, παρέχοντας πληθώρα δυνατοτήτων, τόσο στους μαθητές όσο και στους εκπαιδευτικούς. Στην παρούσα εργασία ασχολούμαστε με το Scratch, το οποίο συνιστά ένα περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού οδηγούμενο από τα γεγονότα. Το Scratch κινητοποιεί το ενδιαφέρον των μαθητών μέσω των πολυμέσων που μπορεί να ενσωματώσει, ενώ τους προσφέρει τη δυνατότητα να αντιληφθούν την έννοια της διάδρασης μεταξύ των αντικειμένων και να υλοποιήσουν μικρά παιχνίδια.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η κατασκευή μιας διαδικτυακής εκπαιδευτικής εφαρμογής στο περιβάλλον του Scratch (<https://scratch.mit.edu/>), που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βοηθητικό υλικό στο μάθημα των Μαθηματικών της ΣΤ' τάξης του δημοτικού σχολείου. Η εφαρμογή βασίστηκε στο διδακτικό υλικό της ενότητας της Γεωμετρίας και ειδικότερα στις υποενότητες που αφορούν τον υπολογισμό του εμβαδού τριγώνων και κύκλων.

Κατά την σχεδίαση της εν λόγω εφαρμογής λάβαμε υπόψη μας τις ιδιαιτερότητες και τις δυνατότητες του Scratch, τις σχετιζόμενες θεωρίες μάθησης, καθώς και τις πρότερες γνώσεις και την πρότερη εξοικείωση των μαθητών με τους υπολογιστές και τα εκπαιδευτικά λογισμικά. Πιο συγκεκριμένα, η σχεδίαση της εκπαιδευτικής εφαρμογής βασίστηκε στις αρχές της ανακαλυπτικής – διερευνητικής μάθησης έχοντας τη μορφή προσομοίωσης, ώστε να επιτρέπει στους μαθητές να διερευνήσουν το ρόλο των βασικών χαρακτηριστικών του τριγώνου και του κύκλου στη μεταβολή του αντίστοιχου εμβαδού.

Στο τέλος, της εργασίας περιλαμβάνονται προτάσεις για την επέκταση της εν λόγω εφαρμογής.

Λέξεις – Κλειδιά: Εκπαιδευτικό λογισμικό, οπτικός προγραμματισμός, Scratch, θεωρίες μάθησης, δημοτικό σχολείο, Μαθηματικά.

Abstract

The integration of educational software into the learning process has opened new horizons in learning, providing a wealth of opportunities for both students and teachers. In the present work we deal with Scratch, which is an event-driven visual programming environment. Scratch mobilizes students' interest through the multimedia resources it can incorporate, while giving them the opportunity to grasp the meaning of interacting with objects and create small games.

The purpose of the present work was to develop an online educational application in the Scratch v3 environment (<https://scratch.mit.edu/>), which could be used as an auxiliary material in Mathematics course of the sixth grade of Elementary School. The application was based on the teaching material of Geometry, and in particular on the teaching units related to the area calculation of triangles and circles.

When designing this application we took into account the capabilities of the particular educational software, the associated learning theories, as well as the students' prior knowledge and familiarity with computers and educational software. Specifically, the design of the educational application was based on the principles of discovery – exploratory learning having the form of a simulation, in order to allow students to explore the role of the triangle's and circle's basic features, in changing the corresponding area.

Finally, the work includes suggestions for extending the educational application.

Keywords: Educational software, visual programming, Scratch, learning theories, primary school, Mathematics.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
Περιεχόμενα	6
Κατάλογος Εικόνων	8
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	10
Εισαγωγή	11
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	13
1. Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας.....	13
1.1. Μοντέλα Εισαγωγής των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση	14
1.2. Το Ελληνικό Πρωτοβάθμιο Σχολείο και η Νέα Πρόκληση των ΤΠΕ.....	15
1.3. Βασικός Σκοπός της Εισαγωγής των ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.....	16
1.4. ΤΠΕ και Θεωρίες Μάθησης	18
1.4.1. Συμπεριφορισμός	18
1.4.2. Εποικοδομητισμός	20
1.4.3. Κοινωνικοπολιτισμικές Θεωρήσεις για τη Μάθηση	21
1.4.4. Ανακαλυπτική / Διερευνητική Μάθηση.....	22
1.4.5. Συνεργατική Μάθηση	23
1.4.6. Μετασχηματίζουσα Μάθηση	24
2. Εκπαιδευτικό Λογισμικό	26
2.1. Τι είναι το Εκπαιδευτικό Λογισμικό.....	26
2.2. Ψηφιακό Παιδαγωγικό Υλικό.....	26
2.3. Είδη Εκπαιδευτικού Λογισμικού	27
2.4. Επιθυμητά Χαρακτηριστικά – Τεχνικές Προδιαγραφές Εκπαιδευτικού Λογισμικού.....	30
2.5. Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού.....	32
2.6. Η Διδασκαλία των Μαθηματικών και η Σημασία της Επίλυσης Προβλημάτων στο Δημοτικό.....	34
2.7. Εκπαιδευτικά Λογισμικά στη Διδασκαλία των Μαθηματικών	35
2.7.1. <i>Cabri Geometry II</i>	35
2.7.2. <i>Geometer's Sketchpad V4.7</i>	36
2.7.3. <i>GeoGebra</i>	38
2.7.4. <i>Function Probe</i>	39
2.7.5. <i>Δημιουργός Μοντέλων II</i>	40
2.7.6. <i>Modellus</i>	41

2.7.7. Scratch.....	42
3. Η Περίπτωση του Scratch.....	43
3.1. Τι είναι το Scratch.....	43
3.2. Σύντομος Οδηγός του Scratch v.3.0	44
3.2.1. Υπόβαθρο	47
3.2.2. Εντολές.....	48
3.2.3. Σκηνή.....	50
4. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Συναφών Ερευνών	52
4.1. Scratch και Μαθηματικά.....	53
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	56
5. Σχεδίαση και Υλοποίηση Εκπαιδευτικής Εφαρμογής με το Scratch για το Μάθημα των Μαθηματικών της ΣΤ' Δημοτικού	56
5.1. Επιδιωκόμενοι Στόχοι της Εκπαιδευτικής Εφαρμογής.....	56
5.2. Σχεδίαση της Εκπαιδευτικής Εφαρμογής	57
5.3. Υλοποίηση της Εκπαιδευτικής Εφαρμογής.....	58
5.4. Εκτέλεση Εφαρμογής – Βασικό Σενάριο Χρήσης.....	86
6. Συμπεράσματα – Προοπτικές.....	95
Βιβλιογραφία.....	98
Ελληνόγλωσση	98
Ξενόγλωσση	101

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Στιγμιότυπο από το λογισμικό Cabri Geometry II.....	36
Εικόνα 2: Στιγμιότυπο από το λογισμικό The Geometer's Sketchpad V4.7	37
Εικόνα 3: Στιγμιότυπο από το λογισμικό GeoGebra.....	38
Εικόνα 4: Στιγμιότυπο από το λογισμικό Function Probe.....	39
Εικόνα 5: Στιγμιότυπο από το λογισμικό Δημιουργός Μοντέλων II	40
Εικόνα 6: Στιγμιότυπο από το λογισμικό Modellus	41
Εικόνα 7: Στιγμιότυπο από το λογισμικό Scratch	42
Εικόνα 8: Αρχική οθόνη του Scratch	45
Εικόνα 9: Γραμμή μενού	45
Εικόνα 10: Σκηνή	46
Εικόνα 11: Αντικείμενα στην σκηνή.....	46
Εικόνα 12: Βιβλιοθήκη αντικειμένων	46
Εικόνα 13: Βασικές ιδιότητες αντικειμένου.....	47
Εικόνα 14: Υπόβαθρο έργου στο Scratch	47
Εικόνα 15: Καρτέλα: «Κώδικας»	48
Εικόνα 16: Οι ομάδες των εντολών.....	49
Εικόνα 17: Καρτέλα «Ενδυμασίες»	50
Εικόνα 18: Επεξεργασία των ενδυμασιών του αντικειμένου	51
Εικόνα 19: Καρτέλα «Ήχοι»	51
Εικόνα 20: Επεξεργασία του ήχου	51
Εικόνα 21: Υπόβαθρο «Αρχική» – κεντρική οθόνη της εφαρμογής.....	59
Εικόνα 22: Υπόβαθρο «Πίστα1-Τρίγωνο».....	59
Εικόνα 23: Υπόβαθρο «Πίστα2-Κύκλος»	60
Εικόνα 24: Κώδικας απόκρυψης των μεταβλητών κατά την εκκίνηση της εφαρμογής	61
Εικόνα 25: Αρχική οθόνη της εφαρμογής.....	62
Εικόνα 26: Ενδυμασίες αντικειμένων – πλήκτρων «ΠίσταΤρίγωνο-πλήκτρο» και «ΠίσταΚύκλοι-πλήκτρο»	62
Εικόνα 27: Κώδικας για τη συμπεριφορά του αντικειμένου «ΠίσταΤρίγωνο-πλήκτρο»... ..	63
Εικόνα 28: Κώδικας για τη συμπεριφορά του αντικειμένου «ΠίσταΚύκλοι-πλήκτρο»	64
Εικόνα 29: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – κορυφής «Α».....	65
Εικόνα 30: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – κορυφής «Β»	65
Εικόνα 31: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – κορυφής «Γ».....	65
Εικόνα 32: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – συμβόλου «β».....	66
Εικόνα 33: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – συμβόλου «υ».....	67

Εικόνα 34: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – συμβόλου «E»	68
Εικόνα 35: Ενδυμασίες αντικειμένων – πλήκτρων «Θέσε_βάση_πλήκτρο» και «Θέσε_ύψος_πλήκτρο»	69
Εικόνα 36: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – πλήκτρου «Θέσε_βάση_πλήκτρο»	70
Εικόνα 37: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – πλήκτρου «Θέσε_ύψος_πλήκτρο»	71
Εικόνα 38: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – σημείου «K».....	72
Εικόνα 39: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – συμβόλου «a»	73
Εικόνα 40: Ενδυμασίες αντικειμένου – πλήκτρου «Θέσε_ακτίνα_πλήκτρο»	73
Εικόνα 41: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – πλήκτρου «Θέσε_ακτίνα_πλήκτρο»	74
Εικόνα 42: Ενδυμασίες αντικειμένου – πλήκτρου «Αρχική»	75
Εικόνα 43: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – πλήκτρου «Αρχική»	76
Εικόνα 44: Ενδυμασία αντικειμένων – ηθοποιών «Αφηγητής» και «Σχεδιαστής»	76
Εικόνα 45: Κώδικας αντικειμένου – ηθοποιού «Αφηγητής» για την αρχικοποίηση της πίστας 1 – εμβασό τρίγωνου	79
Εικόνα 46: Κώδικας αντικειμένου – ηθοποιού «Αφηγητής» για την αρχικοποίηση της πίστας 2 – εμβασό κύκλου	80
Εικόνα 47: Κώδικας αντικειμένου – ηθοποιού «Σχεδιαστής» για την κατασκευή τριγώνου	84
Εικόνα 48: Κώδικας αντικειμένου – ηθοποιού «Σχεδιαστής» για την κατασκευή κύκλου	85
Εικόνα 49: Κώδικας αντικειμένου – ηθοποιού «Σχεδιαστής» για την εισαγωγή τιμών από το πληκτρολόγιο στις μεταβλητές των σχημάτων	86
Εικόνα 50: Αρχική οθόνη εφαρμογής σε κατάσταση πλήρους οθόνης	87
Εικόνα 51: Πίστα 1: Εμβασό τρίγωνου – Μηνύματα έναρξης πίστας	88
Εικόνα 52: Πίστα 1: Εμβασό τρίγωνου – Σχεδίαση τυχαίου αρχικού τριγώνου.....	88
Εικόνα 53: Πίστα 1: Εμβασό τρίγωνου – Αλλαγή της κορυφής Γ του τριγώνου	89
Εικόνα 54: Πίστα 1: Εμβασό τρίγωνου – Αλλαγή βάσης με το πλήκτρο «Θέσε β».....	90
Εικόνα 55: Πίστα 1: Εμβασό τρίγωνου – Επανασχεδίαση με τη νέα τιμή βάσης.....	90
Εικόνα 56: Πίστα 1: Εμβασό τρίγωνου – Αλλαγή ύψους με το πλήκτρο «Θέσε υ».....	91
Εικόνα 57: Πίστα 1: Εμβασό τρίγωνου – Επανασχεδίαση με τη νέα τιμή ύψους.....	91
Εικόνα 58: Πίστα 2: Εμβασό κύκλου – Μηνύματα έναρξης πίστας	92
Εικόνα 59: Πίστα 2: Εμβασό κύκλου – Σχεδίαση τυχαίου αρχικού κύκλου.....	93
Εικόνα 60: Πίστα 2: Εμβασό κύκλου – Αλλαγή ακτίνας με το πλήκτρο «Θέσε α»	94
Εικόνα 61: Πίστα 2: Εμβασό κύκλου – Επανασχεδίαση με τη νέα τιμή ακτίνας	94

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΑΠΣ	Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών
ΔΕΠΠΣ	Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών
ΕΑΠ	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
Η/Υ	Ηλεκτρονικός Υπολογιστής
ΛΣ	Λειτουργικά Συστήματα
ΝΤ	Νέες Τεχνολογίες
ΟΔΣ	Ολοήμερο Δημοτικό Σχολείο
ΠΙ	Παιδαγωγικό Ινστιτούτο
ΠΣ	Προγράμματα Σπουδών
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας
CAI	Computer Assisted Instruction
CD-ROM	Compact Disc – Read Only Memory
ICT	Information & Communication Technologies
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
URL	Unified Resource Locator

Εισαγωγή

Η εισαγωγή των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση αποτελεί καινοτομία στον τρόπο που λειτουργούσε έως σήμερα το σχολείο. Οι ΤΠΕ, ως εργαλείο μάθησης αλλά και ως γνωστικό αντικείμενο, προωθούν τις μεθόδους της ανακαλυπτικής μάθησης, ενισχύουν την μάθηση μέσω του πειραματισμού και παράλληλα συνιστούν ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό μέσο που διευκολύνει τη διδασκαλία των υπόλοιπων γνωστικών αντικειμένων στο σχολείο (Ράπτης & Ράπτη, 2002). Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές βρίσκουν ένα επιπλέον κίνητρο για μάθηση καθώς οι νέες τεχνολογίες αποτελούν ένα ευχάριστο και δημιουργικό εργαλείο με το οποίο μπορούν να διασχίσουν τα μονοπάτια της γνώσης. Επιπλέον, μέσα από την χρήση των ΤΠΕ ενθαρρύνεται η μαθητική πρωτοβουλία, η αυτενέργεια, η ομαδική εργασία, η κριτική σκέψη και η ανταλλαγή ιδεών και πληροφοριών μέσω του διαλόγου. Επομένως, πέρα από τις βασικές γνώσεις και τη δυνατότητα δημιουργικής έκφρασης, οι μαθητές αποκτούν τις κατάλληλες δεξιότητες που θα τους βοηθήσουν να ανταποκριθούν στις μελλοντικές προκλήσεις της μεταβαλλόμενης Κοινωνίας της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών.

Η εργασία αυτή επικεντρώνεται, αρχικά, στη μελέτη του τρόπου ένταξης του εκπαιδευτικού λογισμικού Scratch στη μαθησιακή διαδικασία, ωστόσο, βασικός σκοπός της είναι να προσφέρει στην εκπαιδευτική κοινότητα μια εφαρμογή για το μάθημα των Μαθηματικών της ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού. Ειδικότερα, η εκπαιδευτική εφαρμογή σχετίζεται με την ενότητα που εξετάζει το εμβαδό βασικών γεωμετρικών σχημάτων (τρίγωνο και κύκλος) και τα χαρακτηριστικά τους, παρέχοντας στους μαθητές, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, την απαραίτητη γνώση και δυνατότητα καλλιέργειας δεξιοτήτων σχετικά με την ενότητα αυτή.

Το Scratch επιλέχθηκε μεταξύ άλλων εκπαιδευτικών λογισμικών των Μαθηματικών, όχι μόνο γιατί συνδυάζει πολλά θετικά χαρακτηριστικά σαν εκπαιδευτικό προγραμματιστικό περιβάλλον, αλλά και γιατί αποτελεί μια δωρεάν και εύκολη στη χρήση της εφαρμογή, στην οποία ανήκει μια μεγάλη και δραστήρια κοινότητα μελών. Επιπλέον, το Scratch αποτελεί την πλέον δημοφιλή γλώσσα για τη διδασκαλία του προγραμματισμού στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας, καταγράφεται το θεωρητικό πλαίσιο, όπου στο πρώτο κεφάλαιο εξετάζονται τόσο η έννοια των ΤΠΕ, τα διάφορα μοντέλα εισαγωγής των ΤΠΕ

στην εκπαίδευση, ο ρόλος τους στο δημοτικό σχολείο, όσο και η σύνδεση των ΤΠΕ με τις δημοφιλέστερες θεωρίες μάθησης. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο εκπαιδευτικό λογισμικό και στο εκπαιδευτικό παιδαγωγικό υλικό, παρουσιάζονται τα είδη του εκπαιδευτικού λογισμικού, τα επιθυμητά χαρακτηριστικά αλλά και οι προδιαγραφές που οφείλει να έχει ένα ποιοτικό εκπαιδευτικό λογισμικό. Επίσης, γίνεται αναφορά στη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με σύντομη παρουσίαση των σημαντικότερων εκπαιδευτικών λογισμικών – περιβαλλόντων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποστηρικτικά εργαλεία στο μάθημα των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά καθώς και ένας σύντομος οδηγός με τις δυνατότητες της τελευταίας έκδοσης του Scratch (έκδοση 3.0), ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών ερευνών, εστιάζοντας στην ένταξη και εφαρμογή του Scratch στην εκπαίδευση. Επίσης, γίνεται αναφορά σε εργασίες που υλοποιήθηκαν στο Scratch για το μάθημα των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Ακολουθεί το δεύτερο μέρος της εργασίας, όπου στο πέμπτο κεφάλαιο καταγράφεται αναλυτικά η σχεδίαση και η ανάπτυξη μίας διαδραστικής εκπαιδευτικής εφαρμογής στο Scratch για το μάθημα των Μαθηματικών της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού και αφορά την ενότητα της Γεωμετρίας και πιο συγκεκριμένα τον υπολογισμό του εμβαδού τριγώνων και κύκλων. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι προοπτικές βελτίωσης της εκπαιδευτικής εφαρμογής.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας

Οι τεχνολογίες πληροφοριών ή Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) είναι η απόδοση του αγγλικού όρου «Information & Communication Technologies» (ICT ή IT) και σύμφωνα με την UNESCO, για να προσδιοριστεί ο όρος ΤΠΕ, θα πρέπει πρώτα να οριστούν δύο άλλοι όροι, της «επιστήμης της Πληροφορικής» και της «τεχνολογίας της Πληροφορικής» (Anderson & Van Weert, 2002). Η «επιστήμη της Πληροφορικής» αφορά στο σχεδιασμό, την υλοποίηση, τη χρήση, συντήρηση και αξιολόγηση συστημάτων επεξεργασίας της πληροφορίας, καθώς του υλικού και λογισμικού των υπολογιστών. Ενώ ως «τεχνολογία της Πληροφορικής» ορίζεται το σύνολο των υπολογιστικών συστημάτων και των τεχνολογικών εφαρμογών της Πληροφορικής.

Οι ΤΠΕ καλύπτουν ένα ευρύ και συνεχώς εξελισσόμενο πεδίο προϊόντων και εφαρμογών της Πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών που αναφέρονται στις μεθόδους, στις εφαρμογές και τα προϊόντα της σύγχρονης επιστήμης, με κεντρικά στοιχεία τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τα δίκτυα υπολογιστών που αφορούν στην συγκέντρωση, ηλεκτρονική κωδικοποίηση, επεξεργασία, ταξινόμηση, αναζήτηση, επιλεκτική ανάκτηση, διάχυση - γνωστοποίηση και μελέτη της όποιας πληροφορίας σε κάθε της ψηφιακή μορφή (κειμένου, αριθμού, γραφήματος, ήχου, εικόνας, βίντεο) (Blurton, 1999; Μακρή & Βλαχόπουλος, 2015).

Με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, τα προϊόντα και οι εφαρμογές των ΤΠΕ που αξιοποιούνται στο χώρο της εκπαίδευσης κατηγοριοποιούνται σε:

- εξοπλισμό σε υπολογιστές, περιφερειακά μέσα και διαδραστικά συστήματα
- τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες, υπηρεσίες μεταφοράς φωνής και δεδομένων
- προϊόντα λογισμικού
- υποστηρικτικές υπηρεσίες και συμβουλευτικές εφαρμογές που παρέχονται μέσα από εκπαιδευτικά δίκτυα (Μικρόπουλος, 2011).

Οι ΤΠΕ έχουν αλλάξει ριζικά τον τρόπο που αλληλεπιδρούμε και θεωρούνται πως είναι το στήριγμα της Κοινωνίας της Πληροφορίας. Παρά τις όποιες καθυστερήσεις είναι γενικά

αποδεκτό ότι το παραδοσιακό σχολείο αλλάζει πλέον μορφή και γίνεται σύγχρονο, ελκυστικό, ευέλικτο, προσαρμοσμένο στις σημερινές ανάγκες. Η εξοικείωση με τις ΤΠΕ, ο τεχνολογικός αναλφαβητισμός και η ανάπτυξη διαχρονικών δεξιοτήτων σχετικές με αυτές, θεωρούνται σήμερα τμήμα του πυρήνα της βασικής εκπαίδευσης έχοντας αντίστοιχη σπουδαιότητα με την ανάγνωση και τη γραφή (Δαδαμόγια, Οικονόμου, & Σαχινίδης, 2009). Η ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση αποτελεί στόχο των επίσημων εκπαιδευτικών πολιτικών, συμβάλλοντας στην αναβάθμιση της διδακτικής διαδικασίας και στη βελτίωση της ποιότητας της μάθησης (Khvilon & Patru, 2002). Επιπρόσθετα οι ΤΠΕ προσφέρουν πολλές ευκαιρίες και δυνατότητες στους διευθυντές σχολικών μονάδων να φέρουν εις πέρας το απαιτητικό έργο τους (Zainally, 2008). Επίσης, οι Gray & Smith (2007) παρατηρούν ότι οι διευθυντές του 21ου αιώνα θα αντιμετωπίσουν πολλαπλές προκλήσεις που απορρέουν από την τεχνολογία.

Η παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ θεωρείται συνεπώς μια εκπαιδευτική καινοτομία που μπορεί να προσφέρει πλέον πάρα πολλά στις εκπαιδευτικές διαδικασίες. Οι καινοτόμες εκπαιδευτικές δραστηριότητες πρέπει να υποστηρίζουν νέους ρόλους διδασκαλίας και νέους τρόπους μάθησης καθώς όλο και περισσότεροι μαθητές έχουν γνώσεις και δεξιότητες στην χρήση της τεχνολογίας σε υψηλότερο επίπεδο από τους εκπαιδευτικούς τους και τους γονείς τους.

1.1. Μοντέλα Εισαγωγής των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση

Οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση είτε ως αυτόνομο γνωστικό αντικείμενο (π.χ. διδασκαλία των βασικών δεξιοτήτων χειρισμού Η/Υ, ψηφιακός γραμματισμός ή διδασκαλία της Πληροφορικής), είτε ως μέσο για τη διδασκαλία άλλων γνωστικών αντικειμένων οπότε και έχουμε την εφαρμογή εκπαιδευτικών λογισμικών και τη χρήση ηλεκτρονικών πλατφορμών, είτε τέλος ως μέσο επικοινωνίας μεταξύ εκπαιδευτή και εκπαιδευόμενου.

Τα κυρίαρχα μοντέλα εισαγωγής των ΤΠΕ στην εκπαίδευση στον διεθνή χώρο είναι:

- **το τεχνοκρατικό:** που επικεντρώνεται στην τεχνολογία των Η/Υ και δίνει σχεδόν απόλυτη αξία στα χρησιμοποιούμενα Λειτουργικά Συστήματα (ΛΣ) και την εκμάθηση της χρήσης τους.

- **το ολιστικό:** που καταπιάνεται με τη διαθεματική και ολιστική προσέγγιση της γνώσης. Η ενσωμάτωση των ΤΠΕ γίνεται σταδιακά σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα και στο σύνολο του κύκλου μαθημάτων.
- **το πραγματολογικό:** που είναι ο συνδυασμός των δυο προηγούμενων και εφαρμόζεται με τη διδασκαλία μαθημάτων «αμιγούς» Πληροφορικής και τη χρήση των ΤΠΕ ως μέσο στήριξης της μαθησιακής διαδικασίας στα λοιπά γνωστικά αντικείμενα (Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών 2013; Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2011).

1.2. Το Ελληνικό Πρωτοβάθμιο Σχολείο και η Νέα Πρόκληση των ΤΠΕ

Η ταχύτατη ανάπτυξη των Επιστημών και των ΤΠΕ έχει οδηγήσει σε μια νέα πραγματικότητα όλους τους τομείς της ζωής μας. Οι ανάγκες προσαρμογής της εκπαιδευτικής διαδικασίας στις απαιτήσεις της νέας αυτής πραγματικότητας, επιτάσσουν την ένταξη των ΤΠΕ σε όλα τα στάδια του εκπαιδευτικού συστήματος, ώστε να ανταπεξέλθει στις σύγχρονες απαιτήσεις μόρφωσης και κατάρτισης και στις ραγδαίες εξελίξεις της αγοράς εργασίας. Η εισαγωγή και αξιοποίηση των ΤΠΕ στο σύγχρονο σχολείο έχει επιφέρει καταλυτικές αλλαγές στο εκπαιδευτικό σύστημα. Το παραδοσιακό σχολείο που βασιζόταν στον εκπαιδευτικό που κατείχε την πληροφορία και τη γνώση και τη μετέδιδε στο μαθητή, μετατρέπεται σε έναν νέο τύπο σχολείου, όπου ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καθοδηγητικός και συμβουλευτικός και ο μαθητής αποκτά την πληροφορία και τη γνώση μέσω του υπολογιστή και των νέων τεχνολογιών, λειτουργώντας ως ερευνητής, καθοδηγούμενος από τον εκπαιδευτικό και καλλιεργώντας έτσι τις δεξιότητες και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (Ένωση Πληροφορικών Ελλάδας, 2006).

Η ιδιότητα της αλληλεπιδραστικότητας, πάνω στην οποία βασίζονται οι Νέες Τεχνολογίες (ΝΤ), προσφέρει στο μαθητή τη δυνατότητα να συμμετέχει μαζί με το δάσκαλό του στο σχεδιασμό των μαθησιακών δραστηριοτήτων και να εκφράζει ελεύθερα τις αντιλήψεις και τα συναισθήματά του. Επίσης, διαμορφώνεται η κατάλληλη ψυχοπαιδευτική σχολική ατμόσφαιρα και επικοινωνία μεταξύ των μελών της τάξης, στα πλαίσια μιας τάσης για ισότιμη σχέση, αλληλεπίδραση και ανατροφοδότηση (Ζωγόπουλος, 2001). Η ταχύτατη ανάπτυξη των ΤΠΕ οδηγεί την κοινωνία σε αλλαγές με πολύ γρήγορους ρυθμούς και το σχολείο οφείλει να είναι σε θέση να παρακολουθεί την εξέλιξη αυτή και να προσαρμόζεται

σε αυτούς τους ρυθμούς. Για να επιτευχθεί αυτό, είναι αναγκαία η υποστήριξη του από όλους τους φορείς, έτσι ώστε οι ΤΠΕ να αξιοποιηθούν με τρόπο κατάλληλο και να βελτιώσουν την εκπαιδευτική διαδικασία. Οι σημερινοί μαθητές της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης πρέπει να εκπαιδεύονται σωστά και μεθοδευμένα, ώστε να είναι ικανοί να ανταποκριθούν στις σύγχρονες απαιτήσεις της κοινωνίας.

1.3. Βασικός Σκοπός της Εισαγωγής των ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Σύμφωνα με το ΠΣ για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου (2011), το σημερινό σχολείο οφείλει να προετοιμάσει αποτελεσματικά τον αυριανό πολίτη της Κοινωνίας της Γνώσης, προκειμένου να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις αλλά και να αξιοποιήσει τις ευκαιρίες της νέας εποχής. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι ΤΠΕ θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται και να διεισδύουν στο κοινωνικό πεδίο με ταχύτατους ρυθμούς, το νέο ΠΣ για τις ΤΠΕ και τον πληροφορικό γραμματισμό στο Δημοτικό Σχολείο προσδιορίζει και εξειδικεύει τις διαστάσεις του πληροφορικού γραμματισμού, δηλαδή τις ικανότητες (γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες για τις ΤΠΕ) που θα πρέπει να αναπτύξουν όλοι οι μαθητές και είναι απαραίτητες για τη συνέχιση των σπουδών τους στο Γυμνάσιο και την παραπέρα ζωή τους.

Τα παραπάνω αποτυπώνονται με τη μορφή νέων απαιτήσεων, αναφορικά με τις επιζητούμενες ικανότητες από την πλευρά των μαθητών: κριτική και διαλεκτική ικανότητα, θετική διάθεση για συνεργασία, αυτενέργεια, ικανότητα δια βίου μάθησης γνώσεων και δεξιοτήτων, ικανότητα επαρκούς χρησιμοποίησης των ΤΠΕ, ικανότητα αναζήτησης και αξιολόγησης πληροφορίας από διάφορες πηγές, ικανότητα έκφρασης, ικανότητα κριτικής σκέψης, ανάπτυξη κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων, ικανότητα συνεργασίας σε ομάδες, κ.ά. Στο πλαίσιο αυτό οριοθετούνται μια σειρά από μαθησιακές και διδακτικές προσεγγίσεις, οι οποίες προσδιορίζουν αρχές διδακτικής μεθοδολογίας και νέες διδακτικές ανάγκες και απαιτήσεις και επομένως νέες διδακτικές δεξιότητες και μια διαφορετική προσέγγιση διδασκαλίας – μάθησης (Ιακωβάκη, 2017). Τα πρότυπα εισαγωγής των ΤΠΕ στην διδακτική διαδικασία είναι τα εξής:

- α) Οι ΤΠΕ ως αυτόνομο γνωστικό αντικείμενο στα πλαίσια του ψηφιακού-πληροφορικού αλφαριθμητισμού.
- β) Οι ΤΠΕ ενταγμένες στη Διδακτική του κάθε γνωστικού αντικειμένου.

γ) Οι ΤΠΕ ως συνδυασμός των δύο προηγούμενων προσεγγίσεων (Κουλομπαρίτση, 2008).

Το ΔΕΠΠΣ Πληροφορικής (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2011) τονίζει πως σκοπός της διδασκαλίας της Πληροφορικής στο Δημοτικό είναι να αποκτήσουν οι μαθητές μια αρχική αλλά συγκροτημένη και σφαιρική αντίληψη των βασικών λειτουργιών του υπολογιστή, μέσα σε μια προοπτική τεχνολογικού αλφαριθμητισμού και αναγνώρισης της αξίας των ΤΠΕ, αναπτύσσοντας παράλληλα ευρύτερες δεξιότητες κριτικής σκέψης, δεοντολογίας, κοινωνικής συμπεριφοράς αλλά και διάθεσης για ενεργοποίηση και δημιουργία τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε συνεργασία με άλλα άτομα ή ως μέλη μιας ομάδας. Επίσης, η διδασκαλία της Πληροφορικής στο Δημοτικό στοχεύει στο να φέρει τους μαθητές σε επαφή με τις διάφορες χρήσεις του υπολογιστή ως εποπτικού μέσου διδασκαλίας, ως γνωστικού - διερευνητικού εργαλείου (με τη χρήση κατάλληλου ανοικτού λογισμικού διερευνητικής μάθησης) και ως εργαλείου επικοινωνίας και αναζήτησης πληροφοριών στο πλαίσιο των καθημερινών σχολικών δραστηριοτήτων.

Τέλος, το ΠΣ για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2011) υποστηρίζει πως απώτερος στόχος είναι οι ΤΠΕ να συμβάλουν με νέα μέσα και νέες πρακτικές στη βελτίωση του εκπαιδευτικού αποτελέσματος και, τελικά, στη διαμόρφωση ενός νέου σχολείου. Επομένως, η ένταξη των ΤΠΕ στο Δημοτικό Σχολείο δεν έχει ως στόχο την εξοικείωση των μαθητών με τους υπολογιστές και με συγκεκριμένα λογισμικά ούτε, πολύ περισσότερο, την κατάρτισή τους σε εφήμερες τεχνολογικές δεξιότητες. Οι ΤΠΕ είναι πλέον ενταγμένες στην καθημερινή εργασία μαθητών και δασκάλου και σε όλα τα αντικείμενα του ΠΣ με στόχο:

- την υποστήριξη των σύγχρονων παιδαγωγικών προσεγγίσεων για τη μάθηση,
- την επίλυση προβλημάτων και την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης της δημιουργικής ικανότητας των μαθητών,
- την υποστήριξη διερευνητικών, εποικοδομητικών και συνεργατικών μαθησιακών δραστηριοτήτων,
- τη διατήρηση ενός παράθυρου επικοινωνίας με το σύγχρονο κόσμο, με στόχο την ενίσχυση της μάθησης.

1.4. ΤΠΕ και Θεωρίες Μάθησης

Όπως συμβαίνει με όλες τις περιοχές της επιστήμης, έτσι και στο χώρο της μάθησης υπάρχουν διάφορες θεωρίες που προσπαθούν να ερμηνεύσουν τις βασικές διεργασίες της μάθησης. Οι θεωρίες αυτές διαφέρουν κατά πολύ στη μέθοδο που χρησιμοποιούν, έχοντας συγκεντρώσει την προσοχή τους αποκλειστικά σε ορισμένες όψεις της διεργασίας της μάθησης, με συνέπεια να βλέπουν τα πράγματα από διαφορετική οπτική γωνία. Από την στιγμή που στόχος της διδασκαλίας είναι να προκαλέσει και να ενισχύσει τη μάθηση, είναι απαραίτητο ο εκπαιδευτικός να γνωρίζει τις βασικές θεωρίες της μάθησης, τη διαφορετική φιλοσοφία που διέπει την κάθε μία, τις αρχές και τη μεθοδολογία τους, ώστε αυτό που κάνει να έχει νόημα και να μπορεί να το αξιολογήσει. Σύμφωνα με τους Ράπτη & Ράπτη (2001), κάθε είδους διδασκαλία σχετίζεται με ορισμένες παραδοχές όχι μόνο για το τι πρέπει να μάθει ο μαθητευόμενος αλλά κυρίως για το πως. Κάθε δάσκαλος, λοιπόν, είτε το γνωρίζει είτε όχι, υιοθετεί στην πράξη μια θεωρία μάθησης. Ωστόσο, η δημιουργία μιας συγκεκριμένης θεωρίας, που να προβλέπει μια «φόρμουλα» γενικής εφαρμογής, για όλες τις διδακτικές καταστάσεις, είναι ουσιαστικά αδύνατη λόγω της ποικιλίας των καταστάσεων της μάθησης που χαρακτηρίζουν τη διδασκαλία (Φλουρής, 2003). Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πιο αντιπροσωπευτικές θεωρίες μάθησης, όπως είναι ο συμπεριφορισμός, η θεωρία του εποικοδομητισμού, οι κοινωνικοπολιτισμικές θεωρήσεις για τη γνώση, η διερευνητική και η συνεργατική μάθηση.

1.4.1. Συμπεριφορισμός

Πρώτη θεωρία μάθησης θεωρείται ο Συμπεριφορισμός, ο οποίος αποτέλεσε ένα κίνημα που πρωταρχικά αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της ψυχολογίας, με κύριους εκπροσώπους τον Watson και τον Skinner στις αρχές του 20ου αιώνα. Ο Συμπεριφορισμός στηρίζεται σε ένα βασικό πυλώνα, ο οποίος υποστηρίζει ότι η διαδικασία της μάθησης, της διαμόρφωσης συμπεριφορών και απόκτησης γνώσεων διατελείται μέσω της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με το περιβάλλον χρησιμοποιώντας το δίπολο ερέθισμα – αντίδραση (Σολέα, 2019).

Σύμφωνα με τους οπαδούς του συμπεριφορισμού ή μιχεβιορισμού, δεν έχουν σημασία οι εσωτερικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της μάθησης, αλλά οι αλλαγές που συμβαίνουν στην εμφανή συμπεριφορά του υποκειμένου, στο τι δηλαδή μπορεί να κάνει ο μαθητευόμενος ως αποτέλεσμα της κατάλληλης οργάνωσης του περιβάλλοντος της μάθησης. Ο σημαντικότερος μηχανισμός της μάθησης είναι, κατά τους

συμπεριφοριστές, η ενίσχυση της επιθυμητής συμπεριφοράς (Ράπτης & Ράπτη, 2001). Ο Skinner (1968) είναι από τους αντιπροσωπευτικότερους εκπροσώπους του συμπεριφορισμού και, σε αντίθεση με τον Ράβιν, υποστηρίζει ότι η συμπεριφορά δεν πρέπει να αποδίδεται σε κάποιο ανεξάρτητο ερέθισμα, αλλά να θεωρείται ως αποτέλεσμα εσωτερικών επενεργειών του οργανισμού (Τριλιανός, 2003).

Βασικές αρχές του συμπεριφορισμού είναι οι ακόλουθες (Σολέα, 2019):

- Ο Συμπεριφορισμός στηρίζει την προβολή μιας και μοναδικής εκδοχής, προερχόμενης από τον ίδιο τον εκπαιδευτικό προς τα παιδιά.
- Η γνώση και η συνεπακόλουθη κατάκτηση της τίθενται σαν πρωτεύοντας στόχος που υπερισχύει της ανάγκης καλλιέργειας οποιονδήποτε ικανοτήτων.
- Ο Συμπεριφορισμός βασίζεται στην πεποίθηση ότι η γνώση πρέπει να δίνεται έτοιμη στους μαθητές από τον εκπαιδευτικό χωρίς να χρειαστεί ο μαθητής να μπει σε κάποια ενεργή διαδικασία.
- Κατά τον Συμπεριφορισμό μοναδική πηγή πληροφόρησης είναι ο ίδιος ο εκπαιδευτικός, ο οποίος θεωρείται ότι γνωρίζει τα πάντα και καθορίζει τα πάντα.
- Ο Συμπεριφορισμός περιορίζεται κυρίως σε βιβλία, χωρίς όμως να αποκλείεται η χρήση ΤΠΕ με ένα δασκαλοκεντρικό χαρακτήρα και ασκήσεις που έχουν την ίδια δομή.
- Η γνώση που προσφέρεται στους μαθητές είναι παρωχημένη και στηρίζεται κυρίως σε παραδοσιακές ιδέες και πεποιθήσεις.
- Από τη στιγμή που ο Συμπεριφορισμός θεωρεί ότι οι μαθητές εισερχόμενοι στη διαδικασία της μάθησης στο σχολικό περιβάλλον είναι κενοί από εμπειρίες, τότε είναι λογική η προώθηση της αποσπασματικής και αποπλαισιωμένης γνώσης.

Ο συμπεριφορισμός επικράτησε το πρώτο μισό του 20ου αιώνα και παρόλο που βοήθησε στην εξήγηση ορισμένων φαινομένων της μάθησης, δέχτηκε αρκετή κριτική εξαιτίας του μοντέλου αγωγής και διδασκαλίας που εισήγαγε. Ένα σοβαρό μειονέκτημα του συμπεριφορισμού είναι η προσήλωση του στην εξωτερική συμπεριφορά του ατόμου και στο ρόλο των εξωτερικών συνθηκών και ταυτόχρονα η παραμέληση του ρόλου των εσωτερικών ανώτερων νοητικών λειτουργιών και της εσωτερικής προσπάθειας του ατόμου να κατανοήσει τον κόσμο και να ρυθμίσει ανάλογα τη συμπεριφορά του (Ματσαγγούρας, 1997).

1.4.2. Εποικοδομητισμός

Ο Εποικοδομητισμός (Constructivism) είναι μια θεωρία μάθησης σύμφωνα με την οποία μαθαίνουμε σημαίνει οικοδομούμε νέα γνώση για μας. Μάθηση είναι η οικοδόμηση νοήματος. Οικοδομούμε νέα γνώση καθώς αλληλεπιδρούμε με τα δεδομένα στο υπόβαθρο των εμπειριών μας. Ο Seymour Papert ανέπτυξε τη γλώσσα προγραμματισμού Logo για να υποστηρίξει την εποικοδομητιστική θεωρία. Αυτός θεμελίωσε τον όρο κονστρουκτιονισμό/οικοδομητισμό (constructionism): «Κονστρουκτιονισμός σημαίνει να δίνεις στα παιδιά καλά πράγματα να κάνουν έτσι ώστε να μπορούν να μάθουν κάνοντας πολύ καλύτερα απ' ό,τι μπορούσαν πριν» (Papert, 1980).

Ο όρος constructionism πηγάζει από τη λέξη construct (κατασκευή) υποδηλώνοντας δύο από τις πολλαπλές όψεις του εποικοδομητισμού, μία σοβαρή και μία παιγνιώδη. Η σοβαρή όψη αφορά τη σύνδεσή του με την οικογένεια των θεωριών της κατασκευής της γνώσης που συνήθως αναφέρονται ως οικοδομιστικές ή κονστρουκτιβιστικές κατ' ακολουθία του όρου constructivism (κονστρουκτιβισμός ή οικοδομισμός). Ο κονστρουκτιονισμός, όπως και ο κονστρουκτιβισμός, θεωρεί τη μάθηση ως οικοδόμηση γνωστικών δομών ανεξάρτητα από τις συνθήκες μάθησης. Το πρόσθετο στοιχείο του εποικοδομητισμού έγκειται στο ότι ο μαθητευόμενος συνειδητά κατασκευάζει ένα αντικείμενο-οντότητα, είτε πρόκειται για πύργο στην άμμο είτε για μία επιστημονική θεωρία. Οτιδήποτε γίνεται κατανοητό, όταν κατασκευαστεί. Η παιγνιώδη όψη υπονοεί την αυτο-αναφερόμενη απόδοση νοήματος στην ιδέα του εποικοδομητισμού. Με έναυσμα τη βάση του εποικοδομητισμού όπου η διαδικασία της μάθησης προσεγγίζεται ως μαθαίνω-φτιάχνοντας (learning-by-making), ο ενδιαφερόμενος καλείται και ενθαρρύνεται να επεξεργαστεί, να κατασκευάσει προσωπικά την έννοια του εποικοδομητισμού. Η διατύπωση ενός ορισμού του εποικοδομητισμού θα ήταν οξύμωρο σχήμα (Γλέζου, 2019).

"Ο Κονστρουκτιονισμός προτείνει ότι οι μαθητευόμενοι κατασκευάζουν νέες ιδέες όταν ενεργά ασχολούνται με τη δημιουργία εξωτερικής κατασκευής -μπορεί ένα ρομπότ, ένα ποίημα, ένα κάστρο στην άμμο, ένα πρόγραμμα στον υπολογιστή- πάνω στις οποίες αναστοχάζονται και μοιράζονται με άλλους. Έτσι ο κονστρουκτιονισμός εμπλέκει δυο διαπλεκόμενους τύπους κατασκευής: την οικοδόμηση της γνώσης στο πλαίσιο οικοδόμησης κατασκευών με προσωπικό νόημα. (Kafai & Resnick, 1996).

1.4.3. Κοινωνικοπολιτισμικές Θεωρήσεις για τη Μάθηση

Η μάθηση, σύμφωνα με τις θεωρίες αυτές, συντελείται μέσα σε συγκεκριμένα πολιτισμικά πλαίσια (γλώσσα, στερεότυπα, αντιλήψεις) και ουσιαστικά δημιουργείται από την αλληλεπίδραση του ατόμου με άλλα άτομα, σε συγκεκριμένες επικοινωνιακές περιστάσεις και μέσω της υλοποίησης κοινών δραστηριοτήτων (activities). Οι θεωρίες μάθησης αυτής της κατηγορίας δηλαδή προσδίδουν ένα σημαντικό ρόλο στην *κοινωνική αλληλεπίδραση*, καθώς, σύμφωνα με τις απόψεις τους, το μανθάνον υποκείμενο δεν κατασκευάζει την προσωπική του γνώση μέσα σε ένα πολιτισμικό και επικοινωνιακό «κενό», αλλά πάντοτε μέσα σε ευρύτερα πλαίσια, μέσα στο οποία η γνώση δημιουργείται και σηματοδοτείται. Κατά κάποιο τρόπο, ο κοινωνικός εποικοδομισμός δεν είναι ασύμβατος με τις γνωστικές θεωρίες, όπως είναι ο συμπεριφορισμός, αλλά λειτουργεί, σε ορισμένο επίπεδο, ακόμη και συμπληρωματικά με τις θεωρίες αυτές.

Οι θεωρίες του Vygotsky (1978) αποδίδουν πολύ μεγάλη σημασία στη γλώσσα ως παράγοντα για τη μάθηση και στηρίζονται στην υπόθεση της *ζώνης εγγύτερης (ή επικείμενης) ανάπτυξης*: η ζώνη αυτή αποτελεί ένα σύνολο γνώσεων τις οποίες ο μαθητής μπορεί να δημιουργήσει με τη βοήθεια του περιβάλλοντος – αλλά όχι ακόμη μόνος. Έτσι, ο ρόλος του εκπαιδευτικού και γενικότερα του σχολείου και του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ζει και μαθαίνει ο μαθητής είναι ιδιαίτερα σημαντικός.

Οι θεωρίες της *δραστηριότητας (activity theory)* και οι θεωρίες της *εγκαθιδρυμένης μάθησης (situated cognition)* και της *κατανεμημένης νόησης (distributed cognition)* είναι νεότερες θεωρίες, οι οποίες επίσης εντάσσονται στη γενικότερη ομάδα των κοινωνικοπολιτισμικών και κοινωνικο-γνωστικών θεωριών. Είναι σαφές ότι οι κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες υποστηρίζουν τη *συνεργατική μάθηση* σε όλες τις μορφές της και επομένως ένα μάθημα οργανωμένο έτσι ώστε να λαμβάνει υπόψη του τις θεωρίες αυτές πρέπει να είναι προσεκτικά σχεδιασμένο, έτσι ώστε να ενθαρρύνει τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών και γενικότερα την κοινωνική αλληλεπίδραση.

Οι κοινωνικο-πολιτισμικές θεωρίες μάθησης είναι συμβατές με όλη την νέα γενιά εκπαιδευτικών περιβαλλόντων, τα οποία ενσωματώνουν ένα πλήθος δυνατοτήτων αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας των μαθητών. Υπάρχουν σχετικά λίγα αυτόνομα λογισμικά που σχεδιάστηκαν με βάση τις κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες. Ωστόσο, όλα τα σύγχρονα εκπαιδευτικά λογισμικά και περιβάλλοντα περιλαμβάνουν υπηρεσίες επικοινωνίας και συνεργασίας (ITYE, 2013).

1.4.4. Ανακαλυπτική / Διερευνητική Μάθηση

Στη σύγχρονη εποχή η προσπάθεια του μαθητή για ανακάλυψη ή διερεύνηση των γνώσεων έχει συστηματοποιηθεί, οργανωθεί και τεκμηριωθεί κυρίως μέσα από τις θέσεις του Bruner (1966). Οι Ράπτης και Ράπτη (2001) αναφέρουν ότι ο Bruner ανήκει στην κατηγορία των γνωστικών ψυχολόγων της μάθησης, δίνοντας έμφαση στη διευκόλυνση της μάθησης μέσα από την κατανόηση των δομών και των επιστημονικών αρχών ενός αντικειμένου και των τρόπων του σκέπτεσθαι του μαθητευόμενου, καθώς και στην υιοθέτηση της ανακαλυπτικής μεθόδου ή της καθοδηγούμενης ανακάλυψης με την ανάπτυξη εσωτερικών κινήτρων μάθησης από μέρους του μαθητευόμενου. Η ανακαλυπτική ή διερευνητική μάθηση (inquiry - based learning) στηρίζεται κυρίως στις αναζητήσεις, απορίες και ερωτήσεις των μαθητών παρά στη παρουσίαση της διδακτέας ύλης από τον εκπαιδευτικό. Στόχος της διερευνητικής μάθησης είναι η μετατόπιση του βάρους της διδασκαλίας στη διδακτική διαδικασία με διερευνητικές μεθόδους ώστε ο μαθητής να εμπλακεί προσωπικά στη γνωστική διαδικασία και να μάθει πώς να μαθαίνει μόνος του (Βικιπαίδεια, 2019).

Σχετικά με την απόκτηση της γνώσης (Τριλιανός, 2003), ο Bruner υποστηρίζει την ανακαλυπτική – διερευνητική μάθηση, κατά την οποία ο μαθητής με τις δικές του δυνάμεις προσπαθεί να εμβαθύνει στο αντικείμενο και να ανακαλύψει τις θεμελιώδεις αρχές και σχέσεις που διέπουν τα επιμέρους στοιχεία του. Εδώ η λογική σκέψη του ατόμου παίζει ρόλο, όμως ο Bruner θεωρεί ότι το άτομο πρέπει να προχωρήσει παραπέρα και να καλλιεργήσει τη διαισθητική σκέψη, που του επιτρέπει να κάνει πνευματικά άλματα, να πρωτοτυπεί, να εφευρίσκει και να συλλαμβάνει ριζοσπαστικές λύσεις σε προβληματικές καταστάσεις. Σε μια από τις πιο γνωστές θέσεις του (Φλουρής, 2003), ο Bruner υποστηρίζει ότι όλοι οι μαθητές είναι δυνατόν να μάθουν οτιδήποτε και σε οποιαδήποτε ηλικία, εφόσον υπάρχει η κατάλληλη δομή και οργάνωση της ύλης, καθώς και η απαραίτητη μεθόδευση της διδασκαλίας.

Ο Bruner υποστηρίζει, ότι η ανακαλυπτική διαδικασία μάθησης επηρεάζεται και προωθείται από ενδο-ατομικούς παράγοντες, όπως η ετοιμότητα, τα κίνητρα, οι γενικές νοητικές ικανότητες, η κατοχή γνωστικών στρατηγικών για επίλυση προβλημάτων και ο τρόπος που είναι οργανωμένες οι πληροφορίες στη γνωστική δομή του ατόμου. Τονίζει την αναγκαιότητα της σπειροειδούς διάταξης της γνώσης στην εκπόνηση αναλυτικών προγραμμάτων (ΟΕΠΕΚ, 2007).

1.4.5. Συνεργατική Μάθηση

Η συνεργατική μάθηση αναφέρεται στις εκπαιδευτικές μεθόδους στις οποίες ζευγάρια ή μικρές ομάδες μαθητών/τριών λειτουργούν μαζί για να ολοκληρώσουν έναν κοινό στόχο. Ο στόχος αυτής της συνεργασίας είναι να μεγιστοποιήσουν τις προσωπικές γνώσεις μέσω της αλληλεπίδρασης με τα άλλα μέλη της ομάδας που προσπαθούν για το κοινό όφελος. Οι δάσκαλοι με την εφαρμογή σκόπιμων συνεργατικών τεχνικών στοχεύουν να διορθώσουν αθέλητες κοινωνικές και εκπαιδευτικές προκαταλήψεις που ευνοεί ο σχολικός ανταγωνισμός.

Με την ευρύτερή της έννοια, η συνεργατική μάθηση μπορεί να οριστεί ως η από κοινού εργασία πάνω σε ένα συγκεκριμένο θέμα με τρόπο τέτοιο ώστε να προωθείται η ατομική μάθηση μέσω των συνεργατικών διεργασιών (Σγουροπούλου & Κουτουμάνος, 2001). Η συνεργατική μάθηση αποφέρει κέρδος σε κάθε άτομο με χρήση των πόρων της ομάδας και αποτελεί πηγή πολύτιμων αποτελεσμάτων που δεν έχουν ακόμα διαπιστωθεί στην ακαδημαϊκή και στη συνεχιζόμενη εκπαίδευση, όπως η αυξημένη ικανότητα στην ομαδική εργασία, η αυτοπεποίθηση, κλπ. Επιπλέον, η συνεργατική μάθηση μπορεί να προσφέρει καλύτερη κατανόηση της μαθησιακής διαδικασίας καθώς έχει διαπιστωθεί ότι όταν κάποιος δημοσιοποιεί τη γνώση του, αποκτά καλύτερη αντίληψη σχετικά με ένα αντικείμενο (Sharan, 1990). Επιπλέον, η χρήση της συνεργατικής μάθησης παρουσιάζει αρκετά σημαντικά πλεονεκτήματα. Σύμφωνα με τους Σγουροπούλου & Κουτουμάνος (2001), τα κυριότερα από αυτά είναι:

- **Θετική αλληλεξάρτηση:** Οι μαθητές συνειδητοποιούν ότι συνδέονται ο ένας με τον άλλον με τέτοιο τρόπο ώστε όπου κάποιος δεν μπορεί να πετύχει μόνος του το κάνει με τη βοήθεια των άλλων και η επιτυχία του καθενός εξαρτάται από τη συμβολή όλων μέσα στην ομάδα.
- **Προώθηση της "πρόσωπο με πρόσωπο" αλληλεπίδρασης:** Οι μαθητές εργάζονται μαζί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να συμβάλλουν ο ένας στην επιτυχία του άλλου με την παροχή βοήθειας, την υποστήριξη του ενός προς τον άλλον, και με το να εμπνέει ο ένας τον άλλον. Αυτό το πλαίσιο περιλαμβάνει προφορικές εξηγήσεις για το πώς να λύσουν τα προβλήματα, διάδοση της γνώσης του ενός προς τον άλλον, έλεγχο της κατανόησης από τον ένα στον άλλο, συζήτηση των εννοιών που μαθαίνονται, σύνδεση της τρέχουσας με την προηγούμενη μάθηση.

- **Προσωπική και ομαδική υπευθυνότητα:** Η ομάδα είναι υπεύθυνη για την επίτευξη του στόχου της. Κάθε άτομο είναι υπεύθυνο για την προσωπική συμβολή του στην ομάδα.
- **Διαπροσωπικές και μικρο-ομαδικές δεξιότητες:** Οι κοινωνικές δεξιότητες δεν αναπτύσσονται αυτόματα κατά τη διάρκεια της ομαδικής εργασίας. Διδάσκονται κατά περίπτωση στους μαθητές από το δάσκαλο.
- **Ομαδική εργασία:** Υφίσταται όταν τα μέλη ομάδας συζητούν τους τρόπους με τους οποίους θα επιτύχουν το στόχο τους και ενεργούν προς τον σκοπό αυτό. Περιλαμβάνει επίσης συζήτηση της αποτελεσματικότητας των εργασιακών σχέσεων κατά τη διάρκεια της κίνησης προς την επίτευξη του στόχου καθώς και αξιολογική συζήτηση όσον αφορά την επίτευξη του στόχου αφενός και την προσωπική συμβολή του καθενός αφετέρου.

1.4.6. Μετασχηματίζουσα Μάθηση

Τα κεντρικά σημεία της θεωρίας της μετασχηματίζουσας μάθησης, από την πλευρά του εκπαιδευομένου, σύμφωνα με το ΕΑΠ (2005, σ. 79), συνοψίζονται στα ακόλουθα: α) το σύστημα αντιλήψεων του κάθε ατόμου έχει καθορισθεί από το πολιτισμικό πλαίσιο, ενώ έχει γίνει ασυνείδητη εσωτερικεύσή του μέσω της κοινωνικοποίησης και β) υποστηρίζει την ανάπτυξη ικανότητας κριτικής επανεξέτασης των πεποιθήσεων, των ιδεών και του ρόλου τους στην κοινωνία καθώς και των σχέσεων με τους συνανθρώπους του. Σύμφωνα με τους Βεργίδη & Κόκκο (2010, σ. 95): α) στην ενηλικιότητα πολλοί άνθρωποι διαπιστώνουν ότι το σύστημα, οι αρχές που έχουν υιοθετήσει κατά την παιδική τους ηλικία είναι προβληματικό, β) η θεωρία της μετασχηματίζουσας μάθησης υποστηρίζει την τροποποίηση της εικόνας που έχουμε για τον εαυτό μας, τους άλλους και τον κόσμο που μας περιβάλλει. Τέλος, σύμφωνα με τον Mezirow & Συνεργάτες (2007, σ. 58): α) η μετασχηματίζουσα μάθηση αναφέρεται στο μετασχηματισμό ενός προβληματικού πεδίου αναφοράς, έτσι ώστε αυτό να γίνει περισσότερο αξιόπιστο για την ενήλικη ζωή και β) είναι ένας τρόπος επίλυσης προβλημάτων μέσω του ορισμού του προβλήματος ή της επαναδιατύπωσης ή επαναπλαισίωσής του.

Παρόλο που η μετασχηματίζουσα μάθηση συνδέεται περισσότερο με τις αρχές της εκπαίδευσης ενηλίκων, ωστόσο, με τις κατάλληλες αναπροσαρμογές μπορεί να εφαρμοσθεί και με μαθητές του δημοτικού σχολείου. Μέσω της μετασχηματίζουσας μάθησης είναι δυνατόν να αλλάξουν μία ή περισσότερες απόψεις μιας νοητικής συνήθειας (Κόκκος, 2017, σ. 3). Προκειμένου να μετασχηματίσουμε τις στερεοτυπικές και

προβληματικές απόψεις των μαθητών μας μπορούμε να κάνουμε χρήση μιας σειράς κατάλληλα επιλεγμένων ενεργητικών εκπαιδευτικών τεχνικών καθώς και να ενσωματώσουμε πλήθος εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε μερικές από αυτές τις τεχνικές:

A) Αποπροσανατολιστικό δίλημμα: Δημιουργώντας ένα αποπροσανατολιστικό δίλημμα, θέτουμε σε αμφισβήτηση αυτά που πιστεύουν οι μαθητές, με σκοπό να τους προκληθεί σύγχυση και προβληματισμός. Με τον τρόπο αυτόν θα πετύχουμε να αυξήσουμε το ενδιαφέρον τους για όσα θα τους παρουσιάσουμε στη συνέχεια του μαθήματος (McGonigal, 2005, σ. 13).

B) Αντίθετη άποψη: Μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές μας να υπερασπιστούν μια άποψη με την οποία διαφωνούν (McGonigal, 2005, σ. 14).

Γ) Παιχνίδι ρόλων: Για να γίνει πράξη η μετασχηματίζουσα μάθηση χρειάζεται οι μαθητές να έχουν ευκαιρίες εφαρμογής των νέων γνώσεων που αποκτούν. Για το λόγο αυτό μπορούμε να παίξουμε ένα παιχνίδι ρόλων το οποίο θα περιέχει διαλόγους με αντιπαραθετική επιχειρηματολογία. Με τον τρόπο αυτόν προσφέρουμε την ευκαιρία στους μαθητές να ψηλαφήσουν νέες οπτικές (McGonigal, 2005, σ. 14).

Δ) Αξιοποίηση έργων τέχνης: Η αξιοποίηση των έργων τέχνης με στόχο τη δημιουργία εναυσμάτων για δημιουργική και εις βάθος ανάπτυξη μετασχηματίζουσας μάθησης μπορεί να βρει πεδίο εφαρμογής σε όλες τις δομές της εκπαίδευσης, είτε αυτές αφορούν πρωτοβάθμια/δευτεροβάθμια εκπαίδευση είτε εκπαίδευση ενηλίκων (Κόκκος, 2011, σ. 87).

2. Εκπαιδευτικό Λογισμικό

2.1. Τι είναι το Εκπαιδευτικό Λογισμικό

Με τον όρο εκπαιδευτικό λογισμικό, αναφερόμαστε στις εφαρμογές υλικού και λογισμικού που χρησιμοποιούνται υποστηρικτικά κατά της διδασκαλία. Πιο συγκεκριμένα, ως εκπαιδευτικό λογισμικό ορίζεται το προϊόν της τεχνολογίας με το οποίο προσπαθούμε να διδάξουμε ένα γνωστικό αντικείμενο υλοποιώντας συγκεκριμένη παιδαγωγική φιλοσοφία και συγκεκριμένη εκπαιδευτική στρατηγική. Στο πλαίσιο της ένταξης της τεχνολογίας στη μαθησιακή διαδικασία, έχουν αναπτυχθεί πολλά και διαφορετικά μαθησιακά περιβάλλοντα και εργαλεία. Τα εργαλεία αυτά, διαφέρουν κυρίως ως προς τα επιμέρους χαρακτηριστικά τους, αλλά και ως προς τη φιλοσοφία σχεδιασμού τους και τη διδακτική προσέγγιση που χρησιμοποιούν. Δεδομένου ότι η έρευνα για την εκπαιδευτική τεχνολογία και τα αποτελέσματα της ενσωμάτωσης της στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι πρόσφατη, δεν είναι δυνατόν να καθοριστούν απόλυτα τα χαρακτηριστικά ενός προγράμματος ώστε αυτό να θεωρείται εκπαιδευτικό λογισμικό. Ένα μεγάλο μέρος των προγραμμάτων θεωρούνται λογισμικά επειδή χρησιμοποιούν κώδικα για την εκτέλεση τους. Επιπλέον, μπορεί να χαρακτηριστούν ως εκπαιδευτικά γιατί θέτουν μαθησιακούς στόχους και χρησιμοποιούν διδακτικές μεθόδους για την επίτευξη τους (Ξενικάκη & Ταντούλου, 2016).

Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό μπορεί να έχει διάφορες μορφές (Κόμης, 2004):

- ειδικό λογισμικό με σαφή μαθησιακό και διδακτικό σκοπό, π.χ. σε μορφή CD-ROM, δικτυακού τόπου, εφαρμογών ρομποτικής, κ.λπ. Το ειδικό λογισμικό διακρίνεται σε: α) διαδραστικό και β) μη διαδραστικό,
- λογισμικό γενικής χρήσης, π.χ. λογισμικό επεξεργασίας εικόνων, κειμενογράφος, λογιστικό φύλλο, βάσεις δεδομένων, κ.λπ., που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα.

2.2. Ψηφιακό Παιδαγωγικό Υλικό

Με την εξάπλωση της χρήσης των Η/Υ στην εκπαίδευση εμφανίστηκαν και αυξάνονται διαρκώς υπολογιστικά αντικείμενα με σκοπό τη μάθηση. Τα αντικείμενα αυτά αποκαλούνται συνήθως ως ψηφιακό εκπαιδευτικό ή/και παιδαγωγικό «υλικό», παρά το

γεγονός ότι στην πραγματικότητα δεν έχουν υλική υπόσταση αλλά λογισμική, ενώ μερικές φορές μπορεί να έχουν μικτή (π.χ. το υλικό εκπαιδευτικής ρομποτικής και αυτοματισμού). Για να δηλώσουμε δηλαδή περισσότερο τον σκοπό τους και να παραπέμψουμε στο φυσικό ανάλογο ώστε γίνουν πιο εύκολα κατανοητά. Η σύμβαση αυτή εμποδίζει, ενδεχομένως, να σκεφτούμε τις νέες δυνατότητες του ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού επειδή άρρητα υποδηλώνει την ανάγκη ύπαρξης φυσικού αναλόγου. Επιπλέον, συχνά, γίνεται σύγχυση της έννοιας «μέσο» (φορέας πληροφορίας όπως έντυπα κείμενα, βιβλία, βίντεο, ηχητικά αποσπάσματα κ.ά.) με το «υλικό» (π.χ. κυβάρια, κουμπιά, πλακίδια, χάντρες, κορδόνια κ.ά.) το οποίο μπορεί να υποστεί μια αυθαίρετη σειρά από βασικές πράξεις για να αναπαραστήσει ενυπόστατα περισσότερο αφηρημένα συστήματα. Το «ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό» ως όρος, όπως χρησιμοποιείται σήμερα, περιλαμβάνει μέσα και αντικείμενα εντυπωσιακής ποικιλομορφίας όπως ψηφιοποιημένο κείμενο, εικόνες, πολυμέσα, ψηφιακά βιβλία, ψηφιακές αφηγήσεις, διαδραστικές ιστορίες, μαθησιακά αντικείμενα, ψηφιακά παιχνίδια, μικρόκοσμους, προσομοιώσεις, υλικό εκπαιδευτικής ρομποτικής, εικονικό απτικό υλικό κ.ά. Σπανιότερα αναφέρεται ο όρος «ψηφιακό εκπαιδευτικό μετα-υλικό» που αφορά σε περιβάλλοντα συγγραφής ή προγραμματισμού γενικά (π.χ. Java, Logo, Scratch, e-toys) ή εξειδικευμένα (π.χ. μαθηματικά λογισμικά matlab, mathematica, Mathcad, R, κ.ά.) με τα οποία μπορεί κανείς να κατασκευάζει μαθησιακό υλικό σε ψηφιακή μορφή. Ο επίσημος τεχνολογικός όρος που περιλαμβάνει όλα τα παραπάνω είναι το «μαθησιακό αντικείμενο» (learning object) που ορίζεται ως οποιαδήποτε οντότητα ψηφιακή ή μη η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μάθηση, εκπαίδευση ή κατάρτιση (IEEE, 2002).

2.3. Είδη Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Σύμφωνα με τον Means (1994) ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία, την εξερεύνηση και για την επικοινωνία. Ένα μεγάλο μέρος του εκπαιδευτικού λογισμικού που έχει αναπτυχθεί ως σήμερα έχει αντικαταστήσει τον καθηγητή ενώ κάποιο άλλο αξιοποιείται με σκοπό την εξερεύνηση και την επικοινωνία. Σύμφωνα με τους Paterson & Strickland (1986) το εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να ταξινομηθεί με κριτήριο τη χρήση του στη μαθησιακή διαδικασία στις παρακάτω κατηγορίες:

- Λογισμικό εξάσκησης (Drill & Practice)
- Λογισμικό παρουσίασης (Tutorial)

- Εκπαιδευτικό Παιχνίδι (Educational Game)
- Προσομοίωση (Simulation)
- Επίλυση Προβλήματος (Problem Solving)
- Περιβάλλοντα Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality)

Εναλλακτικά, το εκπαιδευτικό λογισμικό θα μπορούσε να κατηγοριοποιηθεί με κριτήριο τη χρήση των τεχνολογικών μέσων στην κατασκευή τους. Αυτά είναι τα πολυμέσα, υπερμέσα και υπερκειμένα. Επίσης, μια άλλη ταξινόμηση μπορεί να εφαρμοστεί με κριτήριο τον βαθμό αλληλεπίδρασης μεταξύ του λογισμικού και του χρήστη διακρίνοντας δύο βασικές κατηγορίες εκπαιδευτικών λογισμικών, τα ανοικτά και κλειστά περιβάλλοντα. Τέλος, πρέπει να γίνει μια αναφορά στην κατηγοριοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού με κριτήριο την παιδαγωγική προσέγγιση που υιοθετεί. Με βάση αυτό το κριτήριο και ανάλογα με την παιδαγωγική του προσέγγιση, μπορεί να του αποδοθεί ο χαρακτηρισμός του διερευνητικού εκπαιδευτικού λογισμικού.

Παρακάτω γίνεται μια αναλυτική περιγραφή των χαρακτηριστικών των ειδών εκπαιδευτικού λογισμικού που έχουν αναφερθεί ως τώρα. Κατηγοριοποίηση με κριτήριο τη χρήση του υπολογιστή στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Λογισμικό Εξάσκησης: Πρόκειται για προγράμματα που παρέχουν τη δυνατότητα στους μαθητές να εξασκηθούν και να εξετάσουν τις γνώσεις τους στην ύλη που έχουν διδαχτεί. Μπορεί να αξιοποιηθεί από καθηγητές που αποσκοπούν στην εξάσκηση του μαθητή σε μία συγκεκριμένη ενότητα αλλά και να ελέγξουν την επίδοσή τους. Συνήθως περιέχουν ένα σύνολο ερωτήσεων και ασκήσεων, τις οποίες καλείται να απαντήσει ο μαθητής και αξιολογηθεί σύμφωνα με την επίδοσή του. Θεωρείται κατάλληλο για την επανάληψη και δεν εμφανίζεται ως αυτόνομο λογισμικό αλλά ενσωματώνεται σε άλλου τύπου λογισμικά (Paterson & Strickland, 1986).

Λογισμικό Παρουσίασης: Είναι το είδος του λογισμικού που παρουσιάζει την ήδη διδαγμένη ύλη αλλά και την ύλη που δεν έχει διδαχτεί ακόμη. Ένα πλήρες πρόγραμμα παρουσίασης θα πρέπει να διαθέτει οθόνες βοήθειας ώστε να παρέχετε περισσότερη πληροφορία, εξηγήσεις και παραδείγματα. Τα προγράμματα αυτού του τύπου λειτουργούν όμοια με έναν καθηγητή ή ένα σχολικό βιβλίο που παρουσιάζουν νέες έννοιες στους μαθητές. Ο υπολογιστής παρουσιάζει τις έννοιες με τη βοήθεια κειμένου, παραδειγμάτων, animation, video, ερωτήσεις και προβλήματα. Ο κύκλος πληροφορία-ερώτηση-ανάδραση

επαναλαμβάνεται καθ' όλη τη διάρκεια της εφαρμογής και ένα ιδανικό πρόγραμμα παρουσίασης πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα παρουσίασης του υλικού ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε χρήστη-μαθητή (Paterson & Strickland, 1986).

Διδακτικά και Μορφωτικά Παιχνίδια: Τα διδακτικά και μορφωτικά παιχνίδια βοηθούν στην απόκτηση γνώσης και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων αξιοποιώντας το περιβάλλον του παιχνιδιού. Το παιχνίδι χρησιμοποιείται ως κίνητρο για τον μαθητή που τον οδηγεί στην απόκτηση συγκεκριμένων δεξιοτήτων και γνώσεων καθώς αυτός περιηγείται στο λογισμικό και ολοκληρώνει τις διαδικασίες του παιχνιδιού. Θεωρείται το πιο δύσκολο είδος λογισμικού για αξιολόγηση δεδομένου ότι είναι αμφίβολο αν οι ικανότητες του προωθούνται από το παιχνίδι είναι δυνατόν να μεταφέρουν και έννοιες. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα καλό παιχνίδι πρέπει να έχει μαθησιακούς στόχους συμβατούς με το πρόγραμμα σπουδών. Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια παρέχουν τη δυνατότητα στους μαθητές να διδάσκονται σε ένα πλαίσιο που αυξάνει την κινητοποίηση και τον ενθουσιασμό αλλά και την προσοχή στη μαθησιακή διαδικασία (Paterson & Strickland, 1986).

Προσομοίωση: Το εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοίωσης παρέχει τη δυνατότητα υλοποίησης καταστάσεων που δεν είναι δυνατό να υλοποιηθούν με άλλο τρόπο. Η προσομοίωση επιτρέπει να δοκιμαστεί η ικανότητα και τα αντανακλαστικά των χρηστών σε πραγματικές συνθήκες. Στην τάξη η προσομοίωση δίνει τη δυνατότητα να εξασκηθεί ο μαθητής σε καταστάσεις που σε πραγματικό περιβάλλον θα ήταν ριψοκίνδυνο να υλοποιηθούν ή ακόμα και σε καταστάσεις που η υλοποίηση τους είναι πολυδάπανη ή χρονοβόρα. Η προσομοίωση δημιουργεί μια αναπαράσταση ή ένα μοντέλο ενός πραγματικού συστήματος ή φαινομένου στην οθόνη κάτω από ρεαλιστικές συνθήκες. Η αναπαράσταση αυτής της διαδικασίας πρέπει να δίνεται ζωντανά, να εμπλέκει αρκετά τον χρήστη ώστε η εμπειρία να έχει νόημα, να έχει μια ποικιλία στόχων και να λύνει προβλήματα. Μπορεί να αποτελέσει ιδανικό εργαλείο για την ενσωμάτωση διαφορετικών επιστημών στην ίδια επιστημονική ενότητα, κυρίως για τη Φυσική, τα Μαθηματικά, την Κοινωνιολογία και τη Γλώσσα. Τα λογισμικά προσομοίωσης κατά κανόνα στηρίζονται σε μία σειρά αλγορίθμων και οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να αλλάζουν τις τιμές ορισμένων μεταβλητών και να παρατηρούν τα αποτελέσματα της πράξης τους (Paterson & Strickland, 1986).

Λογισμικό Επίλυσης Προβλήματος: Πρόκειται για λογισμικό που ζητά από τους μαθητές να επιλύσουν προβλήματα βασισμένοι σε γνώσεις που απέκτησαν νωρίτερα. Στα

περισσότερα προγράμματα προσομοίωσης και στα παιχνίδια υπάρχουν χαρακτηριστικά problem solving. Συνήθως αποτελούν σπουδαίο έναυσμα για τη διερευνητική μάθηση στην τάξη γιατί δίνουν τη δυνατότητα να εφαρμοστούν οι κλασικές στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων. Επίσης, βοηθούν το μαθητή να δημιουργήσει και να αναπτύξει περισσότερο τη δική του στρατηγική επίλυσης. Προσφέρεται ένα πλαίσιο μέσα από το οποίο ο μαθητής μπορεί να αποκτήσει και να βελτιώσει τις δεξιότητες του στην επίλυση προβλημάτων. Αυτό το πλαίσιο τις περισσότερες φορές προσομοιώνει ένα πραγματικό φαινόμενο. Τα προγράμματα επίλυσης προβλήματος θα πρέπει να ζητούν από τον χρήστη να εφαρμόσει αποδεκτές αρχές ή κανόνες για να καταλήξει σε συμπεράσματα και λύσεις. Θα πρέπει επίσης να δίνουν στο χρήστη τη δυνατότητα να παραμετροποιεί το πρόβλημα και να περιλαμβάνουν μία εξήγηση ή μία γραφική αναπαράσταση της τελικής κατάστασης από τις απαντήσεις που δόθηκαν κατά την προσπάθεια επίλυσης. Τέλος, η χρήση του λογισμικού επίλυσης προβλήματος θα πρέπει να αναπτύσσει στο χρήστη μία εκτίμηση και κατανόηση των αλγοριθμικών μεθόδων, να αποθαρρύνουν τις διαδικασίες δοκιμής - λάθους και αντίστοιχα να ενθαρρύνουν αποφάσεις και λύσεις που απορρέουν από πνευματική διαδικασία (Paterson & Strickland, 1986).

Περιβάλλοντα Εικονικής Πραγματικότητας: Τα προγράμματα εικονικής πραγματικότητας χρησιμοποιούνται προς το παρόν πρωτίστως σε ερευνητικό επίπεδο και λιγότερο στην εκπαιδευτική διαδικασία, αφού έχουν εμφανιστεί πολύ πρόσφατα και απαιτούν εξειδικευμένη τεχνολογική υποδομή και εξοπλισμό. Εικονική πραγματικότητα είναι η αλληλεπίδραση σε τρισδιάστατο χώρο που χρησιμοποιείται για προσομοίωση πραγματικών ή μη καταστάσεων. Η επιστημονική και τεχνολογική τεκμηρίωση των εφαρμογών της εικονικής πραγματικότητας στη διδασκαλία δεν μπορεί να θεωρηθεί ακόμη πλήρως εμπειριστατωμένη. Ωστόσο χαρακτηριστικά της εικονικής πραγματικότητας όπως η ισχυρή αλληλεπίδραση, η άμεση ανταπόκριση του συστήματος στις ενέργειες του χρήστη και η ελευθερία κινήσεων στους εικονικούς κόσμους μπορούν να επηρεάσουν θετικά τη μαθησιακή διαδικασία (Paterson & Strickland, 1986).

2.4. Επιθυμητά Χαρακτηριστικά – Τεχνικές Προδιαγραφές Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το εκπαιδευτικό λογισμικό προσδιορίζονται ως προς τη λειτουργία του, την υποστήριξη, τη συμβατότητα και τις

προδιαγραφές αλληλεπίδρασης και του περιβάλλοντος διεπαφής. Στη συνέχεια περιγράφονται οι τεχνικές προδιαγραφές που πρέπει να πληρούνται αναλυτικά.

Ως προς τη λειτουργία του λογισμικού θα πρέπει να εξετάζεται η καταλληλότητα (suitability) και να απαντάται το ερώτημα κατά πόσο το λογισμικό κάνει αυτό που θέλει ο σχεδιαστής του. Θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από αξιοπιστία (reliability), δηλαδή να λειτουργεί χωρίς προβλήματα, από αποδοτικότητα (efficiency), με άλλα λόγια να είναι ικανοποιητικοί οι χρόνοι απόκρισης και από χρηστικότητα (usability), να μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα. Άλλα δύο κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι η ασφάλεια (security), δηλαδή να προστατεύεται από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες και η συμμόρφωση (compliance), να συμμορφώνεται με τους κανονισμούς.

Όσο αφορά την υποστήριξη του λογισμικού, αυτή θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από αναλυτικότητα (analyzability), να μπορεί να διαγνωστούν ελαττώματα ή τμήματα που πρέπει να αντικατασταθούν χωρίς μεγάλη προσπάθεια. Απαραίτητη είναι η δυνατότητα αλλαγής (changeability), η προσπάθεια που απαιτείται για μετατροπή ή για ενδεχόμενες αλλαγές που απαιτούνται όταν για παράδειγμα αναβαθμίζεται το λειτουργικό σύστημα και είναι η μικρότερη δυνατή. Επίσης είναι σημαντική η σταθερότητα (stability), δηλαδή να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι απρόσμενων αποτελεσμάτων μετά από τροποποιήσεις που έγιναν. Τέλος, σημαντική είναι και η δυνατότητα δοκιμών (testability) ώστε να ελέγχεται εύκολα η εγκυρότητα του λογισμικού.

Με επίκεντρο τη συμβατότητα του λογισμικού, θα πρέπει να πληρείται η προϋπόθεση της δυνατότητας μεταφοράς (portability), να μπορεί να εγκατασταθεί σε διαφορετικά εργαστηριακά περιβάλλοντα και περιορισμένη έκδοση του να μπορεί να εκτελείται σε συστήματα όπως για παράδειγμα χωρίς κάρτα ήχου. Απαραίτητη είναι η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης (reusability), μέρος του λογισμικού να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλη εφαρμογή. Επίσης, θα πρέπει να υποστηρίζεται διαλειτουργικότητα (interoperability), να μπορεί να επικοινωνεί σε επίπεδο ανταλλαγής δεδομένων και με άλλες εφαρμογές και να ενσωματώνει τη δυνατότητα πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό.

Τέλος, όσο αφορά τις προδιαγραφές αλληλεπίδρασης και το περιβάλλον διεπαφής, μια παράμετρος που πρέπει να εξετάζεται είναι η γλώσσα και η ορολογία. Η γλώσσα θα πρέπει να είναι απλή και κατανοητή και να μην χρησιμοποιούνται τεχνικοί όροι χωρίς περαιτέρω επεξήγηση. Ως προς τη δομή του εκπαιδευτικού λογισμικού, η σχεδίαση πρέπει να είναι

σπονδυλωτή και τα μηνύματα μετάβασης από ενότητα σε ενότητα σαφή και κατανοητά. Καλό είναι να υπάρχει και χάρτης περιεχομένων.

Σε σχέση με το επίπεδο αλληλεπίδρασης, η αλληλεπίδραση θα πρέπει να έχει τουλάχιστον δύο επίπεδα. Θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα αποθήκευσης των αποτελεσμάτων και των ασκήσεων εξάσκησης και η δυνατότητα αποθήκευσης του κενού χρόνου ώστε ο καθηγητής να γνωρίζει του ρυθμούς του μαθητή ώστε να μπορεί να επεμβαίνει. Καλό είναι να παρέχεται η δυνατότητα αποθήκευσης από τον καθηγητή νέων ερωτήσεων, ασκήσεων, σημειώσεων, παρατηρήσεων καθώς και σεναρίων. Εκτός από τα παραπάνω, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα εκτύπωσης οθονών, γραφικών, κειμένων και ασκήσεων. Τέλος, θα πρέπει να υπάρχει σύστημα άμεσης βοήθειας, σύστημα χάρτη πλοήγησης, καθώς και λεξικό όρων και ονομασιών (Ξενικάκη & Ταντούλου, 2016).

2.5. Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Η αξιολόγηση εκπαιδευτικού λογισμικού αποτελεί μία πολύπλοκη διαδικασία δεδομένου ότι καλείται να καλύψει ένα ευρύ φάσμα θεμάτων. Οφείλει να βασίζεται σε ένα σύνολο προδιαγραφών καθορισμένων από την αρχή και αναμενόμενων αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη χρήση του προϊόντος που αξιολογείται. Σε γενικές γραμμές υπάρχουν διάφορες μέθοδοι αξιολόγησης και διάφορες τεχνικές που μπορεί να ακολουθήσει κάποιος. Σε κάθε περίπτωση τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται διαφέρουν και παρά το γεγονός ότι έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες σε αυτήν την περιοχή, δεν υπάρχει κοινώς αποδεκτό σύνολο κριτηρίων για όλα τα εκπαιδευτικά προγράμματα. Η σχεδίαση και υλοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού ακολουθεί συγκεκριμένη διαδικασία και ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας του επιβάλλεται προκειμένου να πραγματοποιηθούν βελτιώσεις όπου κρίνεται απαραίτητο. Για τον παραπάνω λόγο είναι απαραίτητη η διαδικασία της αξιολόγησης. Οι γενικότεροι στόχοι της αξιολόγησης είναι η εξέταση του διδακτικού και παιδαγωγικού σχεδιασμού του εκπαιδευτικού λογισμικού και η επισήμανση των θετικών και των αρνητικών του στοιχείων. Επίκεντρο της αξιολόγησης πρέπει να είναι η μάθηση και μέσα από της διαδικασία της αξιολόγησης δίνεται η δυνατότητα της βελτίωσης του αξιολογούμενου προϊόντος και τα συμπεράσματα που εξάγονται λαμβάνονται υπόψη σε μεταγενέστερο χρόνο κατά την κατασκευή παρόμοιων λογισμικών. Πρόκειται για μια ερευνητική διαδικασία μέσα από την οποία παράγεται νέα γνώση αλλά προσανατολίζεται περισσότερο στην πρακτική χρήση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη διεξαγωγή της. Ο βασικότερος τομέας που σχετίζεται άμεσα με

την αξιολόγηση ενός εκπαιδευτικού υλικού αφορά την αξιολόγηση της ύλης όπως αυτή παρουσιάζεται μέσω των σύγχρονων Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών. Πιο αναλυτικά, η παρουσίαση και οργάνωση της ύλης, οι διαδικασίες υποστήριξης και ενημέρωσης του λογισμικού και η αξιολόγηση της μάθησης που προκύπτει από τη χρήση και την εφαρμογή του λογισμικού στο μαθητικό δυναμικό. Κάθε ένας από τους τομείς που προαναφέρθηκαν εμπεριέχει ένα σύνολο από παραμέτρους που πρέπει να καλυφθούν σε ικανοποιητικό βαθμό ώστε το λογισμικό να κριθεί κατάλληλο για διανομή σε εκπαιδευτικούς χώρους. Από τεχνολογική άποψη, το εκπαιδευτικό λογισμικό αξιολογείται για να εντοπιστεί ο βαθμός αποτελεσματικότητας των τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν αναδεικνύοντας τα ισχυρά και τα αδύνατα του σημεία αλλά και τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσε να γίνει πιο αποτελεσματικό. Επιπροσθέτως, μπορεί να διαπιστωθεί ο βαθμός καταλληλότητας των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του με σκοπό να προκύψουν πιθανά στοιχεία που θα το βελτίωναν. Επίσης, βοηθά στο σχεδιασμό νέων στρατηγικών, επιλογών και προτεραιοτήτων από τεχνολογικής άποψης ώστε να αντιμετωπιστούν τα εμπόδια που εντοπίστηκαν με τη χρήση και να αναδειχθούν τα στοιχεία εκείνα τα οποία θα βελτίωναν την επεκτασιμότητα του. Από μαθησιακή άποψη, η αξιολόγηση συντελεί στον εντοπισμό του βαθμού αποτελεσματικότητας του εκπαιδευτικού λογισμικού και στον προσδιορισμό των δυνατών και των αδύνατων σημείων του. Για να διαπιστωθεί αν έχουν επιτευχθεί οι μαθησιακοί στόχοι και η πρόοδος που συντελείται με τη χρήση του και προς ποια κατεύθυνση συντελείται η πρόοδος αυτή. Επίσης, είναι δυνατό να διαπιστωθεί ο βαθμός καταλληλότητας του λογισμικού, με άλλα λόγια, πόσο κατάλληλο είναι το λογισμικό ως εκπαιδευτικό μέσο για το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό θέμα για το οποίο σχεδιάστηκε και ποια είναι τα στοιχεία τα οποία βελτιώνουν την καταλληλότητα του. Επιπλέον, η αξιολόγηση βοηθά στο σχεδιασμό νέων στρατηγικών επιλογών και προτεραιοτήτων μιας και δίνεται η δυνατότητα προσδιορισμού του τι ακριβώς προσφέρει το λογισμικό, τι επιπλέον μπορεί να γίνει με τη χρήση του, ποια στοιχεία χρήζουν βελτίωσης ώστε να προσφέρονται κι άλλες ευκαιρίες μάθησης. Η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού αφορά όλα τα εμπλεκόμενα μέρη από την επιστημονική ομάδα παραγωγής του, τον εκπαιδευτικό που θα το χρησιμοποιήσει μέχρι και το μαθητή που συμμετέχει στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επίσης, αφορά τους ειδικούς στη διδακτική μεθοδολογία, το φορέα χρηματοδότησης για την παραγωγή του, την εκπαιδευτική διοικητική αρχή στα όρια δικαιοδοσίας της οποίας πρόκειται να εφαρμοστεί το λογισμικό και τέλος την ερευνητική εκπαιδευτική κοινότητα. Με όσα περιγράφηκαν παραπάνω, έχει γίνει σαφές ότι η

αξιολόγηση είναι μια διαδικασία που ξεκινά από την πρώτη στιγμή της παραγωγής του εκπαιδευτικού λογισμικού και πολύ συχνά συνεχίζεται και μετά την παραγωγή και τη διάθεση του, προκειμένου να προσαρμοστεί στα συνεχώς μεταβαλλόμενα εκπαιδευτικά δεδομένα (Ξενικάκη & Ταντούλου, 2016).

2.6. Η Διδασκαλία των Μαθηματικών και η Σημασία της Επίλυσης Προβλημάτων στο Δημοτικό

Οι δυσκολίες και σε αρκετές περιπτώσεις η αντιπάθεια των παιδιών προς τα μαθηματικά συνήθως γίνονται αντιληπτές καθώς αυτά πλησιάζουν τις μεγαλύτερες τάξεις και η αξιολόγηση μέσω διαγωνισμάτων και γραπτών εξετάσεων αποκτά μεγαλύτερη βαρύτητα. Δεν υπάρχει ωστόσο καμία αμφιβολία ότι τα πρώτα χρόνια του σχολείου έχουν μια ιδιαίτερα σημαντική επίδραση στις μελλοντικές γνώσεις και την οπτική ενός παιδιού προς τα μαθηματικά, καθώς είναι στα πρώτα αυτά χρόνια που ο μαθητής βρίσκει ενδιαφέρον ή όχι, βιώνει την επιτυχία ή την αποτυχία, την πρόκληση ή την απογοήτευση. Είναι στο διάστημα αυτών των πρώτων χρόνων που παρατηρούνται οι πρώτες διαφοροποιήσεις ανάμεσα στις ικανότητες των παιδιών, τον ενθουσιασμό τους και τη γνώμη που σχηματίζουν για τα μαθηματικά (Wright, 1994).

Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι ένα μεγάλο μέρος παιδιών δεν έρχεται σε αρκετά μεγάλο βαθμό σε επαφή με την επίλυση προβλημάτων. Σύμφωνα με έρευνα των Stokes και Stacey, τα παιδιά πρέπει να διερευνούν μαθηματικά ζητήματα και να έρχονται αντιμέτωπα με μη-προφανή προβλήματα, έτσι ώστε να αναπτύξουν στρατηγική και ικανότητες που θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν και στην πραγματική τους ζωή (Groves & Stacey, 1990). Μέσα από την επίλυση τέτοιων προβλημάτων, τα παιδιά καλούνται να χρησιμοποιήσουν πρακτικά τις γνώσεις τους, να σχεδιάσουν πλάνα και πιθανότατα να αναθεωρήσουν τον τρόπο σκέψης τους. Έτσι μπορούν να κατανοήσουν βαθύτερα αριθμητικές και μαθηματικές έννοιες και τίθενται οι απαραίτητες βάσεις για την μελλοντική βελτίωσή τους.

Σχετικά με τον ρόλο του δασκάλου, σε έρευνά του ο Cobb άσκησε κριτική σε αφελείς ερμηνείες του κονστρουκτιβισμού και της μάθησης μέσω ανακάλυψης (discovery learning) (Cobb, 1991). Μια τέτοια περίπτωση, όπως ανέφερε, είναι η πεποίθηση ότι οι μαθηματικές έννοιες μπορούν να αναπαρασταθούν οπτικά μέσω εικόνων για να γίνουν κατανοητές από τα παιδιά, ή ότι εφόσον τα παιδιά σχηματίζουν νοητικά μια εικόνα για τα

μαθηματικά ο δάσκαλος θα πρέπει να μην έχει την παραμικρή παρέμβαση έτσι ώστε να μην εμποδίσει τη διαδικασία της ανακάλυψης.

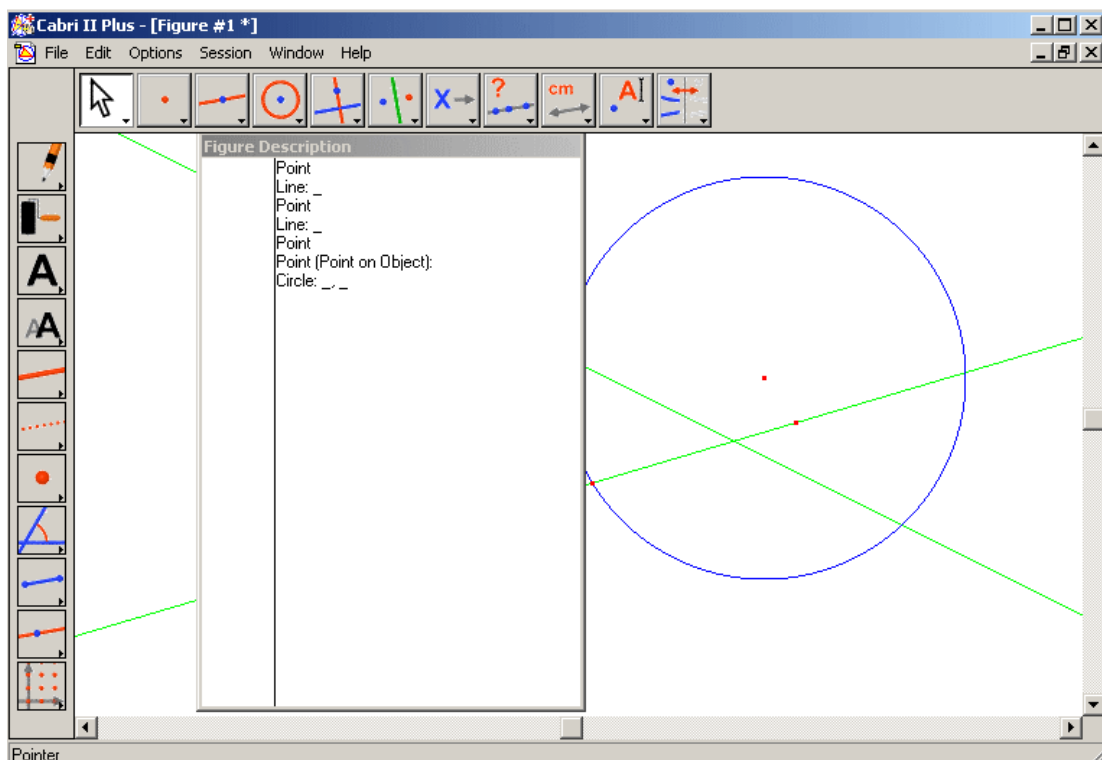
Αντίστοιχα, η Young-Loveridge επεσήμανε ότι η άποψη σύμφωνα με την οποία ο δάσκαλος θα πρέπει να έχει την ελάχιστη δυνατή παρέμβαση στη διδασκαλία των μαθηματικών είναι λανθασμένη, επισημαίνοντας μάλιστα ότι με τον τρόπο αυτό οι μαθητές δεν μπορούν να κατακτήσουν το ιδανικό επίπεδο γνώσεων (Young-Loveridge, 1988).

2.7. Εκπαιδευτικά Λογισμικά στη Διδασκαλία των Μαθηματικών

Στην ενότητα αυτή γίνεται μια αναφορά σε ορισμένα εκπαιδευτικά λογισμικά που ανήκουν κυρίως στο χώρο των μαθηματικών και της πληροφορικής και τα οποία χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Ζαφείρη & Στριφτού, 2016).

2.7.1. Cabri Geometry II

Το Cabri (<http://photodentro.edu.gr/edusoft/r/8531/178>) ανήκει στην κατηγορία του λογισμικού ανοιχτού διερευνητικού χαρακτήρα. Είναι ένα πρόγραμμα που μπορεί να ενσωματωθεί στο σχολείο για να καλύψει τις ανάγκες των μαθητών αλλά και των εκπαιδευτικών στην μαθησιακή και διδακτική διαδικασία. Σύμφωνα με τους δημιουργούς του, προκαλεί και διατηρεί το ενδιαφέρον των μαθητών. Ενισχύει την διερευνητική και ενεργητική μάθηση. Προσφέρει την δυνατότητα για πολλαπλή αναπαράσταση της γνώσης. Θεωρείται απλό και φιλικό στην χρήση του από εκπαιδευτικούς και μαθητές που δεν έχουν ειδικευτεί στους υπολογιστές (Εικόνα 1).



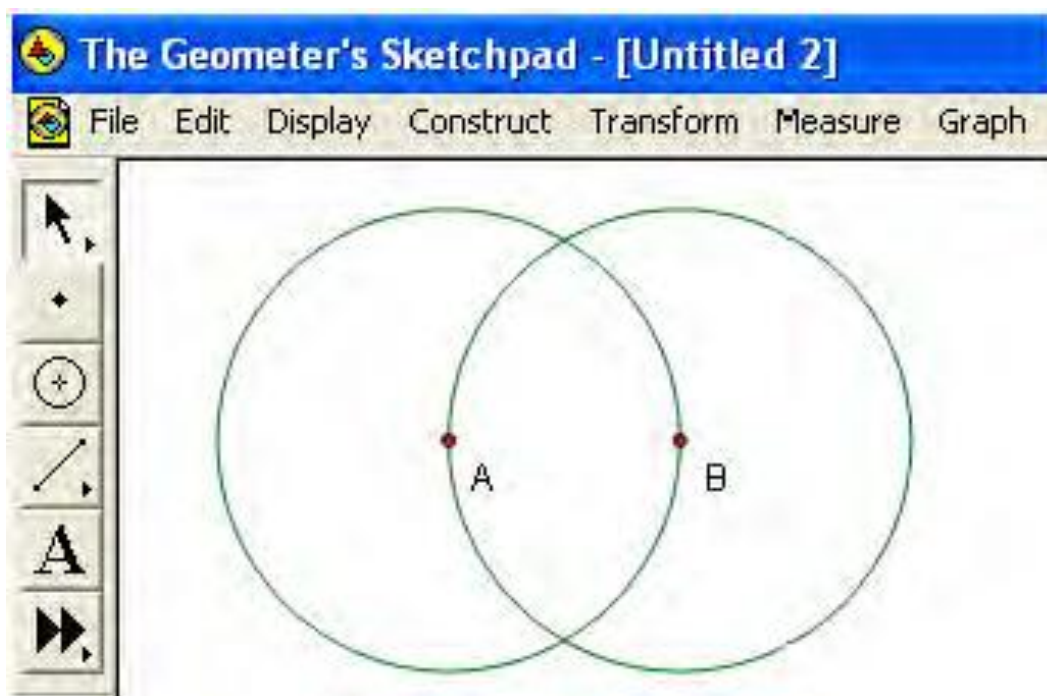
Εικόνα 1: Στιγμιότυπο από το λογισμικό Cabri Geometry II

Το λογισμικό είναι ένα πλήρες εργαλείο για διερευνητική μάθηση στη Γεωμετρία και σε άλλες περιοχές των Μαθηματικών και της Φυσικής, σε όλες σχεδόν τις τάξεις του Γυμνασίου και του Λυκείου. Εντάσσεται εύκολα μέσω δραστηριοτήτων στην καθημερινή διδακτική πρακτική. Προσφέρει δυνατότητες πειραματισμού και διερεύνησης που δεν μπορούν να γίνουν τόσο εύκολα με τα συμβατικά μέσα (κανόνας, διαβήτη κ.τ.λ.) επεκτείνοντας έτσι τις δυνατότητες οικοδόμησης των εννοιών από τον ίδιο το μαθητή. Η κατασκευή των γεωμετρικών σχημάτων γίνεται με βάση τις γεωμετρικές τους ιδιότητες και όχι σχεδιαστικά. Έτσι οι ενέργειες του χρήστη αντιστοιχούν σε πραγματικές και φυσικές ενέργειες.

2.7.2. Geometer's Sketchpad V4.7

Το λογισμικό «Geometer's Sketchpad V4.7» (<http://photodentro.edu.gr/edusoft/r/8531/179>) είναι ένα ανοικτό περιβάλλον διερευνητικής μάθησης που επιτρέπει την άμεση διαχείριση των μαθηματικών αντικειμένων και σχημάτων καθώς και την επεξεργασία τους από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Η δυνατότητα της κίνησης και της παρακολούθησης των αλλαγών των στοιχείων και των μεγεθών του σχήματος διευκολύνει την εικασία και τον πειραματισμό στα Μαθηματικά (Εικόνα 2).

Το The Geometer's Sketchpad V4.7 είναι ένα ισχυρό εργαλείο για τη διδασκαλία της Γεωμετρίας, της Άλγεβρας και της Τριγωνομετρίας. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του στηρίχθηκαν σε πολύχρονες έρευνες στην περιοχή της διδακτικής των μαθηματικών.



Εικόνα 2: Στιγμιότυπο από το λογισμικό The Geometer's Sketchpad V4.7

Το The Geometer's Sketchpad V4.7 είναι ιδανικό για την οργάνωση δραστηριοτήτων διερευνητικής μάθησης τόσο στο σχολικό εργαστήριο όσο και στο σπίτι. Αξιοποιεί τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών λαμβάνοντας υπόψη τις νέες τάσεις για διερευνητική προσέγγιση στη σχεδίαση του λογισμικού (με πολλαπλές αναπαραστάσεις, άμεσο χειρισμό κ.τ.λ.). Με τις δυνατότητες που διαθέτει βοηθά στην κατανόηση, με ολοκληρωμένο τρόπο, εννοιών και διαδικασιών μέσα από την επίλυση προβλημάτων και τον πειραματισμό.

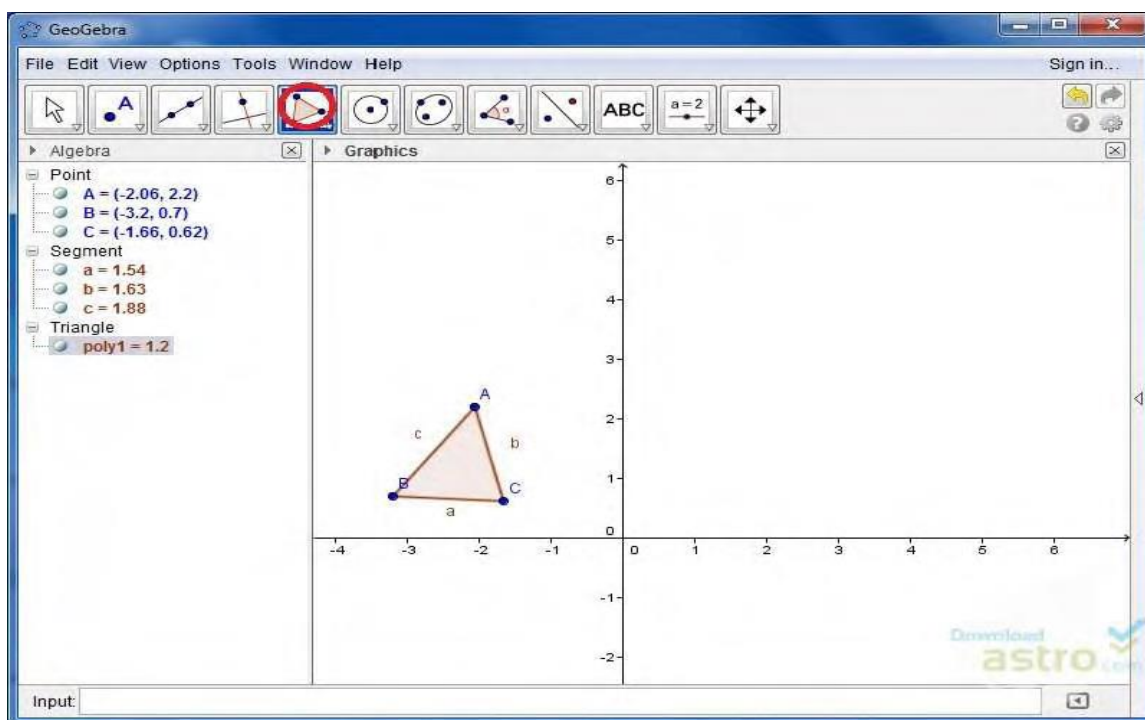
Το The Geometer's Sketchpad V4.7 είναι ένα «ανοικτό» περιβάλλον διερευνητικής μάθησης. Οι δυνατότητές του είναι τόσο ευρείες που αν και αρχικά σχεδιάστηκε για τις ανάγκες της γυμνασιακής εκπαίδευσης, σήμερα συνιστάται από την Πέμπτη τάξη του Δημοτικού μέχρι τις τελευταίες τάξεις του Λυκείου. Οι δυνατότητες αυτές το μετέτρεψαν σε ένα εκπαιδευτικό εργαλείο με απεριόριστο αριθμό εφαρμογών. Αν και σχεδιάστηκε αρχικά για το μάθημα της Γεωμετρίας, σήμερα οι μαθητές μπορούν να το χρησιμοποιήσουν για να εξερευνήσουν μαθήματα όπως Άλγεβρα, Τριγωνομετρία, Τέχνη, Επιστήμη και πολλά άλλα.

2.7.3. GeoGebra

Το GeoGebra (<https://www.geogebra.org/>) είναι ένα δυναμικό λογισμικό για τη διδασκαλία των μαθηματικών που ενώνει τη Γεωμετρία, την Άλγεβρα και τον Λογισμό. Αναπτύχθηκε από τον Markus Hohenwarter στο Florida Atlantic University για τη διδασκαλία και τη μάθηση των Μαθηματικών στο σχολείο. Το GeoGebra είναι ένα δυναμικό σύστημα γεωμετρίας. Ο χρήστης μπορεί να κάνει κατασκευές με σημεία, διανύσματα, ευθύγραμμα τμήματα, ευθείες, κωνικές τομές καθώς επίσης να χρησιμοποιήσει συναρτήσεις και στη συνέχεια να τις τροποποιήσει με ένα δυναμικό τρόπο (Εικόνα 3).

Το λογισμικό επιτρέπει, επίσης, την απευθείας εισαγωγή εξισώσεων και συντεταγμένων. Έχει τη δυνατότητα να χειρίζεται μεταβλητές για αριθμούς, διανύσματα και σημεία, να βρίσκει παραγώγους και ολοκληρώματα συναρτήσεων και να παρέχει εντολές για την εύρεση ριζών και ακρότατων. Η εφαρμογή παρέχει επίσης τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν αλληλεπιδραστικά φύλλα εργασίας, τα οποία μπορούν να μοιραστούν με χιλιάδες εκπαιδευτικούς ανά τον κόσμο.

Το GeoGebra είναι ένα λογισμικό που τρέχει σε όλες τις πλατφόρμες (Mac OS X, Windows, Linux, Solaris) είτε ως αυτόνομη εφαρμογή είτε μέσω του φυλλομετρητή ιστού.

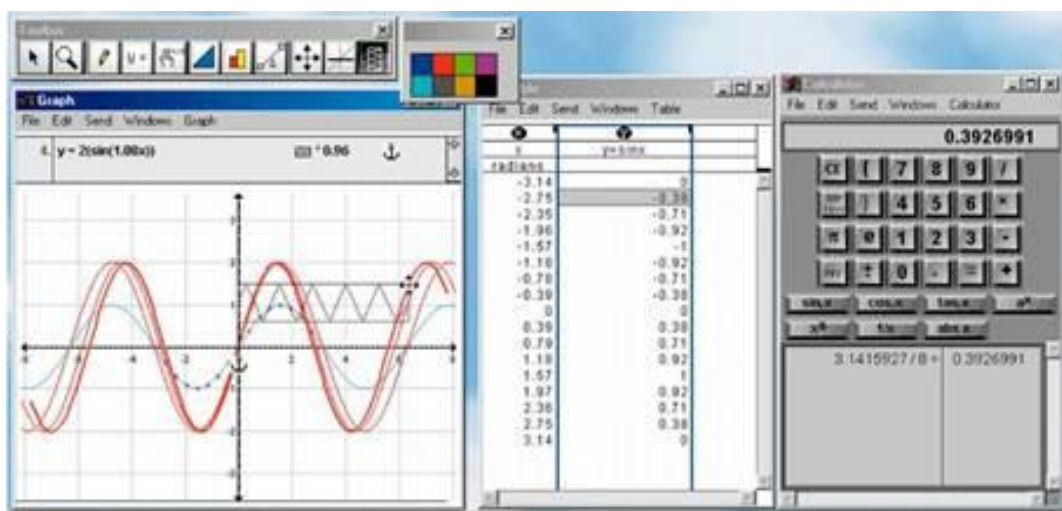


Εικόνα 3: Στιγμιότυπο από το λογισμικό GeoGebra

2.7.4. Function Probe

Το Function Probe (<http://photodentro.edu.gr/edusoft/r/8531/180>) συνιστά πολυ-εποπτικό εργαλείο για τη σύγχρονη άλγεβρα, την τριγωνομετρία και την ανάλυση, που επιτρέπει τη διερεύνηση των συναρτήσεων και την μαθηματική μοντελοποίηση. Το εκπαιδευτικό λογισμικό διερευνητικού χαρακτήρα Function Probe είναι ένα κατεξοχήν «ανοιχτό» περιβάλλον μάθησης, προορισμένο να χρησιμοποιείται σε μαθήματα άλγεβρας, τριγωνομετρίας και ανάλυσης (πριν τον διαφορικό και τον ολοκληρωτικό λογισμό) σε τάξεις του Γυμνασίου και του Λυκείου (Εικόνα 4).

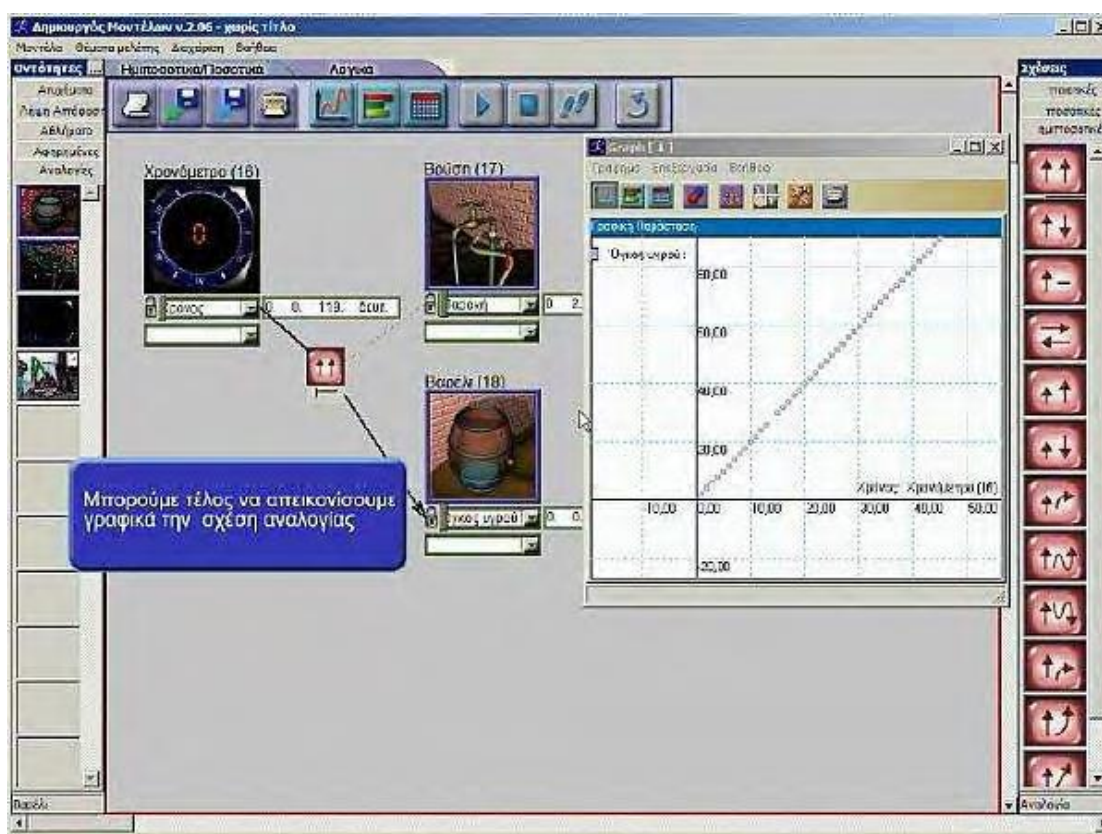
Αποτελεί ένα ευέλικτο και δυναμικό εργαλείο, σχεδιασμένο έτσι ώστε να είναι εξίσου εύκολο στην εκμάθηση και τη χρήση. Οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να συμμετέχουν ενεργά στη χρήση του προγράμματος κατά την διάρκεια της προσπάθειας που καταβάλλουν στην επίλυση προβλημάτων. Οι καθηγητές έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούν το Function Probe για να επιδεικνύουν τεχνικές επίλυσης προβλημάτων και για να καθοδηγούν συζητήσεις μέσα στην τάξη. Το Function Probe δεν είναι αυστηρά συνδεδεμένο με συγκεκριμένο διδακτικό υλικό. Αντίθετα, είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να είναι συμβατό με ενέργειες και αναπαραστάσεις που οι μαθητές δημιουργούν και χρησιμοποιούν σε μια ποικιλία προβλημάτων, που μπορεί να συναντήσουν μελετώντας μαθηματικά. Επίσης, είναι ένα ιδανικό εργαλείο για την επεξεργασία και την μοντελοποίηση δεδομένων σε μαθήματα που βασίζονται στην άλγεβρα και την τριγωνομετρία. Πρόκειται για ένα πολυ-εποπτικό πακέτο που περιλαμβάνει τρία ξεχωριστά εργαλεία: το Γράφημα, τον Πίνακα δεδομένων και την Αριθμομηχανή.



Εικόνα 4: Στιγμιότυπο από το λογισμικό Function Probe

2.7.5. Δημιουργός Μοντέλων II

Ο Δημιουργός Μοντέλων (ΔΜ) (<http://photodentro.edu.gr/edusoft/r/8531/255>) είναι ένα εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο αναπτύχθηκε για να προσφέρει στους μαθητές της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ευκαιρίες να πειραματιστούν με έννοιες και τις μεταξύ τους σχέσεις και αλληλεπιδράσεις, κατασκευάζοντας μοντέλα από στοιχειώδη δομικά στοιχεία και με αυτό τον τρόπο να μπορέσουν να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν φαινόμενα σημαντικά για τη μόρφωσή τους (Εικόνα 5).

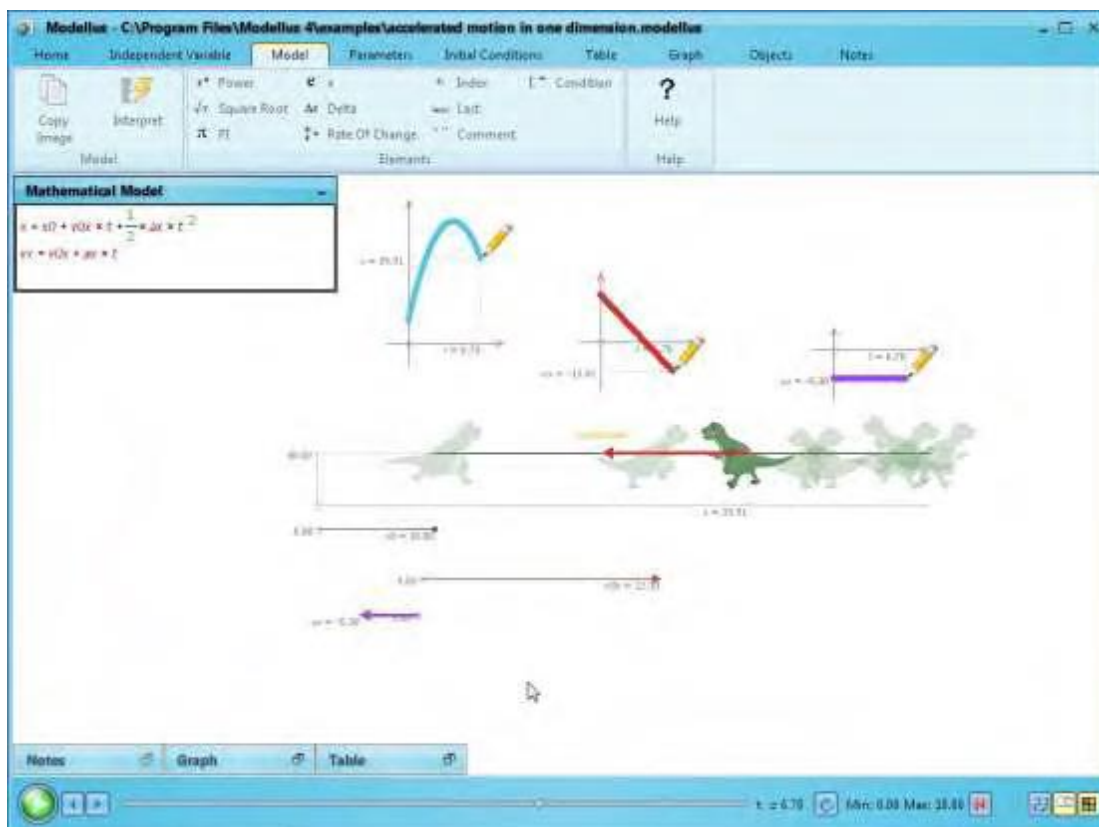


Εικόνα 5: Στιγμιότυπο από το λογισμικό Δημιουργός Μοντέλων II

Ο σχεδιασμός των εργαλείων, των λειτουργιών και των δραστηριοτήτων στο περιβάλλον του ΔΜ δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύξουν συλλογισμούς και να διαπραγματευτούν έννοιες οι οποίες είναι δύσκολο να προσεγγιστούν με άλλους τρόπους. Ο σκοπός του ΔΜ είναι να αποτελέσει ένα εργαλείο το οποίο θα βοηθήσει τους μαθητές να ξεπεράσουν τις διαισθητικές αντιλήψεις που έχουν για διάφορα ζητήματα που αφορούν τον κόσμο στον οποίο ζουν και να οικοδομήσουν επιστημονικές έννοιες μέσα από τη μελέτη φαινομενικά απλών θεμάτων. Επιπρόσθετα, ο ΔΜ έχει μια ισχυρή ερευνητική συνιστώσα, βοηθώντας τον εκπαιδευτικό να εξερευνήσει τους τρόπους και τις διαδικασίες στις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές κατά τη διάρκεια κατασκευής των μοντέλων.

2.7.6. Modellus

Το Modellus (<http://photodentro.edu.gr/edusoft/r/8531/165>) είναι ένα δυναμικό εργαλείο για διαλογική κατασκευή και διερεύνηση μαθηματικών μοντέλων, το οποίο δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να κατασκευάζουν, να προσομοιώνουν και να αναλύουν μοντέλα με διαλογικό τρόπο (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Στιγμιότυπο από το λογισμικό Modellus

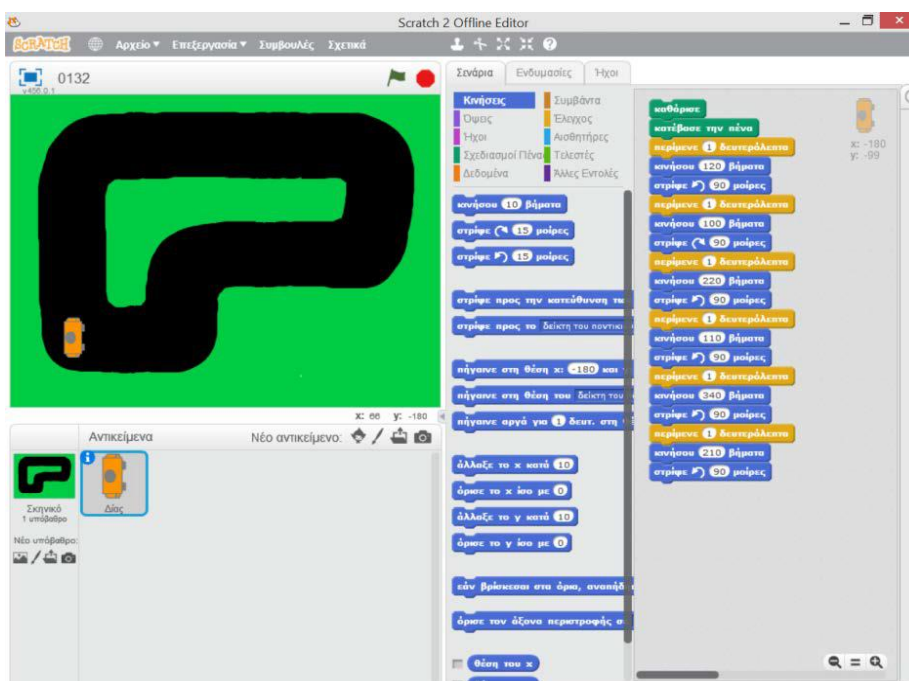
Το λογισμικό Modellus, το οποίο σχεδιάστηκε από μία ομάδα επιστημόνων με την καθοδήγηση του καθηγητή Vitor Duarte Teodoro από το Πανεπιστήμιο Lisbon της Πορτογαλίας, είναι ένα ισχυρό εργαλείο, ιδιαίτερα χρήσιμο για τη διδασκαλία των θετικών επιστημών. Κυρίως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη των Μαθηματικών, της Φυσικής, της Χημείας, των Οικονομικών και δευτερευόντως της Βιολογίας. Ανήκει στην κατηγορία του ανοικτού τύπου περιβάλλοντος - εργαλείο για μοντελοποίηση, πειραματισμό και προσομοίωση, απαραίτητο για την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων και την επεξεργασία τους μέσα από γραφικές παραστάσεις, πίνακες και animations.

Στον πυρήνα του προγράμματος υπάρχει μια περιοχή εργασίας (παράθυρο) στην οποία ο μαθητής μπορεί να γράψει το μαθηματικό μοντέλο με μορφή εξισώσεων ή ορισμών

μεγεθών. Στη συνέχεια, το σύστημα αναλαμβάνει να πραγματοποιήσει την αναπαράσταση της εξέλιξης του φαινομένου που υπακούει στο μαθηματικό μοντέλο. Το Modellus αξιοποιεί πολλές προηγούμενες προσπάθειες που έγιναν στην κατεύθυνση της δημιουργίας ενός λογισμικού κατάλληλου για μοντελοποιήσεις σε ποικίλες γνωστικές περιοχές.

2.7.7. Scratch

Το Scratch (<https://scratch.mit.edu>) είναι ένα περιβάλλον προγραμματισμού που βασίζεται σε μπλοκ, επιτρέποντας την εύκολη δημιουργία κινουμένων σχεδίων, διαδραστικών αφηγήσεων και τον προγραμματισμό απλών 2D παιχνιδιών (Εικόνα 7). Υποστηρίζει την εισαγωγή και επεξεργασία γραφικών και ήχου, περιλαμβάνοντας και εργαλεία ηχογράφησης και ζωγραφικής. Επιπλέον, επιτρέπει το μοίρασμα έργων στον ιστότοπο του Scratch (<https://scratch.mit.edu>) και στην κοινότητα χρηστών που έχει δημιουργηθεί, παρέχοντας κίνητρα και ευκαιρίες για μάθηση από τους άλλους. Το Scratch στοχεύει στους χρήστες ηλικίας 8 – 16 ετών, ενώ επικεντρώνεται περισσότερο στην αυτο-μάθηση και σε ζητήματα διδασκαλίας (Maloney, Resnick, Rusk, Silverman, & Eastmond, 2010).



Εικόνα 7: Στιγμιότυπο από το λογισμικό Scratch

3. Η Περίπτωση του Scratch

Στην ενότητα αυτή γίνεται αναφορά στο Scratch v.3.0 και παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά στοιχεία – εργαλεία του περιβάλλοντος δημιουργίας έργων. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν για τη σχεδίαση και την ανάπτυξη της εκπαιδευτικής εφαρμογής για το μάθημα των Μαθηματικών της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού, η οποία παρουσιάζεται σε επόμενη ενότητα.

3.1. Τι είναι το Scratch

Το Scratch είναι ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού, που αναπτύχθηκε από το MIT Media Lab. Πρόκειται για μία δωρεάν γλώσσα προγραμματισμού η οποία, σύμφωνα με την επίσημη σελίδα της στο διαδίκτυο (<https://scratch.mit.edu>), «χρησιμοποιείται σε περισσότερες από 150 διαφορετικές χώρες και είναι διαθέσιμη σε περισσότερες από 40 γλώσσες». Το περιβάλλον επαφής είναι πολύ φιλικό προς το χρήστη. Παρέχεται μεγάλη βοήθεια, τόσο μέσα από την εφαρμογή όσο και μέσα από την παγκόσμια διαδικτυακή κοινότητα ανταλλαγής απόψεων και ιδεών.

Προγραμματίζοντας με το Scratch καλλιεργείται η κριτική και δημιουργική σκέψη των μαθητών, κάτι που δυστυχώς δεν προωθείται σε πολλές άλλες σχολικές δραστηριότητες πέρα από την κατάκτηση γνώσεων. Με το Scratch οι μαθητές μαθαίνουν να σχεδιάζουν εναλλακτικές λύσεις ενός προβλήματος, αξιολογώντας τα δεδομένα και παίρνοντας την κατάλληλη απόφαση κάθε φορά. Μαθαίνουν όμως και να κατασκευάζουν πρωτότυπα και δημιουργικά έργα, αξιοποιώντας τα εργαλεία που παρέχει η γλώσσα. «Χρησιμοποιούν γραφικά, κινούμενα σχέδια, μουσική και ήχους για να κατασκευάσουν διαδραστικές ιστορίες, τα δικά τους παιχνίδια, όπως επίσης και κινούμενα σχέδια», όπως αναφέρεται στο δικτυακό τόπο του Scratch (<https://scratch.mit.edu>). Εκτός από εκπαίδευση, είναι σίγουρα και ψυχαγωγία, γι' αυτό αρέσει τόσο στα παιδιά. Επίσης σημαντικό είναι ότι οικοδομούν κομμάτι – κομμάτι τη γνώση, επαναχρησιμοποιώντας μικρότερα τμήματα κώδικα σε πιο σύνθετα προβλήματα, κατανοώντας και την έννοια του εποικοδομητισμού, που άλλωστε εκφράζεται μέσω της εφαρμογής του Scratch.

Η γλώσσα ανήκει στην κατηγορία του Ταυτόχρονου Προγραμματισμού (Νικολός & Κόμης, 2010; Ben-Ari, 2006), χρησιμοποιώντας ανεξάρτητα και ακολουθιακά τμήματα προγραμμάτων που εκτελούνται παράλληλα και δίνουν μερικό αποτέλεσμα. Αυτό μπορεί

να αξιοποιηθεί στην τάξη με τη δημιουργία ομαδικών εργασιών, όπου το κάθε μέλος αναλαμβάνει ένα τμήμα και η συνένωσή τους αποτελεί το τελικό έργο. Καλλιεργούνται με αυτό τον τρόπο δεξιότητες συνεργασίας και ομαδικότητας. Όπως αναφέρθηκε, η κοινότητα του Scratch φιλοξενεί πλήθος ατόμων που ανταλλάσσουν ιδέες και γνώσεις. Είναι σημαντικό για ένα παιδί να λάβει μέρος σε αυτή, γιατί, εκτός των άλλων, μαθαίνει και να μοιράζεται τα έργα του, μία φιλοσοφία που καλλιεργεί η κοινότητα του Scratch.

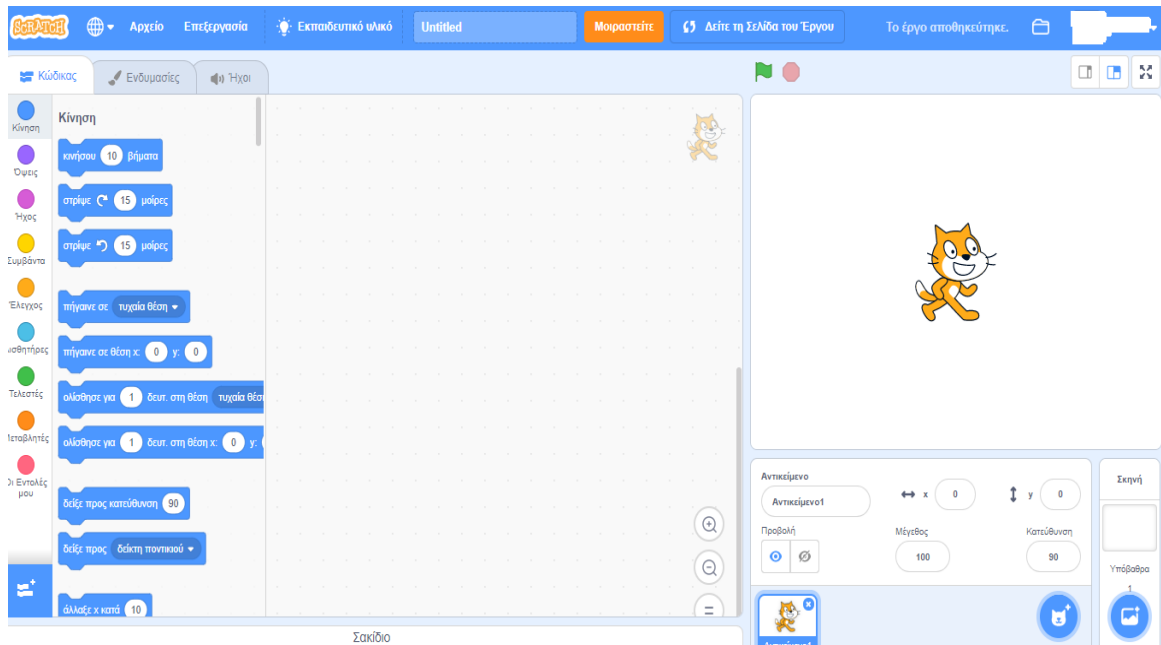
Επίσης, το Scratch εντάσσεται στην κατηγορία γλωσσών οπτικού προγραμματισμού, ο οποίος διακρίνεται από μια πληθώρα πλεονεκτημάτων, όπως:

- χρησιμοποιεί «μεταφορές» από την καθημερινή ζωή για να κάνει πιο εύκολο τον προγραμματισμό,
- επιτρέπει την εύκολη μεταφορά των προγραμμάτων, μιας και τα προγράμματα που δημιουργούνται σε τέτοια περιβάλλοντα μπορούν να «τρέχουν» σε οποιοδήποτε υπολογιστή, ακόμα κι αν δεν υπάρχει σ' αυτόν εγκατεστημένο το περιβάλλον προγραμματισμού,
- επιτρέπει την εύκολη συσχέτιση του γραφικού με το πραγματικό νόημά του, σε αντίθεση με τις επαγγελματικές γλώσσες προγραμματισμού που είναι δύσκολο να κατανοήσεις το νόημα των εντολών αν δεν γνωρίζεις από πριν κάποια πράγματα γι' αυτές, και
- εμποδίζει το χρήστη από συντακτικά λάθη, μιας και τα δομικά κομμάτια των περισσότερων γλωσσών οπτικού προγραμματισμού έχουν ειδικές υποδοχές για να ενώνονται μεταξύ τους.

Συνοψίζοντας, το Scratch διαθέτει τα κατάλληλα χαρακτηριστικά ώστε να μπορεί να θεωρηθεί ως μία γλώσσα προγραμματισμού που είναι πιο φυσική για τον μαθητή και μπορεί να υιοθετηθεί για την πρώτη επαφή των μαθητών με τις γλώσσες προγραμματισμού (Kahn, 1996).

3.2. Σύντομος Οδηγός του Scratch v.3.0

Ας γνωρίσουμε το περιβάλλον του προγράμματος. Μόλις ανοίξουμε την ιστοσελίδα <https://scratch.mit.edu> βλέπουμε την παρακάτω οθόνη (Εικόνα 8), η οποία χωρίζεται σε τμήματα. Μπορούμε να δημιουργήσουμε δωρεάν λογαριασμό και να συνδεθούμε, έτσι ώστε να έχουμε πρόσβαση στα δικά μας έργα.



Εικόνα 8: Αρχική οθόνη του Scratch



: Αλλαγή διαστάσεων των παραθύρων και πλήρης οθόνη.

Στο πάνω μέρος της οθόνης είναι η «Γραμμή μενού» (Εικόνα 9). Στα δεξιά είναι η «Σκηνή» (Εικόνα 10) και η λίστα με τα «Αντικείμενα» (Εικόνα 11). Στα αριστερά είναι η παλέτα εντολών και οι κατηγορίες των εντολών. Στο κέντρο είναι η περιοχή των σεναρίων, δηλαδή του κώδικα που γράφουμε για το έργο μας.



Εικόνα 9: Γραμμή μενού



: Αλλάζουμε τη γλώσσα του προγράμματος Scratch.

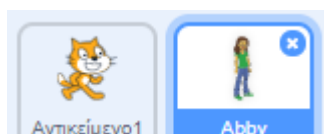
Αρχείο: Αποθηκεύουμε το έργο μας ή φορτώνουμε κάποιο έργο από τον υπολογιστή μας.

Εκπαιδευτικό υλικό: Tutorial με έτοιμα σεναρία.

Τίτλος έργου εδώ: Δίνουμε όνομα για το έργο μας και πατάμε «Μοιραστείτε».



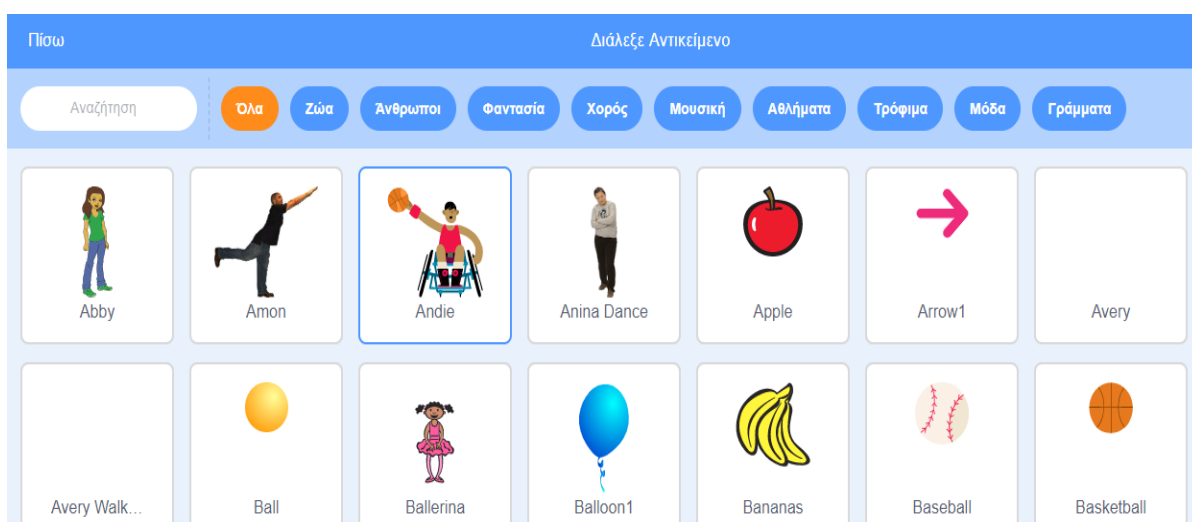
Εικόνα 10: Σκηνή



Εικόνα 11: Αντικείμενα στην σκηνή



: Εισαγωγή νέου αντικειμένου από τη βιβλιοθήκη (Εικόνα 12), από τον υπολογιστή μας ή σχεδίαση νέου αντικειμένου.



Εικόνα 12: Βιβλιοθήκη αντικειμένων

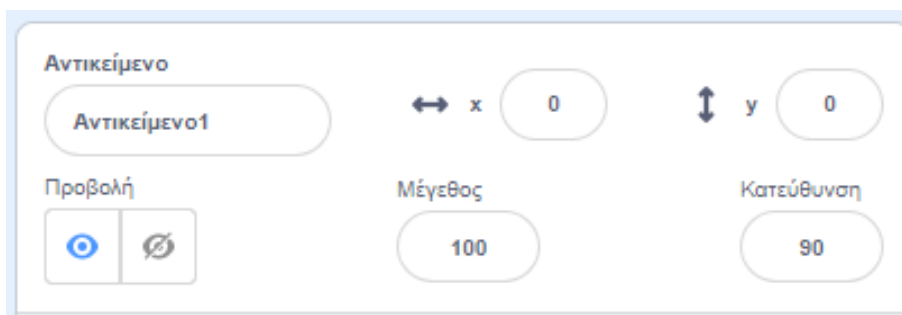
Όταν εισάγουμε κάποιο αντικείμενο, δημιουργείται μία μικρογραφία του στο χώρο «Αντικείμενα». Για να το επεξεργαστούμε, θα πρέπει να το επιλέξουμε κάνοντας κλικ

πάνω του. Με δεξί κλικ πάνω στο αντικείμενο ανοίγει ένα μενού, απ' όπου μπορούμε να κάνουμε τις εξής ενέργειες:

- **Διπλασιασμός:** Αντιγράφουμε το αντικείμενο.
- **Εξαγωγή:** Αποθηκεύουμε το αντικείμενο σε κάποιο χώρο στον υπολογιστή μας.
- **Διαγραφή:** Διαγράφουμε το αντικείμενο.



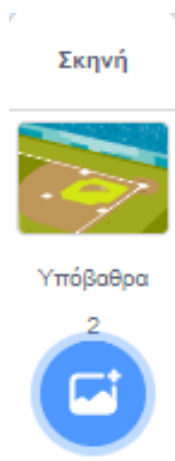
: Έχουμε πρόσβαση στα έργα μας.



Εικόνα 13: Βασικές ιδιότητες αντικειμένου

3.2.1. Υπόβαθρο

Είναι το φόντο που θα εμφανίζεται στο χώρο της σκηνής μας. Όμοια με τα αντικείμενα, υπάρχουν οι αντίστοιχες τέσσερις επιλογές για να το εισάγουμε. Όπως και με τους χαρακτήρες μας, μπορούμε και εδώ να έχουμε πολλά σκηνικά, προκειμένου να ολοκληρωθεί το έργο μας. Μπορούμε να ανεβάσουμε δικό μας ή να σχεδιάσουμε κάποιο νέο υπόβαθρο (Εικόνα 14).



Εικόνα 14: Υπόβαθρο έργου στο Scratch



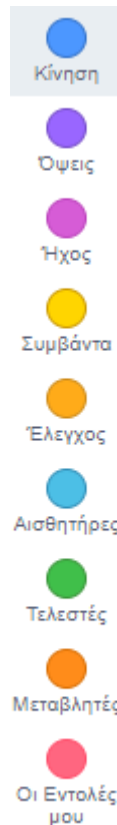
Εικόνα 15: Καρτέλα: «Κώδικας»

Στην καρτέλα «Κώδικας» βρίσκονται οι εντολές οργανωμένες σε ομάδες (Εικόνα 15).

3.2.2. Εντολές

Τα αντικείμενα και το υπόβαθρο που χρησιμοποιούμε «ζωντανεύουν» μέσα από τις εντολές που τους δίνουμε. Στο Scratch μοιάζουν με τουβλάκια, που ενώνεται το ένα με το άλλο, δημιουργώντας μία λίστα εντολών, που αποτελούν το σενάριο ενεργειών.

Η παλέτα εντολών περιέχει όλες τις διαθέσιμες εντολές που υπάρχουν στο πρόγραμμα, ταξινομημένες ανάλογα με τις ενέργειες που προκαλούν και καλούνται «blocks». Πατώντας σε κάθε κατηγορία, εμφανίζονται οι αντίστοιχες εντολές. Επίσης, ανάλογα με το αν έχουμε επιλέξει αντικείμενο ή υπόβαθρο, εμφανίζονται διαφορετικές επιλογές. Τα ονόματα των εντολών έχουν επιλεγθεί ώστε να μπορούμε εύκολα να καταλάβουμε τι κάνει μία εντολή. Για να δοκιμάσουμε το αποτέλεσμα μίας εντολής, αρκεί να πατήσουμε διπλό κλικ πάνω της. Για επιπλέον ευκολία προς τον χρήστη, η κάθε κατηγορία εντολών διαφοροποιείται από τις άλλες στο χρώμα που χρησιμοποιεί (Εικόνα 16).



Εικόνα 16: Οι ομάδες των εντολών

Κίνηση: Εντολές που κινούν τα αντικείμενα, αλλάζουν την κατεύθυνσή τους και καθορίζουν την θέση τους στο σκηνικό.

Όψεις: Εντολές που αφορούν τη διαχείριση της εμφάνισης των αντικειμένων, όπως π.χ. την αλλαγή του μεγέθους ή της ενδυμασίας του αντικειμένου.

Εντολές που αφορούν τη διαχείριση της εμφάνισης των υπόβαθρων, όπως π.χ. την αλλαγή του χρώματος.

Ήχος: Εντολές που αναπαράγουν μουσική και ηχογραφήσεις που έχουν εισαχθεί στο επιλεγμένο αντικείμενο ή που επιτρέπουν την αναπαραγωγή νοτών από συγκεκριμένα μουσικά όργανα.

Συμβάντα: Εντολές που ορίζουν συνθήκες, κάτω από τις οποίες θα εκτελεστούν άλλες εντολές.

Έλεγχος: Εντολές που καθορίζουν πότε θα τρέξει ένα σύνολο εντολών ή πόσες φορές θα εκτελεστεί το συγκεκριμένο σύνολο εντολών.

Αισθητήρες: Εντολές που επιτρέπουν στο αντικείμενο να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του, όπως π.χ. το αν αγγίζει άλλα αντικείμενα ή χρώματα, και να αντιδρά ανάλογα.


Τελεστές: Εντολές που βοηθούν τα αντικείμενα να κάνουν μαθηματικές πράξεις, συγκρίσεις, υπολογισμούς κτλ.

Μεταβλητές: Εντολές με τις οποίες δημιουργούμε μεταβλητές και λίστες, που αφορούν τιμές που αποθηκεύουμε για τη συνέχεια του προγράμματος, όπως π.χ. το σκορ, ή τις ζωές του χρήστη σε ένα παιχνίδι.

Οι Εντολές μου: Εντολές με τις οποίες δημιουργούμε ομάδες εντολών ή προσθέτουμε βιβλιοθήκες εντολών.

3.2.3. Σκηνή

Είναι ο χώρος όπου βλέπουμε το αποτέλεσμα του προγράμματός μας. Περιέχει τα αντικείμενά μας και το σκηνικό.

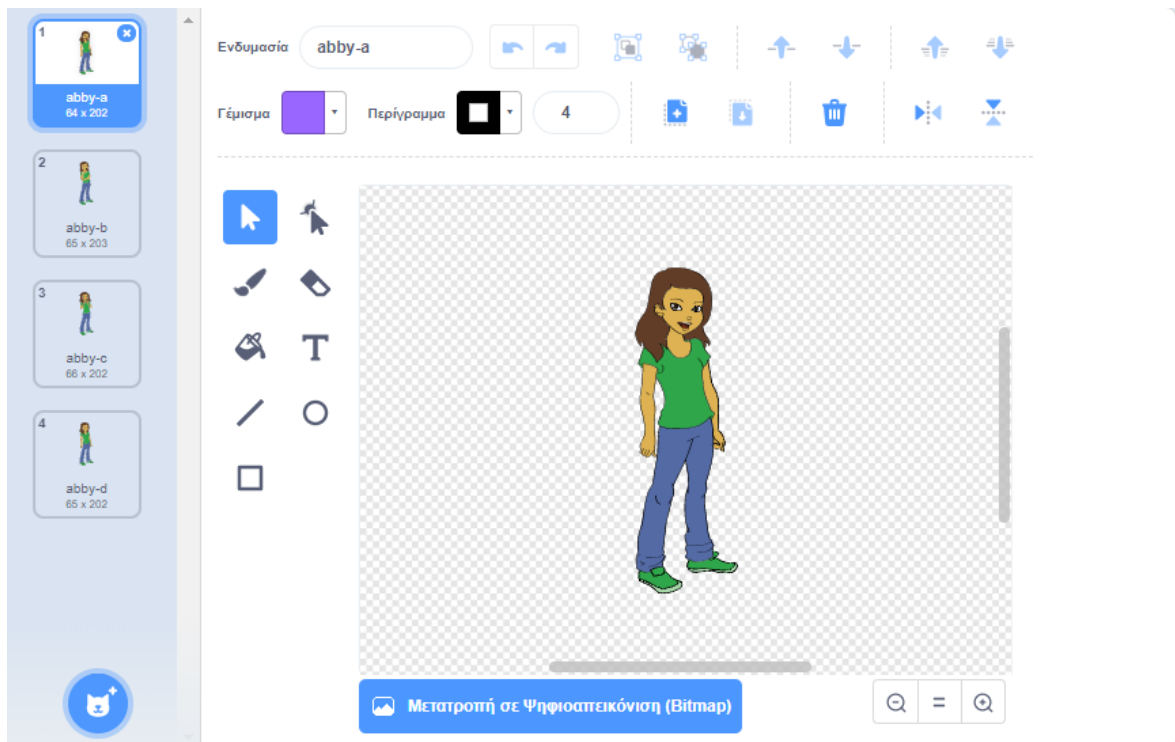
Πατώντας αυτό το κουμπί , μεγαλώνει ο χώρος της σκηνής και «εξαφανίζονται» οι εργαλειοθήκες.

Με αυτά τα κουμπιά  ξεκινάει και σταματάει το έργο μας.

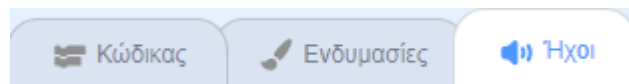
Στην καρτέλα «Ενδυμασίες» βρίσκονται οι διαφορετικές φορεσιές για το επιλεγμένο αντικείμενο (Εικόνα 17).



Εικόνα 17: Καρτέλα «Ενδυμασίες»

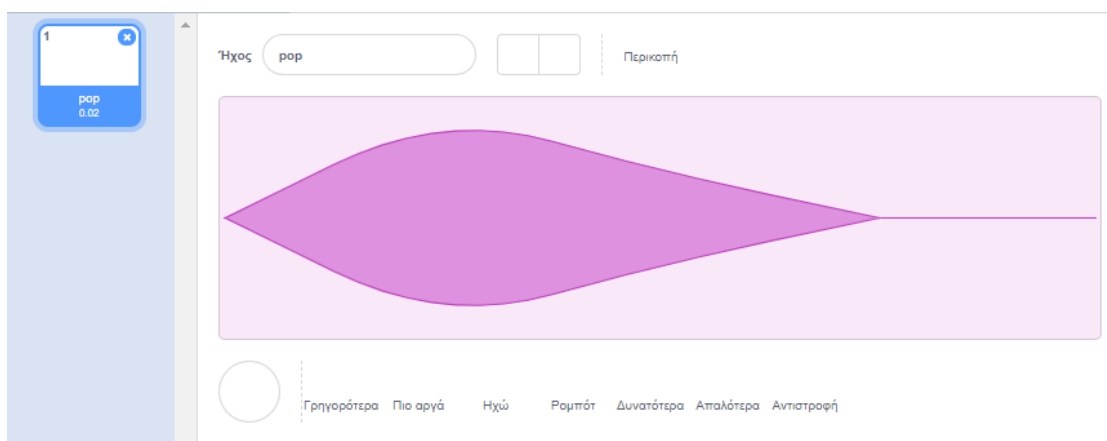


Εικόνα 18: Επεξεργασία των ενδυμασιών του αντικειμένου



Εικόνα 19: Καρτέλα «Ήχοι»

Στην καρτέλα «Ήχοι» μπορούμε να επεξεργαστούμε τον ήχο που έχουμε εισάγει (Εικόνα 19).



Εικόνα 20: Επεξεργασία του ήχου

4. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Συναφών Ερευνών

Το Scratch χρησιμοποιείται παγκοσμίως, με διαρκώς αυξανόμενο ρυθμό, από νέους ανθρώπους και ειδικότερα από μαθητές δημοτικού και γυμνασίου, παρέχοντάς τους τη δυνατότητα σχεδίασης παιχνιδιών, διαδραστικών εφαρμογών αλλά και προσομοιώσεων (Monroy-Hernández, 2007; Meerbaum-Salant, 2013). Οι Maloney et al. (2010) θεωρούν ότι το Scratch συνιστά μια δυναμική οπτική γλώσσα με την οποία ο προγραμματιστής μπορεί να τροποποιήσει τον κώδικα όσο το πρόγραμμα εκτελείται, αξιολογώντας κάθε φορά το αποτέλεσμα και έχοντας πρόσβαση σε άμεση ανατροφοδότηση. Το γεγονός αυτό, ενισχύει την αυτό-καθοδηγούμενη μάθηση, αφού δεν απαιτείται εξωτερικός παρατηρητής για να αξιολογήσει τη λειτουργικότητα του υλικού που σχεδιάστηκε (Maloney et al., 2010; Meerbaum-Salant et al., 2011).

Στην έρευνα της Κασιμάλη (2010), αντικείμενό της αποτέλεσε η διερεύνηση του κατά πόσο η ενσωμάτωση του εργαλείου προγραμματισμού «Scratch» στη διδασκαλία του μαθήματος «Εφαρμογές Πληροφορικής» στην Α' τάξη Λυκείου μπορεί να συμβάλλει: α) στη διαμόρφωση περισσότερο θετικής άποψης των μαθητών προς το μάθημα του προγραμματισμού, β) στην ανάπτυξη επικοινωνιακών και συνεργατικών ικανοτήτων των μαθητών και γ) στην εύκολη κατανόηση των βασικών προγραμματιστικών δομών στην κατάκτηση, από μέρους των μαθητών, συγκεκριμένων διδακτικών στόχων (σχετικών με το μάθημα Εφαρμογές Πληροφορικής). Βασικά συμπεράσματα της έρευνας ήταν τα εξής: α) οι μαθητές πιστεύουν ότι ο προγραμματισμός θα τους βοηθήσει να δημιουργήσουν εντυπωσιακές εφαρμογές, αλλά και να βρουν στο μέλλον μία καλή δουλειά, β) Οι μαθητές φάνηκαν να ενθουσιάζονται με το εργαλείο Scratch και το θεώρησαν ως ένα χρήσιμο εργαλείο για την εκμάθηση του προγραμματισμού, γ) Ένα πολύ σημαντικό ακόμη στοιχείο είναι ότι η άποψη των μαθητών για τον προγραμματισμό φάνηκε να αλλάζει και να γίνεται περισσότερο θετική μετά τη διεξαγωγή της έρευνας, δ) φαίνεται πως κατά τη διδασκαλία του Scratch οι μαθητές ανέπτυξαν δεξιότητες κριτικής σκέψης και οικοδόμηση της γνώσης. Επιπλέον, καλλιεργήθηκε η συνεργατική μάθηση αφού οι μαθητές παρότι δούλευαν μόνοι τους δεν ήταν λίγες οι φορές που συνεργάζονταν μεταξύ τους για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων κατά τη διάρκεια των μαθημάτων.

Στο πλαίσιο της εργασίας του ο Κόκκαλης (2013), υλοποίησε έρευνα για το προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch και πώς αυτό συμβάλλει στην διδασκαλία του μαθήματος της Πληροφορικής, όσον αφορά την καλύτερη κατανόηση των δομών επιλογής

και επανάληψης. Έτσι, λοιπόν, πραγματοποιήθηκε επίδειξη του λογισμικού στην Γ' τάξη του 1ου Γυμνασίου Βόλου, η οποία τάξη αποτελούνταν από 24 μαθητές, ενώ για την συλλογή των ερευνητικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο διανεμήθηκε σε κάθε μαθητή μετά το τέλος της επίδειξης. Το βασικό συμπέρασμα της έρευνας, το οποίο προέκυψε από την ανάλυση των απόψεων των μαθητών, ήταν πως το περιβάλλον προγραμματισμού του Scratch μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική πρόταση για την εισαγωγή των μαθητών σε αλγοριθμικές έννοιες κλειδιά όπως είναι η δομή επιλογής και η δομή επανάληψης.

Στην εργασία των Ζαφείρη & Στριφτού (2016) παρουσιάστηκαν νέες διδακτικές προσεγγίσεις, οι οποίες αναπτύχθηκαν με τη βοήθεια του εργαλείου εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego Mindstorms NXT, με σκοπό να αξιοποιηθούν τόσο στη διδασκαλία της ενότητας της Γεωμετρίας των Μαθηματικών της Στ' Δημοτικού και συγκεκριμένα στα μαθήματα: «Κόβω Κύκλους» και «Τα σχήματα του κόσμου», όσο και στη διδασκαλία της Πληροφορικής της Ε' και Στ' Δημοτικού αφού βοηθά τους μαθητές να εξοικειωθούν με τη χρήση της ρομποτικής, ως ενδιαφέρουσας εμπειρίας. Η εμπειρία δείχνει, πως τα παιδιά δεν συμπαθούν τη θεωρία. Θα προτιμούσαν, αν γινόταν, να καταπιάνονταν αμέσως με τις ασκήσεις, χωρίς να ασχοληθούν και πολύ με ορισμούς και γενικές αρχές. Η αντιμετώπιση της μάθησης ως ψυχαγωγία με τη χρήση των ρομπότ Lego MindStorms NXT, αποτελεί μια ευχάριστη δημιουργική μέθοδο διδασκαλίας για την εκμάθηση βασικών εννοιών μαθηματικών και πληροφορικής. Για να μπορέσει να μάθει το παιδί πρέπει πρώτα από όλα να έχει θέληση και να δείχνει ενδιαφέρον προς το αντικείμενο μάθησης. Επομένως, η διδασκαλία πρέπει να προσαρμοστεί στις ανάγκες, τα ενδιαφέροντα, τις κλίσεις και τις ικανότητες του παιδιού, ώστε να το παρακινήσει να δώσει προσοχή. Η χρήση των ρομπότ Lego Mindstorms NXT στην εκπαίδευση, αν αξιοποιηθεί κατάλληλα, μπορεί να υποστηρίξει τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος εποικοδομητικής μάθησης που παρέχει αυθεντικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων, που προκύπτουν τόσο από το Αναλυτικό Πρόγραμμα εκπαίδευσης, όσο και από τον πραγματικό κόσμο.

4.1. Scratch και Μαθηματικά

Ο Μαρίνης (2015), στην εργασία του με θέμα: «Ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού μαθηματικών για παιδιά σχολικής ηλικίας» προχώρησε στην υλοποίηση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού σχεδιασμένου για να χρησιμοποιηθεί κατά την διδασκαλία των

μαθηματικών στις πρώτες τάξεις του δημοτικού. Η εφαρμογή περιλάμβανε δύο δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές καλούνταν να επιλύσουν κλασικά λογικά προβλήματα μέσα από ένα γραφικό περιβάλλον, έχοντας ένα καθορισμένο ρεπερτόριο κινήσεων και χρησιμοποιώντας ακολουθιακή λογική. Βασικότερη πιθανή επέκταση θα μπορούσε να είναι η προσθήκη περισσότερων δραστηριοτήτων, που θα κινούνται στο πνεύμα των ήδη υπάρχοντων και θα διευρύνουν το εύρος και την χρησιμότητα της εφαρμογής.

Στην εργασία των Πουρνάρα, Λεμονίδη & Παλαιγεωργίου (2015), παρουσιάζεται το ηλεκτρονικό παιχνίδι «Το κάστρο των κλασμάτων» που αναπτύχθηκε στο Scratch και σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τους μαθητές των τελευταίων τάξεων του δημοτικού να εξασκηθούν στις διαφορετικές αναπαραστάσεις του κλάσματος και να κατανοήσουν την πολυδιάστατη φύση της έννοιας. Τα παιδιά εμπλέκονται σε δραστηριότητες που αφορούν τη συνεχή και τη διακριτή αναπαράσταση του κλάσματος, τη λεκτική εκφορά του, την τοποθέτησή του στην αριθμογραμμή και τη σύνδεσή του με τον αντίστοιχο δεκαδικό αριθμό. Το παιχνίδι δοκιμάστηκε από μαθητές για να ελεγχθεί η ευχρηστία και η γνωστική του αποτελεσματικότητα. Όσο αφορά στη γνωστική αποτελεσματικότητα του παιχνιδιού, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ιδίως οι μαθητές χαμηλής και μέτριας επίδοσης μπορούν να ωφεληθούν από την παρούσα μορφή του. Όσον αφορά στον συναισθηματικό στόχο του παιχνιδιού, που ήταν να βοηθήσει τους μαθητές να αποκτήσουν μια πιο θετική στάση απέναντι στα κλάσματα και τα μαθηματικά γενικότερα, αυτός φάνηκε να εκπληρώνεται ως έναν βαθμό.

Ο Τσολάκης – Ζήκας (2018) πραγματοποίησε έρευνα με τίτλο: «Μια πολυμεσική εφαρμογή για την ευκολότερη και καλύτερη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών από τους μαθητές του γυμνασίου». Σκοπός της έρευνας ήταν η διερεύνηση της στάσης των μαθητών του 1^{ου} Γυμνασίου Ωραιοκάστρου απέναντι στα μαθηματικά και αν αυτή διαφοροποιείται όταν το μάθημα πραγματοποιείται εξ αποστάσεως με χρήση παιχνιδιού. Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώνεται ότι οι μαθητές από κάθε τάξη παρουσιάζουν υψηλή εξοικείωση με τη χρήση του υπολογιστή και των ηλεκτρονικών συσκευών τεχνολογίας και εξίσου υψηλή εξοικείωση στη χρήση του διαδικτύου, κάτι που συμβάλλει θετικά στην αποδοχή και στην κατανόηση του εκπαιδευτικού παιχνιδιού το οποίο βασίζεται στο διαδίκτυο και προϋποθέτει τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Κατά την αξιολόγησή τους φαίνεται ότι η παρουσίαση των μαθηματικών εννοιών μέσω του

παιχνιδιού πέτυχε το στόχο της σε μεγάλο βαθμό. Πιο συγκεκριμένα το παιχνίδι τους φάνηκε αρκετά ευχάριστο, σύγχρονο, πρωτοποριακό, προσεγμένο, καινοτόμο, κατανοητό, διαφορετικό, αντιληπτό, στοχευμένο, σημαντικό, ικανοποιητικό και εύκολο. Η χρήση του παιχνιδιού συμβάλλει θετικά σε όλες τις μεταβλητές του ερωτηματολογίου και άρα επιβεβαιώνονται όλες οι ερευνητικές υποθέσεις και διαπιστώνεται ότι η εισαγωγή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στην εκπαιδευτική διαδικασία συμβάλλει θετικά στην αντιληπτή σημαντικότητα στην απόλαυση στην εμπιστοσύνη στο κίνητρο την εμπλοκή και την αλληλεπίδραση. Τέλος, οι μαθητές θα είναι πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν το παιχνίδι εκπαίδευσης και για άλλα μαθήματα εάν συντρέχουν όλοι οι παράγοντες αξιολόγησης. Δηλαδή εάν είναι κατανοητό, εύκολο, ευχάριστο, ενδιαφέρον, ικανοποιητικό, προσεγμένο, σημαντικό, πρωτοποριακό, καινοτόμο, σύγχρονο, στοχευμένο και διαφορετικό.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5. Σχεδίαση και Υλοποίηση Εκπαιδευτικής Εφαρμογής με το Scratch για το Μάθημα των Μαθηματικών της ΣΤ' Δημοτικού

Στην ενότητα αυτή παρατίθεται η σχεδίαση και η υλοποίηση της εκπαιδευτικής εφαρμογής με χρήση του Scratch v.3.0, η οποία βασίστηκε στο διδακτικό υλικό του βιβλίου και του τετραδίου εργασιών των Μαθηματικών της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού και πιο συγκεκριμένα στις διδακτικές υποενότητες της Γεωμετρίας, οι οποίες σχετίζονται με τον υπολογισμό του εμβαδού τριγώνων και κύκλων.

5.1. Επιδιωκόμενοι Στόχοι της Εκπαιδευτικής Εφαρμογής

Βασικός στόχος της διαδραστικής εκπαιδευτικής εφαρμογής ήταν η χρήση της ως βοηθητικό υλικό για την κατανόηση και εμπέδωση του τρόπου υπολογισμού του εμβαδού τριγώνων και κύκλων.

Ειδικότερα, οι μαθητές με την χρήση της εκπαιδευτικής εφαρμογής που υλοποιήθηκε στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch θα πρέπει να είναι σε θέση:

- να υπολογίζουν το εμβαδό ενός τριγώνου με τη βοήθεια τύπου
- να αντιλαμβάνονται ότι το εμβαδό ενός τριγώνου είναι ανάλογο της βάσης και του ύψους του
- να αντιλαμβάνονται ότι μεγαλώνοντας τη βάση ή το ύψος ενός τριγώνου, αυξάνει το εμβαδό του, ενώ μικραίνοντας τη βάση ή το ύψος μειώνεται το εμβαδό του
- να κατανοούν ότι υπάρχει περίπτωση το ύψος ενός τριγώνου να βρίσκεται έξω από το τρίγωνο
- να υπολογίζουν το εμβαδό ενός κύκλου με τη βοήθεια τύπου
- να αντιλαμβάνονται ότι το εμβαδό ενός κύκλου είναι ανάλογο της ακτίνας του
- να αντιλαμβάνονται ότι μεγαλώνοντας την ακτίνα ενός κύκλου, αυξάνει το εμβαδό του, ενώ μικραίνοντας την ακτίνα μειώνεται το εμβαδό του
- να κατανοούν ότι το εμβαδό ενός κύκλου είναι δεκαδικός αριθμός, το οποίο οφείλεται στον πολλαπλασιασμό της ακτίνας με τον παράγοντα π (3,14...).

5.2. Σχεδίαση της Εκπαιδευτικής Εφαρμογής

Η εκπαιδευτική εφαρμογή σχεδιάστηκε με βάση τις αρχές της ανακαλυπτικής – διερευνητικής μάθησης έχοντας τη μορφή προσομοίωσης και ενσωματώνοντας κατάλληλα χαρακτηριστικά, ώστε να επιτρέπει στους μαθητές να παρατηρούν τη μεταβολή του εμβαδού τριγώνων και κύκλων, μεταβάλλοντας τη βάση και το ύψος του τριγώνου και την ακτίνα του κύκλου. Η εφαρμογή βασίστηκε στο εκπαιδευτικό υλικό της ενότητας της Γεωμετρίας από το βιβλίο των Μαθηματικών ΣΤ΄ Δημοτικού. Πιο συγκεκριμένα, η σχεδίαση της εφαρμογής βασίστηκε στις εξής επιλογές:

- Η εκπαιδευτική εφαρμογή έπρεπε να έχει διακριτές πίστες για καθεμία διδακτική υποενότητα, δηλαδή μία πίστα για το εμβαδό τριγώνου και μία για το εμβαδό κύκλου, δίνοντας στον μαθητή τη δυνατότητα ελευθερίας επιλογής.
- Για τον ίδιο λόγο, σε κάθε πίστα παρέχονταν σαφής τρόπος διαφυγής μέσω κατάλληλου πλήκτρου (πλήκτρο «Αρχική»), το οποίο επέστρεφε άμεσα τον χρήστη στην αρχική οθόνη της εφαρμογής.
- Σε κάθε πίστα παρέχονταν πλήκτρα για τη μεταβολή των παραγόντων που επηρεάζουν το εμβαδό των σχημάτων, καθώς και χειριστήρια στα οποία εμφανίζονταν οι τιμές των παραγόντων και του εμβαδού, προάγοντας την ενεργητική και διερευνητική μάθηση μέσω του πειραματισμού και της παρατήρησης.
- Για τον ίδιο λόγο, η μεταβολή της τιμής οποιουδήποτε παράγοντα (βάση, ύψος, ακτίνα) συνοδευόταν από άμεση επανασχεδίαση του σχήματος και επανυπολογισμό του εμβαδού του.
- Επιπλέον, κατά τη σχεδίαση ενός σχήματος στην οθόνη, σχεδιάζονται με διαφορετικό χρώμα και τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις τα αντίστοιχα μεγέθη και σύμβολα του σχήματος: α) για το τρίγωνο: οι κορυφές, η βάση και το ύψος, και β) για τον κύκλο: το κέντρο και η ακτίνα.
- Προκειμένου να είναι ευκολότερη η παρατήρηση των σχημάτων από τους μαθητές, επιλέχθηκε: α) για τα μεν τρίγωνα η βάση τους να βρίσκεται πάντα στον θετικό οριζόντιο ημιάξονα, με την κορυφή Α να βρίσκεται στο κέντρο της οθόνης (θέση (0,0)), την κορυφή Β να βρίσκεται στα δεξιά της Α, ενώ η Γ να μπορεί να λάβει οποιαδήποτε θέση στην οθόνη και β) για τους κύκλους το κέντρο να βρίσκεται

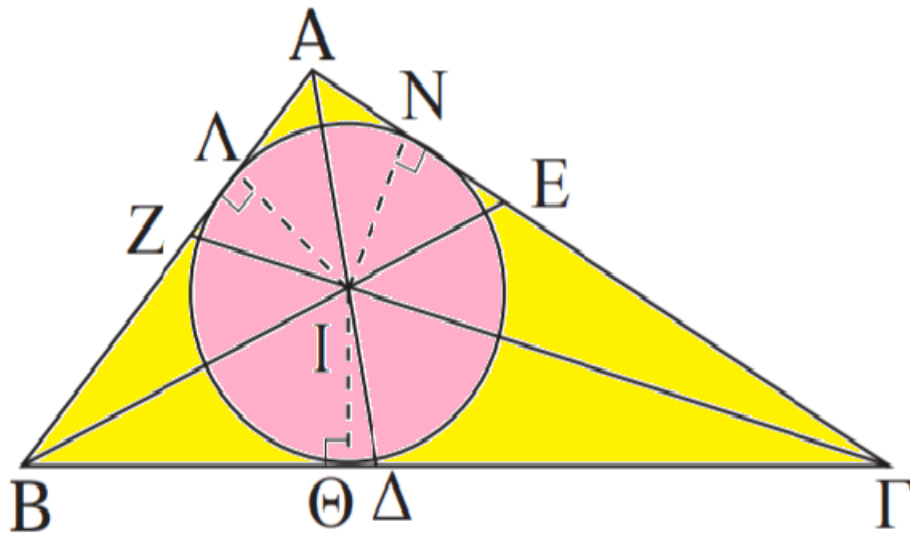
πάντα στο κέντρο της οθόνης (θέση (0,0)) και η ακτίνα επί του θετικού οριζόντιου ημιάξονα.

- Στοχεύοντας στην ακρίβεια εισαγωγής των τιμών των παραγόντων των σχημάτων, προτιμήθηκε η χρήση του πληκτρολογίου για την εισαγωγή των τιμών. Ωστόσο, στην περίπτωση του τριγώνου, παρέχεται επιπλέον η δυνατότητα τροποποίησης της θέσης της μίας κορυφής του τριγώνου κάνοντας κλικ με το ποντίκι σε μία επιθυμητή θέση, ώστε οι μαθητές να μπορούν να σχεδιάσουν γρήγορα ένα τρίγωνο.
- Κάθε πίστα ξεκινούσε με καλωσόρισμα των μαθητών και μηνύματα σχετικά με τον σκοπό της, ώστε να διαμορφώνεται θετικό συναισθηματικό κλίμα και οι μαθητές να γνωρίζουν την χρησιμότητά της.
- Για τον ίδιο λόγο επιλέχθηκε η χρήση ενός αντικειμένου σε ρόλο αφηγητή (ο χαρακτηριστικός «γάτος» του Scratch), το οποίο με κατάλληλα μηνύματα παρότρυνε – καθοδηγούσε τους μαθητές να πατήσουν τα κατάλληλα πλήκτρα για να μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά των σχημάτων και να παρατηρήσουν τη μεταβολή του εμβαδού.
- Για τη βελτίωση της ευχρηστίας της εφαρμογής, τα πλήκτρα επιτρέπανε την κατάδειξή τους με το ποντίκι, αλλάζοντας την εμφάνισή τους όταν ο δείκτης του ποντικιού βρισκόταν πάνω από αυτά, βοηθώντας τον μαθητή στον οπτικό εντοπισμό του πλήκτρου.

5.3. Υλοποίηση της Εκπαιδευτικής Εφαρμογής

Με βάση τις σχεδιαστικές επιλογές, η εκπαιδευτική εφαρμογή διέθετε τρεις (3) οθόνες – υπόβαθρα, τα οποία τοποθετούνταν πάνω στη Σκηνή της εφαρμογής. Η πρώτη οθόνη (υπόβαθρο «**Αρχική**»), αφορούσε την αρχική – κεντρική οθόνη της εφαρμογής (Εικόνα 21) και μέσω των αντίστοιχων πλήκτρων παρείχε πρόσβαση στην πίστα για τον υπολογισμό του εμβαδού τριγώνου και στην πίστα για τον υπολογισμό του εμβαδού κύκλου. Η πίστα για το εμβαδό τριγώνου χρησιμοποιούσε το υπόβαθρο «**Πίστα1-Τρίγωνο**» και διέθετε λεκτικό με τον τύπο υπολογισμού του εμβαδού τριγώνου (Εικόνα 20), ενώ η πίστα για το εμβαδό κύκλου χρησιμοποιούσε το υπόβαθρο «**Πίστα2-Κύκλος**» και διέθετε λεκτικό με τον τύπο υπολογισμού του εμβαδού κύκλου (Εικόνα 21).

ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΣΤ' Δημοτικού



Εικόνα 21: Υπόβαθρο «Αρχική» – κεντρική οθόνη της εφαρμογής

$$\text{Εμβαδό τριγώνου} = \text{βάση} * \text{ύψος} / 2 = \beta * \upsilon / 2$$

Εικόνα 22: Υπόβαθρο «Πίστα1-Τρίγωνο»

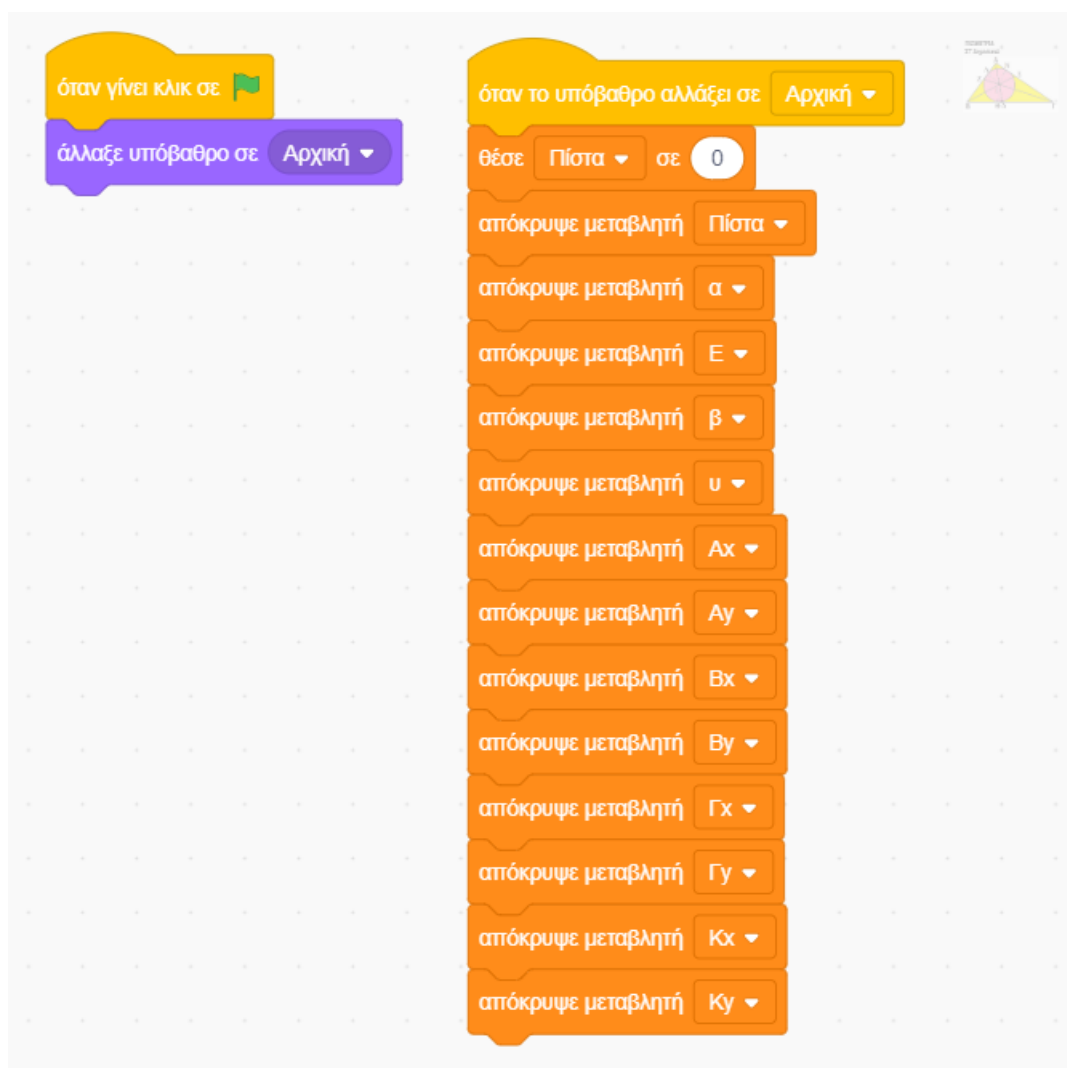
$$\text{Εμβαδό κύκλου} = \pi * \alpha * \alpha = 3,14 * \alpha * \alpha$$

Εικόνα 23: Υπόβαθρο «Πίστα2-Κύκλος»

Για τον έλεγχο της εφαρμογής και των παραμέτρων των σχημάτων ήταν απαραίτητη η ύπαρξη δεκατριών (13) καθολικών μεταβλητών, οι οποίες αρχικοποιούνταν κατά την εκκίνηση της των πιστών της εφαρμογής. Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής οι μεταβλητές ήταν κρυφές για τον χρήστη (Εικόνα 24):

- «**Πίστα**», που αρχικά είχε τιμή 0. Όταν ο μαθητής επέλεγε την πίστα 1, τότε η μεταβλητή έπαιρνε την τιμή 1, ενώ όταν επέλεγε την πίστα 2 τότε έπαιρνε την τιμή 2. Η μεταβλητή αυτή χρησιμοποιούνταν για να γνωρίζει η εφαρμογή σε ποια πίστα βρίσκεται ο μαθητής και να ενεργοποιεί τα αντίστοιχα σενάρια.
- «**Ax**», που αποθήκευε την συντεταγμένη x της κορυφής A του τριγώνου.
- «**Ay**», που αποθήκευε την συντεταγμένη y της κορυφής A του τριγώνου.
- «**Bx**», που αποθήκευε την συντεταγμένη x της κορυφής B του τριγώνου.
- «**By**», που αποθήκευε την συντεταγμένη y της κορυφής B του τριγώνου.
- «**Gx**», που αποθήκευε την συντεταγμένη x της κορυφής Γ του τριγώνου.
- «**Gy**», που αποθήκευε την συντεταγμένη y της κορυφής Γ του τριγώνου.
- «**β**», που αποθήκευε το μήκος της βάσης του τριγώνου.
- «**υ**», που αποθήκευε το μήκος του ύψους του τριγώνου.
- «**Kx**», που αποθήκευε την συντεταγμένη x του κέντρου K του κύκλου.
- «**Ky**», που αποθήκευε την συντεταγμένη y του κέντρου K του κύκλου.

- « a », που αποθήκευε την τιμή της ακτίνας του κύκλου.
- « E », που αποθήκευε την τιμή του εμβαδού του επιλεγμένου σχήματος.



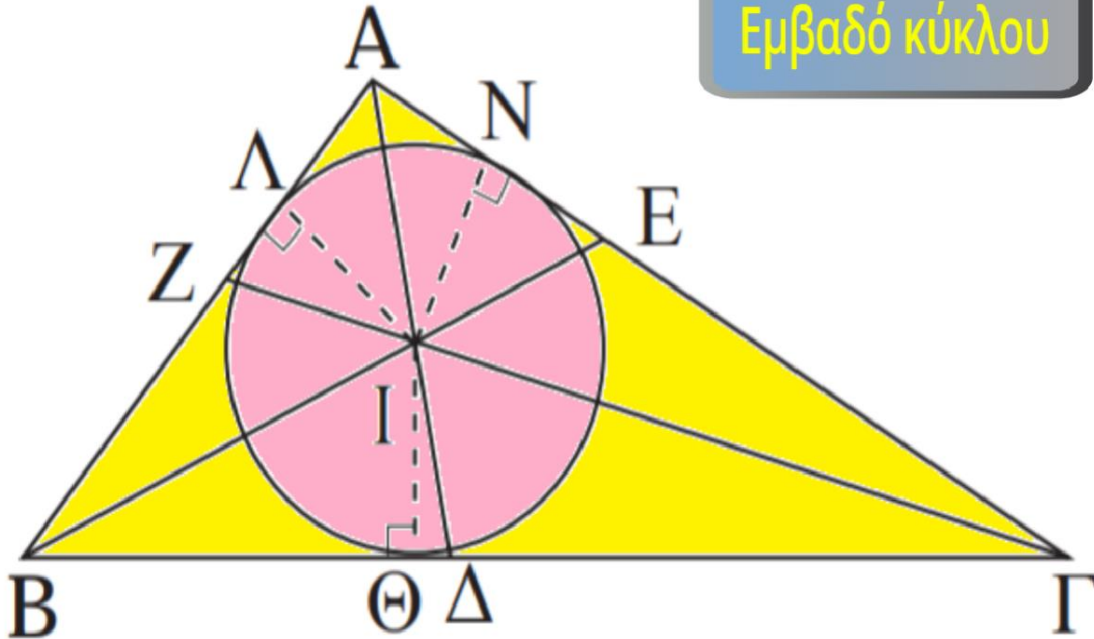
Εικόνα 24: Κώδικας απόκρυψης των μεταβλητών κατά την εκκίνηση της εφαρμογής

Με την εκκίνηση της εφαρμογής, στη σκηνή εμφανίζεται το υπόβαθρο «**Αρχική**» και πάνω του τοποθετούνται τα αντικείμενα «**ΠίσταΤρίγωνα-πλήκτρο**» και «**ΠίσταΚύκλοι-πλήκτρο**», επιτρέποντας στον μαθητή να επιλέξει την πίστα που επιθυμεί (Εικόνα 25).

ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΣΤ' Δημοτικού

Εμβαδό τριγώνου

Εμβαδό κύκλου



Εικόνα 25: Αρχική οθόνη της εφαρμογής

Τα αντικείμενα – πλήκτρα επιλογής πίστας είχαν δύο ενδυμασίες διαφορετικής σκίασης. Όταν ο χρήστης έφερνε τον δείκτη του ποντικιού πάνω από κάποιο πλήκτρο, τότε άλλαζε η ενδυμασία του πλήκτρου (Εικόνα 26).

Εμβαδό τριγώνου

1η ενδυμασία

Εμβαδό τριγώνου

2η ενδυμασία

Εμβαδό κύκλου

1η ενδυμασία

Εμβαδό κύκλου

2η ενδυμασία

Εικόνα 26: Ενδυμασίες αντικειμένων – πλήκτρων «Πίστα Τρίγωνα-πλήκτρο» και «Πίστα Κύκλοι-πλήκτρο»

Η συμπεριφορά του αντικειμένου «**ΠίσταΤρίγωνα-πλήκτρο**» ήταν η εξής (Εικόνα 27):

α) Όταν το υπόβαθρο ήταν το «**Αρχική**», τότε:

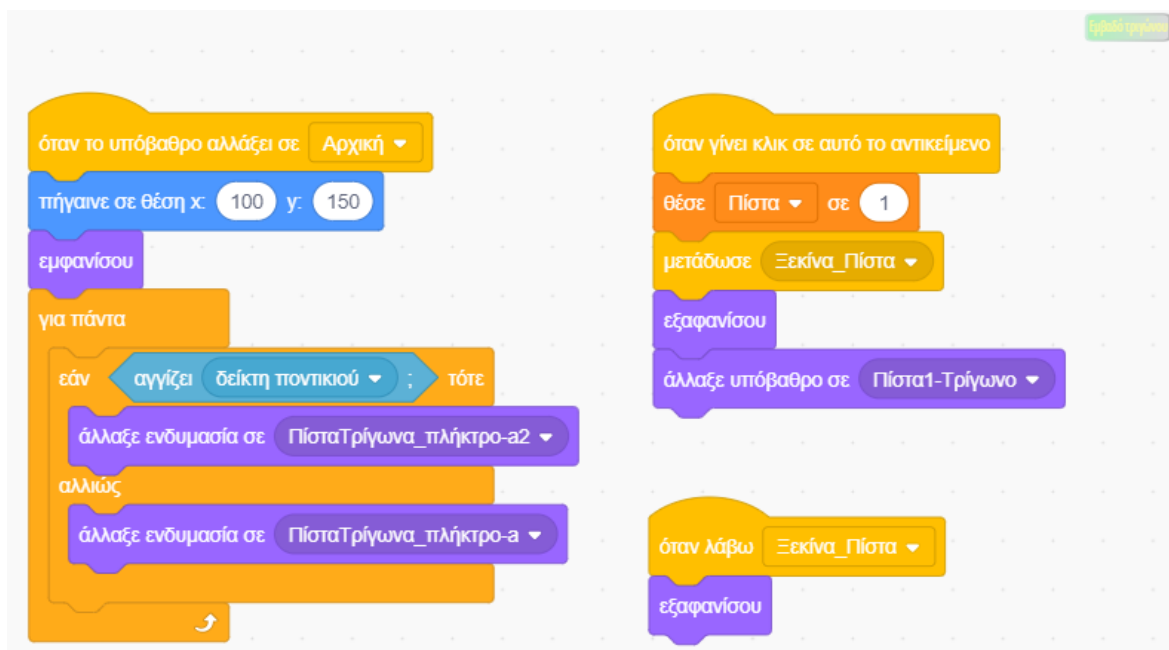
- Το αντικείμενο εμφανίζεται στη θέση με συντεταγμένες $(x,y)=(100, 150)$
- Το αντικείμενο εξαφανίζεται από τη σκηνή
- Διαρκώς ελέγχεται αν ο δείκτης του ποντικιού ακουμπάει το αντικείμενο. Αν δεν ακουμπάει, τότε το αντικείμενο έχει την πρώτη ενδυμασία του, αλλιώς τη δεύτερη.

β) Όταν ο μαθητής κάνει κλικ πάνω στο αντικείμενο – πλήκτρο, τότε:

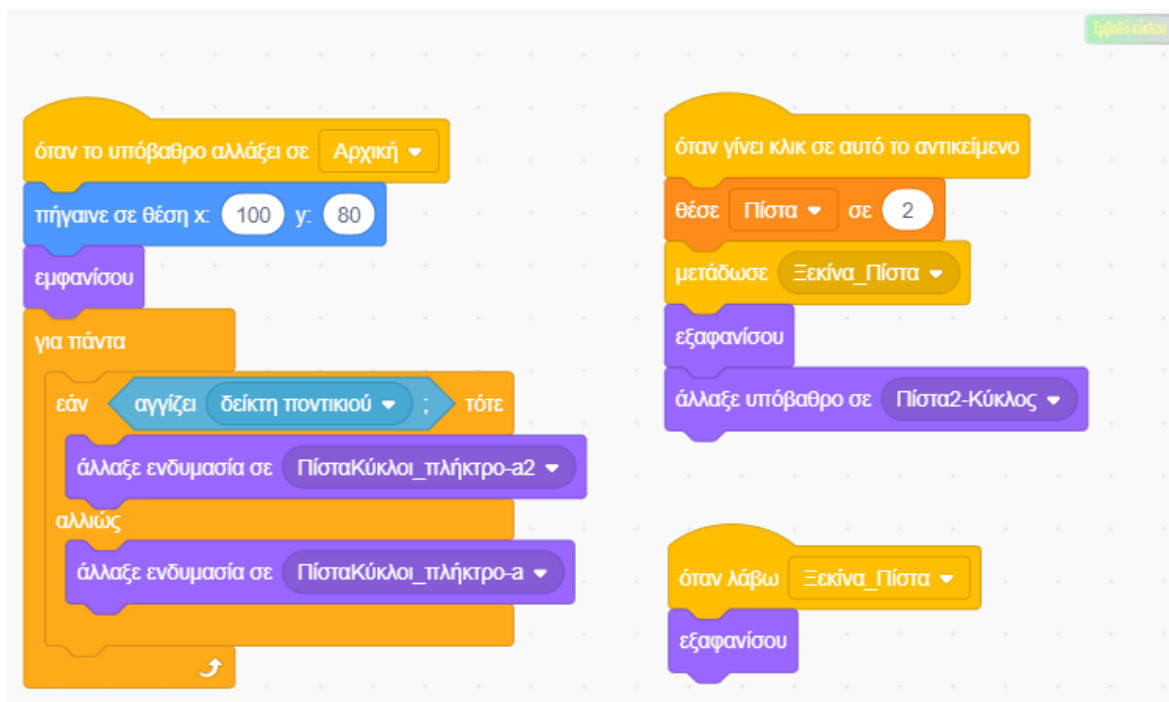
- Η μεταβλητή «**Πίστα**» παίρνει την τιμή 1, που σημαίνει ότι έχει επιλεγεί η πίστα με τα εμβαδά τριγώνων
- Μεταδίδεται το μήνυμα «**Ξεκίνα_Πίστα**», που ενημερώνει την εφαρμογή ότι ο μαθητής θα ξεκινήσει την πίστα για τα εμβαδά τριγώνων
- Το πλήκτρο εξαφανίζεται
- Το υπόβαθρο αλλάζει στο «**Πίστα1-Τρίγωνο**»

γ) Όταν το αντικείμενο – πλήκτρο λάβει το μήνυμα «**Ξεκίνα_Πίστα**», τότε το πλήκτρο εξαφανίζεται από τη σκηνή.

Παρόμοια είναι και η συμπεριφορά του αντικειμένου «**ΠίσταΚύκλοι-πλήκτρο**», με τοποθέτηση στη θέση με συντεταγμένες $(x,y)=(100, 80)$ και ορισμό της μεταβλητής «**Πίστα**» σε 2 (Εικόνα 28).



Εικόνα 27: Κώδικας για τη συμπεριφορά του αντικειμένου «**ΠίσταΤρίγωνα-πλήκτρο**»

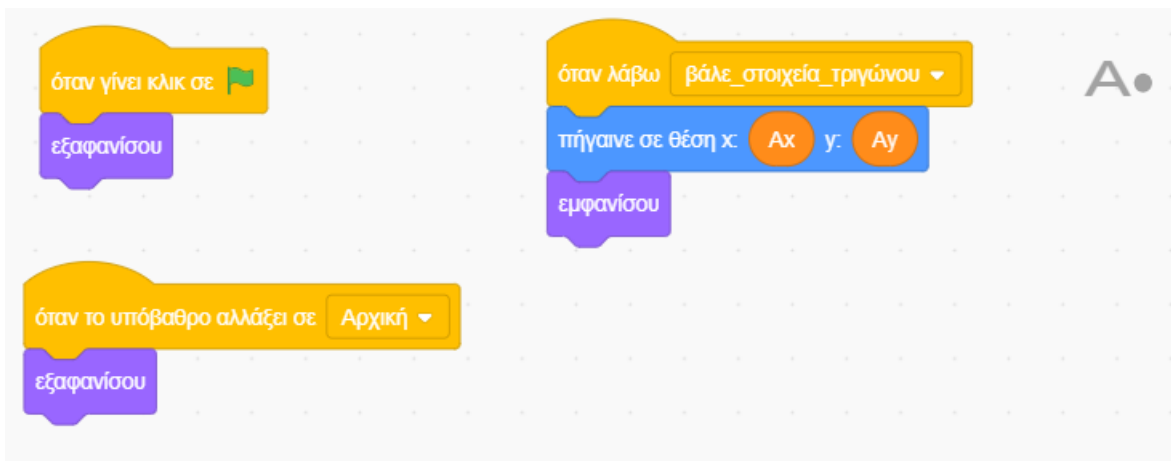


Εικόνα 28: Κώδικας για τη συμπεριφορά του αντικείμενου «ΠίσταΚύκλοι-πλήκτρο»

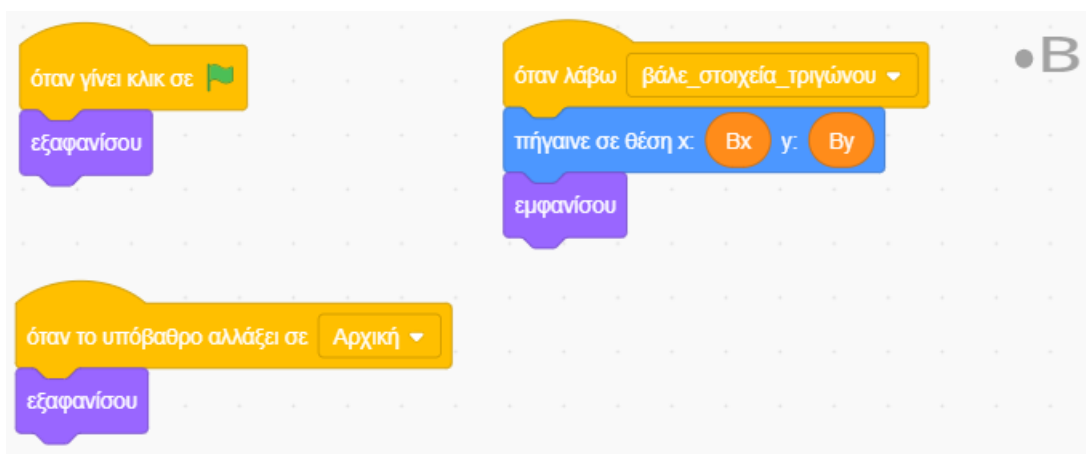
Στο υπόβαθρο της πίστας 1, που αφορά τον υπολογισμό του εμβαδού τριγώνου, εμφανίζονται ως αντικείμενα: α) οι κορυφές «Α», «Β», «Γ» του τριγώνου, β) τα σύμβολα «β», «υ», «Ε», που αφορούν τη βάση, το ύψος και το εμβαδό του τριγώνου και γ) δύο (2) πλήκτρα («Θέσε_βάση_πλήκτρο» και «Θέσε_ύψος_πλήκτρο») για τον ορισμό νέων τιμών στη βάση και στο ύψος του τριγώνου.

Η συμπεριφορά των αντικειμένων – κορυφών «Α», «Β», «Γ» του τριγώνου ήταν η εξής (Εικόνα 29, Εικόνα 30 και Εικόνα 31):

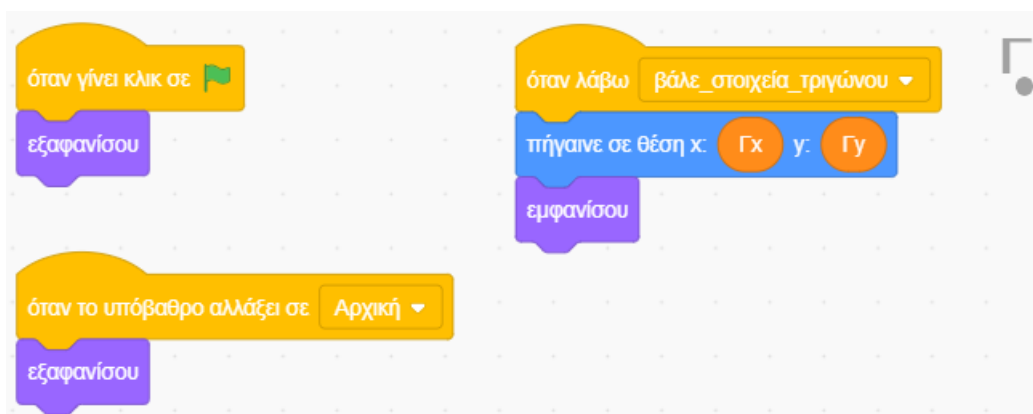
- α) Όταν το αντικείμενο – κορυφή λάβει το μήνυμα «βάλε_στοιχεία_τριγώνου», τότε αυτό σημαίνει ότι έχει ζητηθεί από την εφαρμογή να γίνει επανασχεδίαση του τριγώνου, οπότε το αντικείμενο – κορυφή τοποθετείται στη θέση με συντεταγμένες (A_x, A_y) , (B_x, B_y) και (Γ_x, Γ_y) αντίστοιχα και εμφανίζεται στην σκηνή.
- β) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – κορυφή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται.
- γ) Όταν το υπόβαθρο αλλάξει σε «Αρχική», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή.



Εικόνα 29: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – κορυφής «Α»



Εικόνα 30: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – κορυφής «Β»



Εικόνα 31: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – κορυφής «Γ»

Η συμπεριφορά του αντικειμένου – συμβόλου «β», που αναπαριστά τη βάση του τριγώνου, ήταν η εξής (Εικόνα 32):

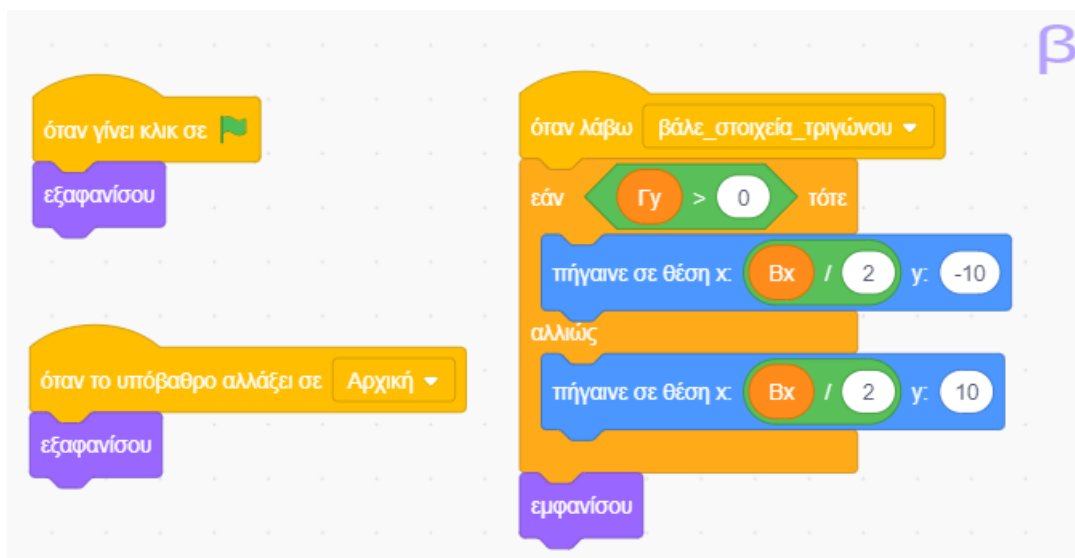
- α) Όταν το αντικείμενο – σύμβολο λάβει το μήνυμα «βάλε_στοιχεία_τριγώνου», τότε αυτό σημαίνει ότι έχει ζητηθεί από την εφαρμογή να γίνει επανασχεδίαση του

τριγώνου, οπότε αρχικά ελέγχεται η τιμή της συντεταγμένης y της κορυφής Γ του τριγώνου, η οποία είναι αποθηκευμένη στη μεταβλητή « Γy » και:

- Αν $\Gamma y > 0$ που σημαίνει ότι η κορυφή Γ του τριγώνου βρίσκεται πάνω από τη βάση του, τότε το αντικείμενο – σύμβολο « β » τοποθετείται στη θέση με συντεταγμένες $(Bx/2, -10)$ (κάτω από το μέσον της βάσης του τριγώνου) και εμφανίζεται στην σκηνή,
- Αλλιώς, δηλαδή αν $\Gamma y \leq 0$ που σημαίνει ότι η κορυφή Γ του τριγώνου βρίσκεται κάτω από τη βάση του, τότε το αντικείμενο – σύμβολο « β » τοποθετείται στη θέση με συντεταγμένες $(Bx/2, 10)$ (πάνω από το μέσον της βάσης του τριγώνου) και εμφανίζεται στην σκηνή.

β) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – σύμβολο δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται.

γ) Όταν το υπόβαθρο αλλάζει σε «**Αρχική**», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή.

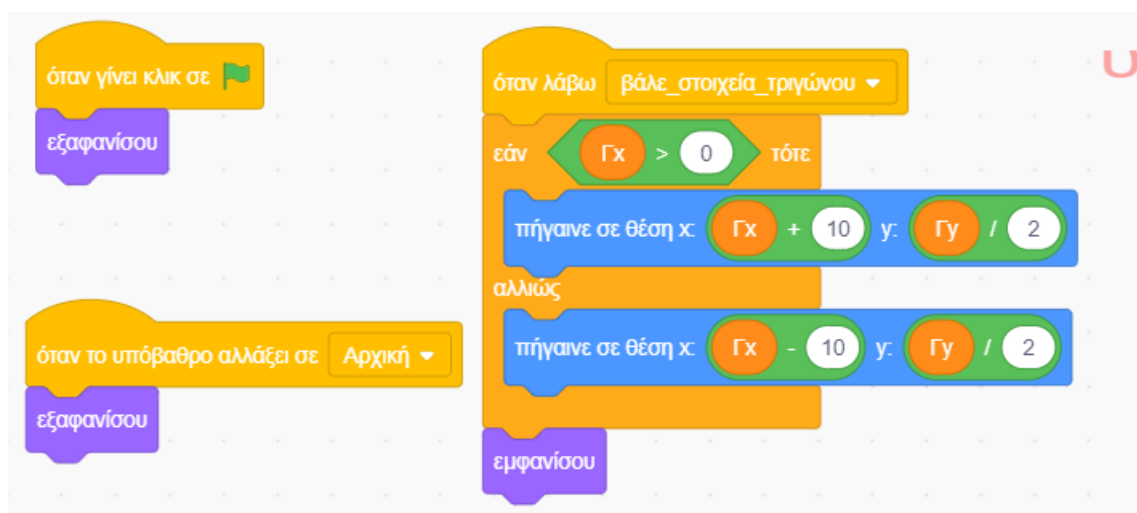


Εικόνα 32: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – συμβόλου « β »

Η συμπεριφορά του αντικειμένου – συμβόλου « α », που αναπαριστά το ύψος του τριγώνου, ήταν η εξής (Εικόνα 33):

α) Όταν το αντικείμενο – σύμβολο λάβει το μήνυμα «**βάλει_στοιχεία_τριγώνου**», τότε αυτό σημαίνει ότι έχει ζητηθεί από την εφαρμογή να γίνει επανασχεδίαση του τριγώνου, οπότε αρχικά ελέγχεται η τιμή της συντεταγμένης x της κορυφής Γ του τριγώνου, η οποία είναι αποθηκευμένη στη μεταβλητή « Γx » και:

- Αν $\Gamma x > 0$ που σημαίνει ότι η κορυφή Γ του τριγώνου βρίσκεται δεξιά της κορυφής A , τότε το αντικείμενο – σύμβολο « u » τοποθετείται στη θέση με συντεταγμένες $(\Gamma x + 10, \Gamma y / 2)$ (δεξιά από το μέσον του ύψους του τριγώνου) και εμφανίζεται στην σκηνή,
 - Αλλιώς, δηλαδή αν $\Gamma x \leq 0$ που σημαίνει ότι η κορυφή Γ του τριγώνου βρίσκεται αριστερά της κορυφής A , τότε το αντικείμενο – σύμβολο « u » τοποθετείται στη θέση με συντεταγμένες $(\Gamma x - 10, \Gamma y / 2)$ (αριστερά από το μέσον του ύψους του τριγώνου) και εμφανίζεται στην σκηνή.
- β) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – σύμβολο δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται.
- γ) Όταν το υπόβαθρο αλλάξει σε «**Αρχική**», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή.



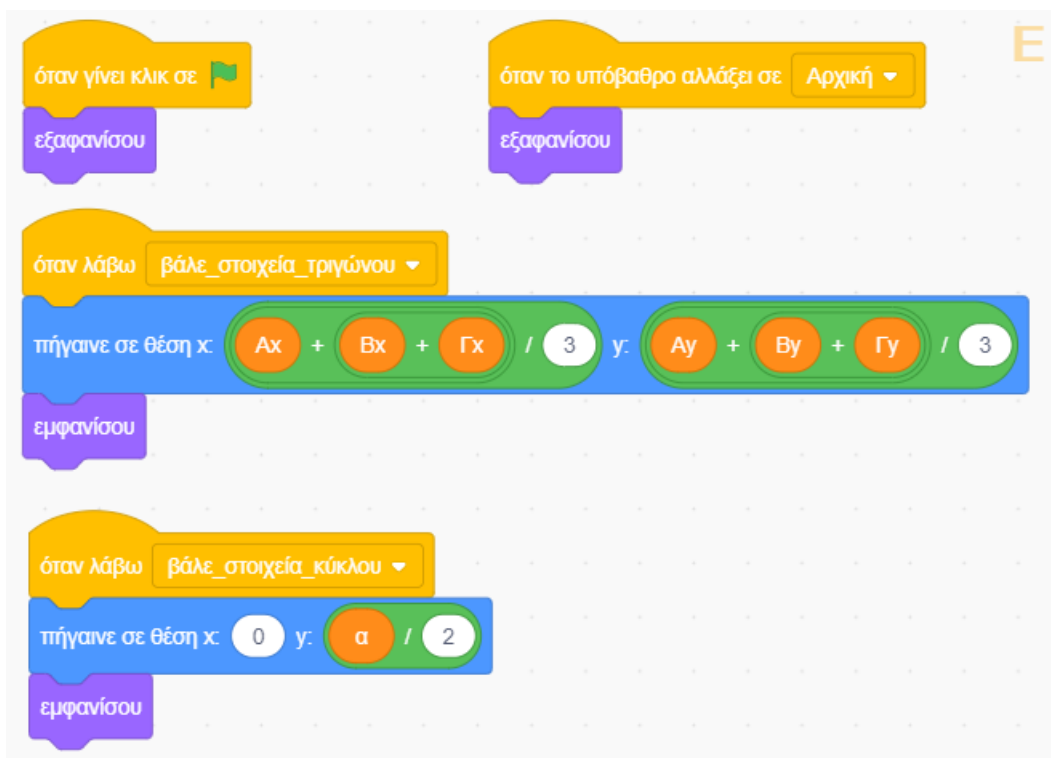
Εικόνα 33: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – συμβόλου « u »

Η συμπεριφορά του αντικειμένου – συμβόλου « E », που αναπαριστά το εμβαδό του τριγώνου και του κύκλου στις αντίστοιχες πίστες, ήταν η εξής (Εικόνα 34):

- α) Όταν το αντικείμενο – σύμβολο λάβει το μήνυμα «**βάλει_στοιχεία_τριγώνου**», τότε αυτό σημαίνει ότι έχει ζητηθεί από την εφαρμογή να γίνει επανασχεδίαση του τριγώνου, οπότε το αντικείμενο – σύμβολο « E » τοποθετείται στη θέση με συντεταγμένες $((Ax+Bx+\Gamma x)/3, (Ay+By+\Gamma y)/3)$ (βαρύκεντρο του τριγώνου) και εμφανίζεται στην σκηνή.
- β) Όταν το αντικείμενο – σύμβολο λάβει το μήνυμα «**βάλει_στοιχεία_κύκλου**», τότε αυτό σημαίνει ότι έχει ζητηθεί από την εφαρμογή να γίνει επανασχεδίαση του

κύκλου, οπότε το αντικείμενο – σύμβολο «E» τοποθετείται στη θέση με συντεταγμένες $(0, \alpha/2)$ (μισή ακτίνα πάνω από το κέντρο του κύκλου) και εμφανίζεται στην σκηνή.

- γ) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – σύμβολο δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται.
- δ) Όταν το υπόβαθρο αλλάζει σε «Αρχική», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή.



Εικόνα 34: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – συμβόλου «E»

Τα αντικείμενα – πλήκτρα «Θέσε_βάση_πλήκτρο» και «Θέσε_ύψος_πλήκτρο» διέθεταν δύο (2) ενδυμασίες διαφορετικής σκίασης, όπου όταν ο μαθητής έφερνε το δείκτη του ποντικιού πάνω από τα αντικείμενα – πλήκτρα αυτά, τότε τα πλήκτρα άλλαζαν ενδυμασία ώστε να επισημαίνεται οπτικά η κατάδειξή τους (Εικόνα 35).



1η ενδυμασία



2η ενδυμασία



1η ενδυμασία



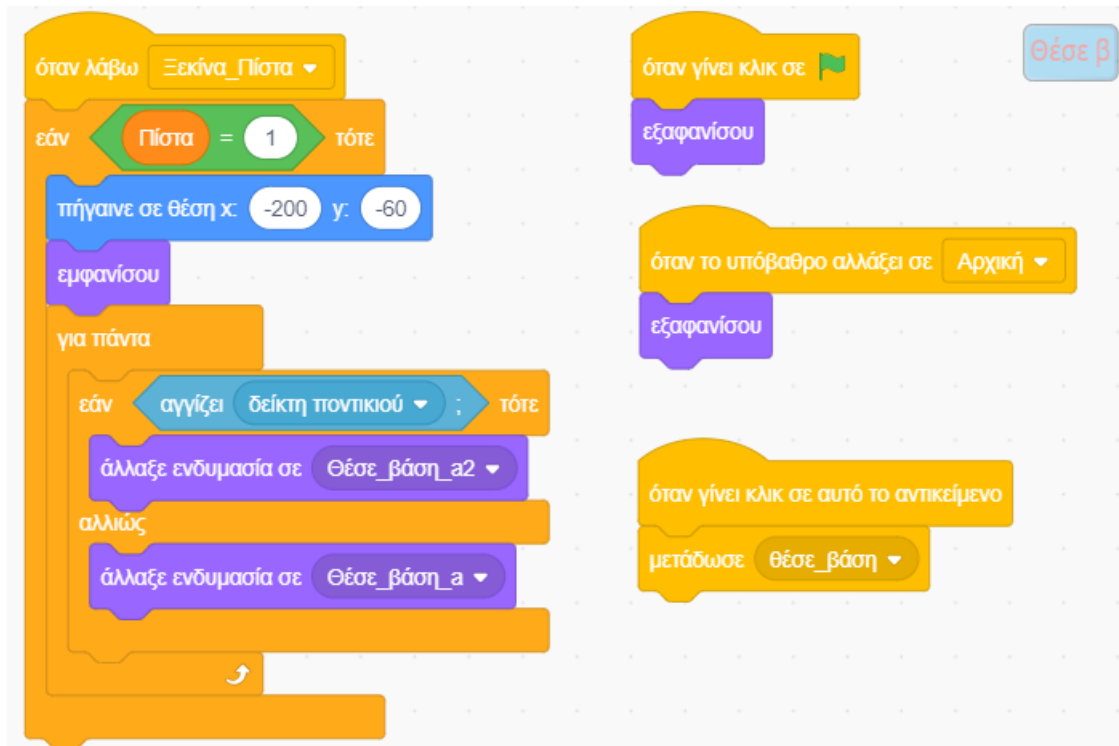
2η ενδυμασία

Εικόνα 35: Ενδυμασίες αντικειμένων – πλήκτρων «Θέσε_βάση_πλήκτρο» και «Θέσε_ύψος_πλήκτρο»

Η συμπεριφορά του αντικειμένου – πλήκτρου «Θέσε_βάση_πλήκτρο», για τον ορισμό του μήκους της βάσης του τριγώνου από τον ίδιο τον χρήστη ήταν η εξής (Εικόνα 36):

- α) Όταν το αντικείμενο – πλήκτρο λάβει το μήνυμα «Ξεκίνα_Πίστα», τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής έχει πατήσει στο πλήκτρο της αρχικής οθόνης που ξεκινάει μία από τις δύο πίστες της εφαρμογής. Το αντικείμενο – πλήκτρο ελέγχει την τιμή της μεταβλητής «Πίστα» και εφόσον αυτή έχει την τιμή 1 (Πίστα=1), που σημαίνει ότι ο μαθητής έχει επιλέξει την πίστα με τα τρίγωνα, τότε:
- Το αντικείμενο εμφανίζεται στη θέση με συντεταγμένες $(x,y)=(-200,-60)$
 - Διαρκώς ελέγχεται αν ο δείκτης του ποντικιού ακουμπάει το αντικείμενο. Αν δεν ακουμπάει, τότε το αντικείμενο έχει την πρώτη ενδυμασία του, αλλιώς τη δεύτερη.
- β) Όταν γίνει κλικ στο αντικείμενο – πλήκτρο, τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής θέλει να εισάγει νέα τιμή για τη βάση του τριγώνου, οπότε το αντικείμενο – πλήκτρο στέλνει το μήνυμα «θέσε_βάση», έτσι ώστε να ενημερώσει την εφαρμογή για αυτήν την επιλογή του.
- γ) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – πλήκτρο δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται.

δ) Όταν το υπόβαθρο αλλάξει σε «**Αρχική**», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή.



Εικόνα 36: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – πλήκτρου «**Θέσε_βάση_πλήκτρο**»

Η συμπεριφορά του αντικειμένου – πλήκτρου «**Θέσε_ύπος_πλήκτρο**», για τον ορισμό του μήκους του ύψους του τριγώνου από τον ίδιο τον χρήστη ήταν η εξής (Εικόνα 37):

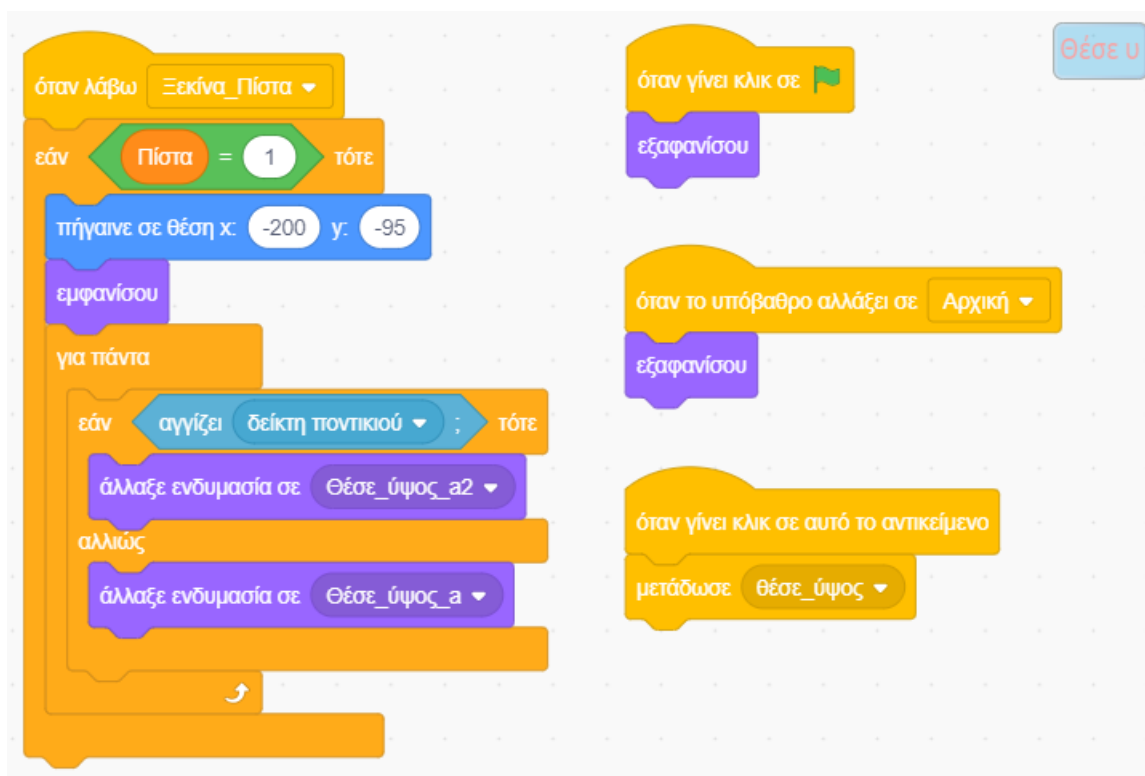
α) Όταν το αντικείμενο – πλήκτρο λάβει το μήνυμα «**Ξεκίνα_Πίστα**», τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής έχει πατήσει στο πλήκτρο της αρχικής οθόνης που ξεκινάει μία από τις δύο πίστες της εφαρμογής. Το αντικείμενο – πλήκτρο ελέγχει την τιμή της μεταβλητής «**Πίστα**» και εφόσον αυτή έχει την τιμή 1 (**Πίστα=1**), που σημαίνει ότι ο μαθητής έχει επιλέξει την πίστα με τα τρίγωνα, τότε:

- Το αντικείμενο εμφανίζεται στη θέση με συντεταγμένες $(x,y)=(-200,-95)$
- Διαρκώς ελέγχεται αν ο δείκτης του ποντικιού ακουμπάει το αντικείμενο. Αν δεν ακουμπάει, τότε το αντικείμενο έχει την πρώτη ενδυμασία του, αλλιώς τη δεύτερη.

β) Όταν γίνει κλικ στο αντικείμενο – πλήκτρο, τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής θέλει να εισάγει νέα τιμή για το ύψος του τριγώνου, οπότε το αντικείμενο –

πλήκτρο στέλνει το μήνυμα «**Θέσε_ύψος**», έτσι ώστε να ενημερώσει την εφαρμογή για αυτήν την επιλογή του.

- γ) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – πλήκτρο δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται.
- δ) Όταν το υπόβαθρο αλλάξει σε «**Αρχική**», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή.



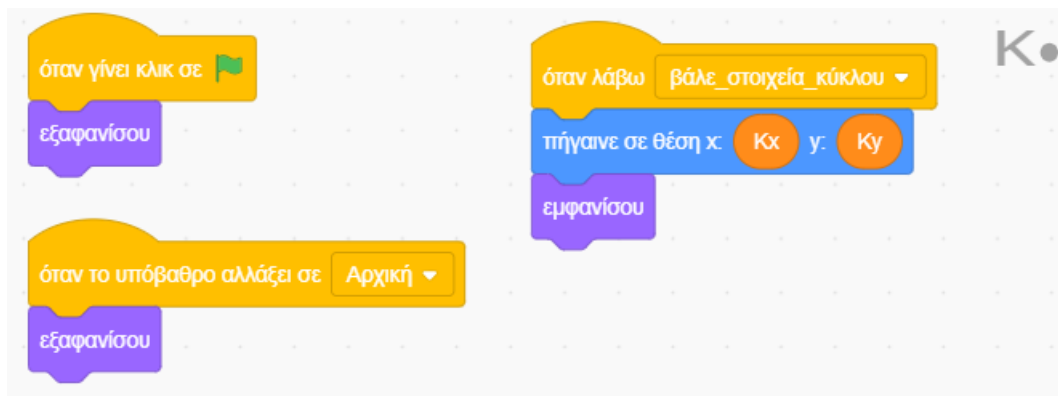
Εικόνα 37: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – πλήκτρου «**Θέσε_ύψος_πλήκτρο**»

Στο υπόβαθρο της πίστας 2, που αφορά τον υπολογισμό του εμβαδού κύκλου, εμφανίζονται ως αντικείμενα: α) το σημείο – κέντρο «**Κ**» του κύκλου, β) τα σύμβολα «**α**», «**Ε**», που αφορούν την ακτίνα και το εμβαδό του κύκλου και γ) ένα (1) πλήκτρο («**Θέσε_ακτίνα_πλήκτρο**») για τον ορισμό νέας τιμής στην ακτίνα του κύκλου.

Η συμπεριφορά του αντικειμένου – σημείου «**Κ**», που αναπαριστά το κέντρο του κύκλου ήταν η εξής (Εικόνα 38):

- α) Όταν το αντικείμενο – σημείο λάβει το μήνυμα «**βάλε_στοιχεία_κύκλου**», τότε αυτό σημαίνει ότι έχει ζητηθεί από την εφαρμογή να γίνει επανασχεδίαση του

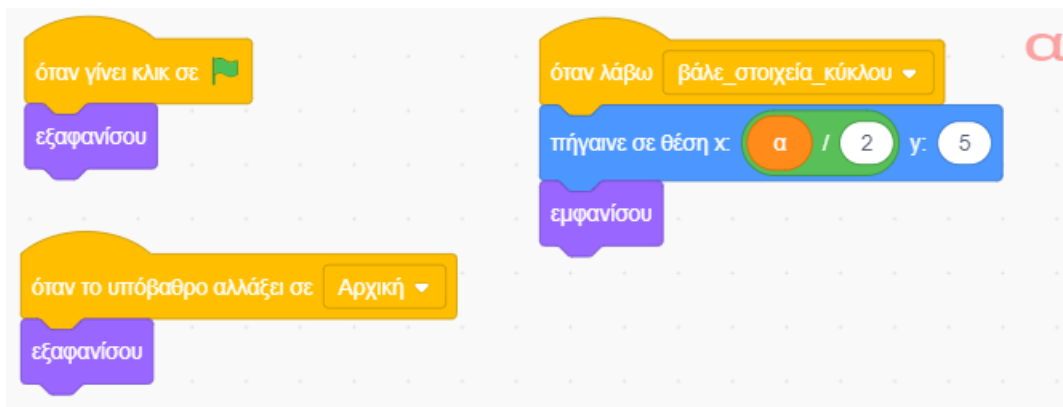
- κύκλου, οπότε το αντικείμενο – σημείο τοποθετείται στη θέση με συντεταγμένες (K_x, K_y) και εμφανίζεται στην σκηνή.
- β) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – σημείο δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται.
- γ) Όταν το υπόβαθρο αλλάξει σε «**Αρχική**», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή.



Εικόνα 38: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – σημείου «Κ»

Η συμπεριφορά του αντικειμένου – συμβόλου «**α**», που αναπαριστά την ακτίνα του κύκλου, ήταν η εξής (Εικόνα 39):

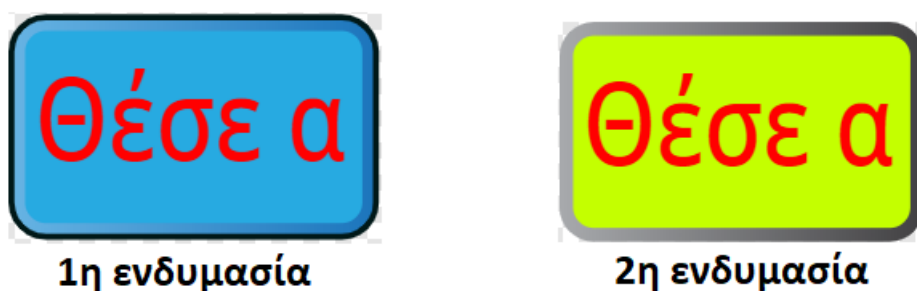
- α) Όταν το αντικείμενο – σύμβολο λάβει το μήνυμα «**βάλε_στοιχεία_κύκλου**», τότε αυτό σημαίνει ότι έχει ζητηθεί από την εφαρμογή να γίνει επανασχεδίαση του κύκλου, οπότε το αντικείμενο – σύμβολο «**α**» τοποθετείται στη θέση με συντεταγμένες $(a/2, 5)$ (πάνω από το μέσον της ακτίνας, η οποία σχεδιάζεται επί του θετικού οριζοντίου ημιάξονα) και εμφανίζεται στην σκηνή.
- β) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – σύμβολο δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται.
- γ) Όταν το υπόβαθρο αλλάξει σε «**Αρχική**», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή.



Εικόνα 39: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – συμβόλου «α»

Η συμπεριφορά του αντικειμένου – συμβόλου «E», που αναπαριστά το εμβασό του τριγώνου και του κύκλου στις αντίστοιχες πίστες, εξηγήθηκε προηγουμένως (Εικόνα 34).

Το αντικείμενο – πλήκτρο «**Θέσε_ακτίνα_πλήκτρο**» διαθέτει δύο (2) ενδυμασίες διαφορετικής σκίασης, όπου όταν ο μαθητής έφερνε το δείκτη του ποντικιού πάνω από το αντικείμενο – πλήκτρο αυτό, τότε άλλαζε ενδυμασία ώστε να επισημαίνεται οπτικά η κατάδειξή του (Εικόνα 40).

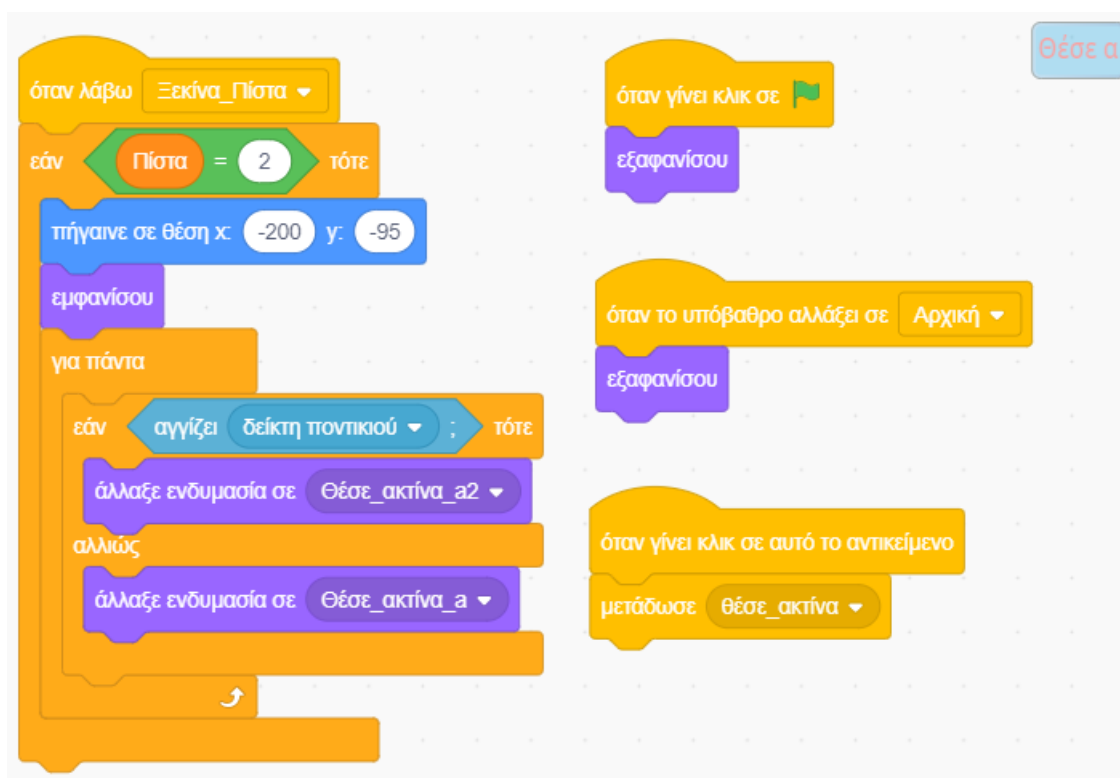


Εικόνα 40: Ενδυμασίες αντικειμένου – πλήκτρου «Θέσε_ακτίνα_πλήκτρο»

Η συμπεριφορά του αντικειμένου – πλήκτρου «**Θέσε_ακτίνα_πλήκτρο**», για τον ορισμό του μήκους της ακτίνας του κύκλου από τον ίδιο τον χρήστη ήταν η εξής (Εικόνα 41):

- α) Όταν το αντικείμενο – πλήκτρο λάβει το μήνυμα «**Ξεκίνα_Πίστα**», τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής έχει πατήσει στο πλήκτρο της αρχικής οθόνης που ξεκινάει μία από τις δύο πίστες της εφαρμογής. Το αντικείμενο – πλήκτρο ελέγχει την τιμή της μεταβλητής «**Πίστα**» και εφόσον αυτή έχει την τιμή 2 (**Πίστα=2**), που σημαίνει ότι ο μαθητής έχει επιλέξει την πίστα με τους κύκλους, τότε:
 - Το αντικείμενο εμφανίζεται στη θέση με συντεταγμένες $(x,y)=(-200,-95)$

- Διαρκώς ελέγχεται αν ο δείκτης του ποντικιού ακουμπάει το αντικείμενο. Αν δεν ακουμπάει, τότε το αντικείμενο έχει την πρώτη ενδυμασία του, αλλιώς τη δεύτερη.
- β) Όταν γίνει κλικ στο αντικείμενο – πλήκτρο, τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής θέλει να εισάγει νέα τιμή για την ακτίνα του κύκλου, οπότε το αντικείμενο – πλήκτρο στέλνει το μήνυμα «θέσε_ακτίνα», έτσι ώστε να ενημερώσει την εφαρμογή για αυτήν την επιλογή του.
- γ) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – πλήκτρο δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται.
- δ) Όταν το υπόβαθρο αλλάζει σε «**Αρχική**», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή.



Εικόνα 41: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – πλήκτρου «Θέσε_ακτίνα_πλήκτρο»

Ένα ακόμα αντικείμενο – πλήκτρο που εμφανίζονταν και στις δύοπίστες της εφαρμογής ήταν το «Αρχική_πλήκτρο», το οποίο χρησίμευε για να μπορεί ο μαθητής να επιστρέφει άμεσα στην αρχική οθόνη της εφαρμογής. Το αντικείμενο αυτό είχε δύο (2) ενδυμασίες διαφορετικής σκίασης, όπου όταν ο δείκτης του ποντικιού βρισκόταν πάνω από το

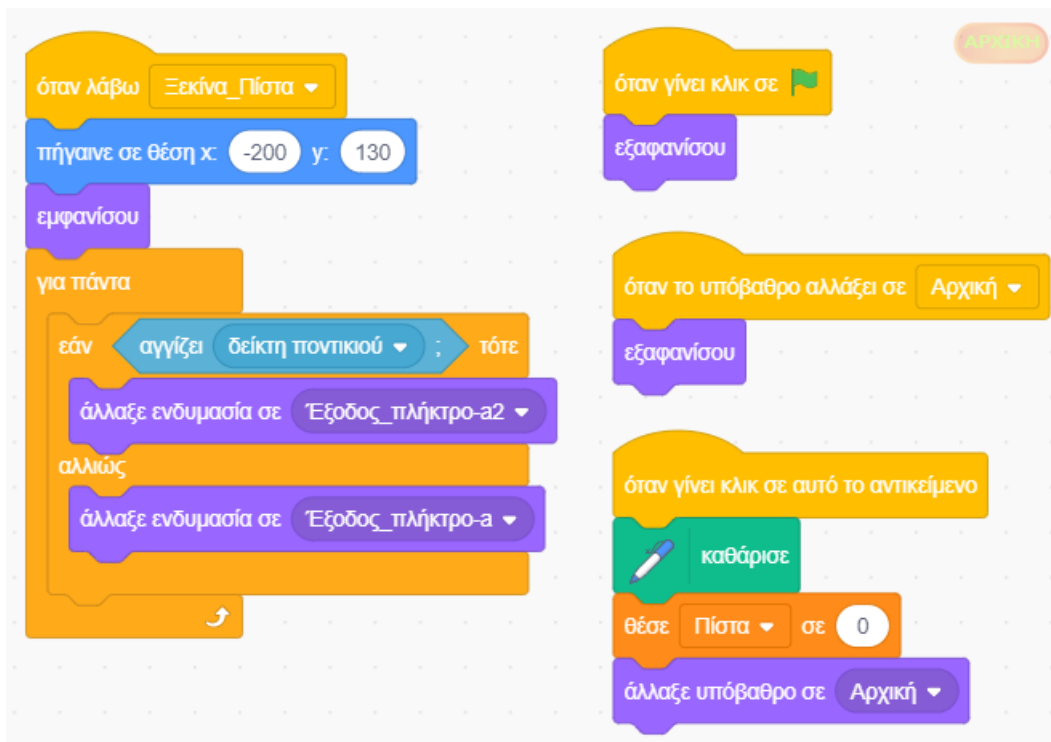
αντικείμενο – πλήκτρο, τότε άλλαξε η ενδυμασία του, επισημαίνοντας την κατάδειξη του αντικειμένου (Εικόνα 42).



Εικόνα 42: Ενδυμασίες αντικειμένου – πλήκτρο «Αρχική»

Η συμπεριφορά του αντικειμένου – πλήκτρο «**Αρχική**», με το οποίο ο μαθητής μπορούσε να επιστρέψει στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, ήταν η εξής (Εικόνα 41):

- α) Όταν το αντικείμενο – πλήκτρο λάβει το μήνυμα «**Ξεκίνα_Πίστα**», τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής έχει πατήσει στο πλήκτρο της αρχικής οθόνης που ξεκινάει μία από τις δύο πίστες της εφαρμογής, οπότε:
- Το αντικείμενο – πλήκτρο «**Αρχική**» εμφανίζεται στη θέση με συντεταγμένες $(x,y)=(-200,130)$
 - Διαρκώς ελέγχεται αν ο δείκτης του ποντικιού ακουμπάει το αντικείμενο. Αν δεν ακουμπάει, τότε το αντικείμενο έχει την πρώτη ενδυμασία του, αλλιώς τη δεύτερη.
- β) Όταν γίνει κλικ στο αντικείμενο – πλήκτρο, τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής θέλει να επιστρέψει στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο – πλήκτρο:
- Καθαρίζει τη σκηνή από το σχήμα που είναι σχεδιασμένο πάνω της
 - Θέτει την τιμή της μεταβλητής «Πίστα» σε 0, ώστε να γνωρίζει η εφαρμογή ότι ο μαθητής δεν έχει επιλέξει κάποια πίστα αλλά έχει επιστρέψει στην αρχική οθόνη της εφαρμογής και
 - Αλλάζει το υπόβαθρο στο «Αρχική», που αφορά την αρχική οθόνη.
- γ) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – πλήκτρο δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται.
- δ) Όταν το υπόβαθρο αλλάξει σε «**Αρχική**», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή.



Εικόνα 43: Κώδικας συμπεριφοράς του αντικειμένου – πλήκτρου «Αρχική»

Τα βασικότερα αντικείμενα – ηθοποιοί της εφαρμογής ήταν τα «**Αφηγητής**» και «**Σχεδιαστής**», που είχαν τη μορφή του κλασικού γάτου του Scratch και ο ρόλος του ήταν ο γενικός έλεγχος της λειτουργίας της εφαρμογής. Το αντικείμενο – ηθοποιός «**Αφηγητής**» αναλάμβανε: α) την εμφάνιση κατάλληλων ενημερωτικών μηνυμάτων προς τον μαθητή σχετικά με την χρήση και τον σκοπό καθεμίας πίστας και β) την αρχικοποίηση των μεταβλητών των σχημάτων και την κατασκευή ενός τυχαίο σχήματος, τριγώνου ή κύκλου, ανάλογα με την επιλεγμένη πίστα. Το αντικείμενο – ηθοποιός «**Σχεδιαστής**» αναλάμβανε τη σχεδίαση των σχημάτων στη σκηνή της εφαρμογής. Τα αντικείμενα είχαν μόνο 1 ενδυμασία (Εικόνα 44).



Εικόνα 44: Ενδυμασία αντικειμένων – ηθοποιών «Αφηγητής» και «Σχεδιαστής»

Η συμπεριφορά του αντικείμενου – ηθοποιού «**Αφηγητής**», το οποίο έλεγχε τη συμπεριφορά της εφαρμογής κατά την πρόσβαση των μαθητών στην επιλεγμένη πίστα, ήταν η εξής (Εικόνα 45 και Εικόνα 46):

α) Όταν το αντικείμενο – ηθοποιός λάβει το μήνυμα «**Ξεκίνα_Πίστα**», τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής έχει πατήσει στο πλήκτρο της αρχικής οθόνης που ξεκινάει μία από τις δύο πίστες της εφαρμογής, οπότε:

- Το αντικείμενο – ηθοποιός «**Αφηγητής**» εμφανίζεται στη θέση με συντεταγμένες $(x,y)=(-216,-137)$, έχοντας προσανατολισμό προς τα δεξιά
- Ελέγχει την τιμή της μεταβλητής «**Πίστα**», ώστε να εκτελέσει τον κατάλληλο κώδικα.

ο Αν η μεταβλητή «**Πίστα**» έχει τιμή 1 (**Πίστα=1**), αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής έχει επιλέξει την πίστα για τον υπολογισμό εμβαδού τριγώνου, οπότε το αντικείμενο – ηθοποιός «**Αφηγητής**»:

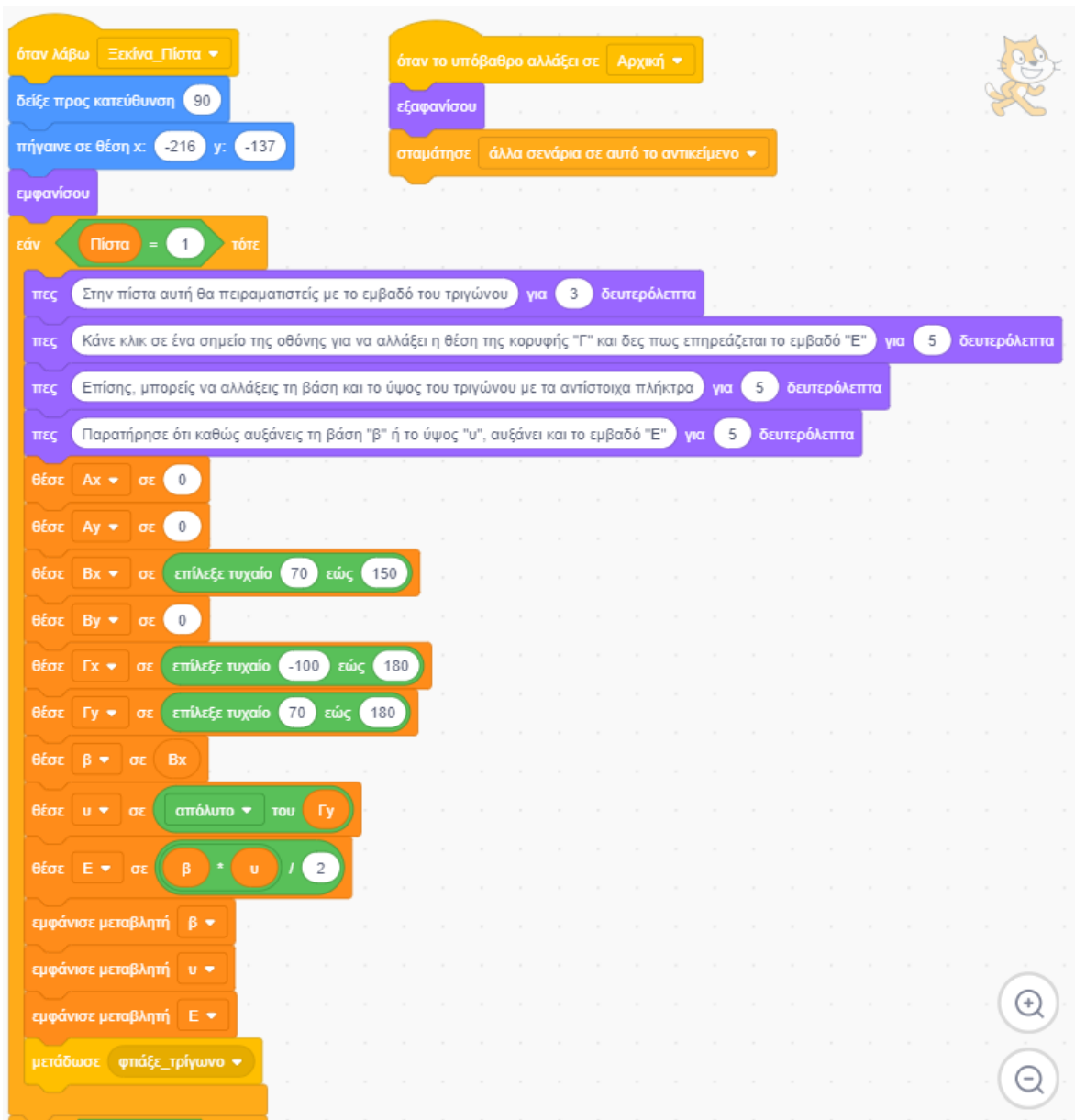
- Εμφανίζει κατάλληλα μηνύματα – κείμενα, ενημερώνοντας για το σκοπό της επιλεγμένης πίστας και τον τρόπο χρήσης των χειριστηρίων της σκηνής
- Θέτει τιμές στις μεταβλητές των συντεταγμένων της κορυφής A του τριγώνου, όπου $(A_x, A_y)=(0,0)$
- Θέτει τυχαία τιμή στη μεταβλητή **Bx** της συντεταγμένης x της κορυφής B (**Bx**: από 70 ως 150), ενώ στη μεταβλητή **By** της συντεταγμένης y την τιμή 0 (**By=0**)
- Θέτει τυχαίες τιμές στις μεταβλητές **Gx** και **Gy** των συντεταγμένων της κορυφής Γ (**Gx**: από -100 ως 180, **Gy**: από 70 ως 180)
- Θέτει την τιμή της μεταβλητής **β**, που αφορά τη βάση του τριγώνου σε **Bx**.
- Θέτει την τιμή της μεταβλητής **υ**, που αφορά το ύψος του τριγώνου σε **|Gy|**.
- Υπολογίζει το εμβαδόν του τριγώνου από τον τύπο $\beta \cdot \upsilon / 2$ και θέτει το αποτέλεσμα στη μεταβλητή **E**
- Εμφανίζει τις τιμές των μεταβλητών **β**, **υ**, **E** στη σκηνή
- Τέλος, αποστέλλει στην εφαρμογή το μήνυμα «**φτιάξε_τρίγωνο**», το οποίο ενημερώνει το αντικείμενο

«Σχεδιαστής» ότι θα πρέπει να ξεκινήσει τη σχεδίαση του τριγώνου χρησιμοποιώντας τις τιμές των αντίστοιχων μεταβλητών.

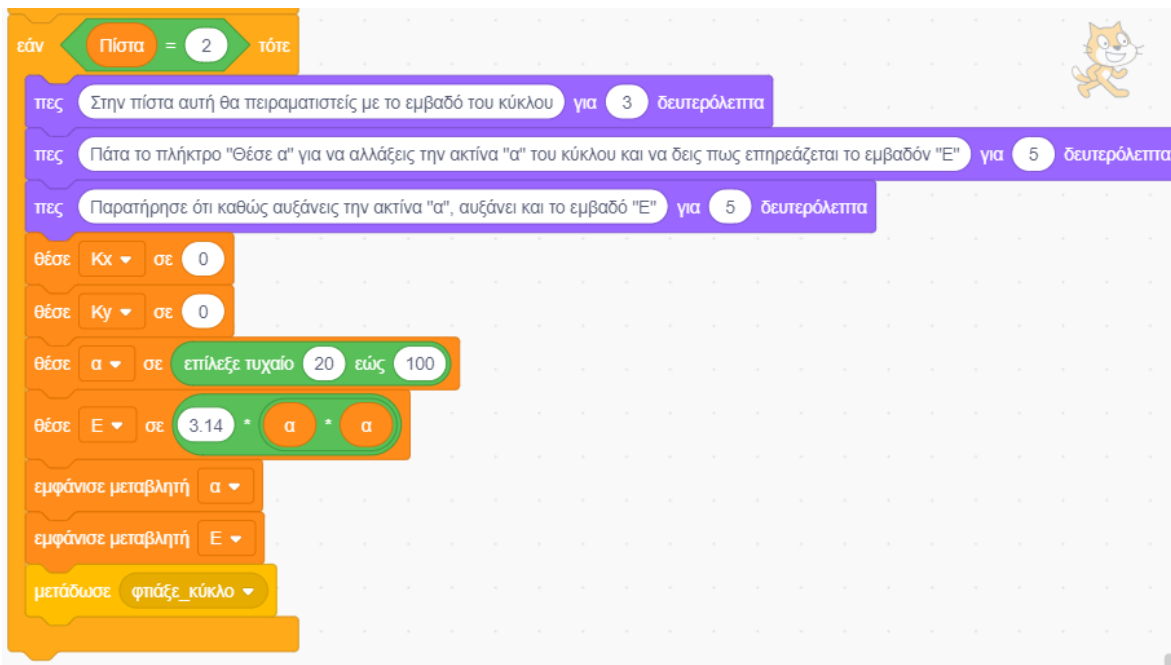
ο Αν η μεταβλητή «Πίστα» έχει τιμή 2 (**Πίστα=2**), αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής έχει επιλέξει την πίστα για τον υπολογισμό εμβαδού κύκλου, οπότε το αντικείμενο – ηθοποιός «**Αφηγητής**»:

- Εμφανίζει κατάλληλα μηνύματα – κείμενα, ενημερώνοντας για το σκοπό της επιλεγμένης πίστας και τον τρόπο χρήσης των χειριστηρίων της σκηνής
- Θέτει τιμές στις μεταβλητές των συντεταγμένων του κέντρου K του κύκλου, όπου $(K_x, K_y)=(0,0)$
- Θέτει τυχαία τιμή στη μεταβλητή a της ακτίνας του κύκλου (a : από 20 ως 100)
- Υπολογίζει το εμβαδόν του κύκλου από τον τύπο $3,14*a*a$ και θέτει το αποτέλεσμα στη μεταβλητή E
- Εμφανίζει τις τιμές των μεταβλητών a, E στη σκηνή
- Τέλος, αποστέλλει στην εφαρμογή το μήνυμα «**φτιάξε_κύκλο**», το οποίο ενημερώνει το αντικείμενο «Σχεδιαστής» ότι θα πρέπει να ξεκινήσει τη σχεδίαση του κύκλου χρησιμοποιώντας τις τιμές των αντίστοιχων μεταβλητών.

β) Όταν το υπόβαθρο αλλάξει σε «**Αρχική**», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο – ηθοποιός «**Αφηγητής**» εξαφανίζεται, επειδή δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή και σταματάνε όλα τα σενάρια που εκτελούνται στο αντικείμενο.



Εικόνα 45: Κώδικας αντικειμένου – ηθοποιού «Αφηγητής» για την αρχικοποίηση της πίστας 1 – εμβαδό τριγώνου



Εικόνα 46: Κώδικας αντικειμένου – ηθοποιού «Αφηγητής» για την αρχικοποίηση της πίστας 2 – εμβαστό κύκλου

Τέλος, η συμπεριφορά του αντικειμένου – ηθοποιού «**Σχεδιαστής**», το οποίο διαχειριζόταν τη σχεδίαση/επανασχεδίαση των σχημάτων με βάση τις τιμές των μεταβλητών – παραμέτρων των σχημάτων ήταν η εξής (Εικόνα 47, Εικόνα 48, Εικόνα 49):

α) Όταν το αντικείμενο – ηθοποιός λάβει το μήνυμα «**φτιάξε_τρίγωνο**», τότε σχεδιάζεται το τρίγωνο ως εξής:

- Αρχικά καθαρίζει τη σκηνή από τα προηγούμενα σχήματα και ορίζει το χρώμα σχεδίασης σε σκούρο μπλε
- Το αντικείμενο – ηθοποιός «**Σχεδιαστής**» τοποθετείται στη θέση της κορυφής Α με συντεταγμένες (**Ax, Ay**) και ενεργοποιεί την πένα σχεδίασης
- Σχεδιάζει το τρίγωνο πηγαίνοντας διαδοχικά στις θέσεις των κορυφών Β με συντεταγμένες (**Bx, By**), Γ με συντεταγμένες (**Gx, Gy**) και Α με συντεταγμένες (**Ax, Ay**)
- Στη συνέχεια, για να σχεδιάσει με κόκκινο χρώμα το ύψος του τριγώνου από την κορυφή Γ, ορίζει το χρώμα της πέννας σχεδίασης σε κόκκινο, πηγαίνει στη θέση της κορυφής Γ (**Gx, Gy**) και στη συνέχεια στη θέση με συντεταγμένες (**Gx, 0**), ενώ σηκώνει την πένα ώστε να τελειώσει η σχεδίαση

- Ακολουθως, μεταδίδει το μήνυμα «**βάλε_στοιχεία_τριγώνου**», το οποίο μόλις το λάβουν τα αντικείμενα «**β**», «**υ**», «**E**», «**A**», «**B**» και «**Γ**» και θα εμφανιστούν στις κατάλληλες θέσεις στη σκηνή
- Ακούγεται ένας ήχος που σηματοδοτεί την ολοκλήρωση σχεδίασης του σχήματος και των στοιχείων του
- Τέλος, ενεργοποιείται ένας βρόχος επανάληψης, ο οποίος ακροάται αν ο χρήστης κάνει κλικ με το ποντίκι του πάνω στη σκηνή. Ο βρόχος αυτός παρέχει στο μαθητή τη δυνατότητα κάνοντας κλικ με το ποντίκι πάνω στη σκηνή να ορίσει νέα θέση για την κορυφή Γ του τριγώνου, οπότε αν γίνει κλικ με το ποντίκι:
 - Η τιμή των μεταβλητών **Gx** και **Gy**, που αποθηκεύουν τις συντεταγμένες x, y της κορυφής Γ του τριγώνου, παίρνουν ως νέα τιμή τις θέσεις x και y που έγινε κλικ με το ποντίκι
 - Η τιμή της μεταβλητής **β**, του μήκους της βάσης του τριγώνου, παίρνει ως τιμή την **Bx**
 - Υπολογίζεται το ύψος ως $|Gy|$ και αποθηκεύεται στη μεταβλητή **υ**
 - Υπολογίζεται το εμβαδό του νέου τριγώνου με τον τύπο $\beta \cdot u / 2$ και αποθηκεύεται στη μεταβλητή **E** του εμβαδού
 - Τέλος, μεταδίδεται το μήνυμα «**φτιάξε_τρίγωνο**», το οποίο προκαλεί την επανασχεδίαση του τριγώνου με τις νέες τιμές των μεταβλητών του

β) Όταν το αντικείμενο – ηθοποιός λάβει το μήνυμα «**φτιάξε_κύκλο**», τότε σχεδιάζεται ο κύκλος ως εξής:

- Αρχικά καθαρίζει τη σκηνή από τα προηγούμενα σχήματα και ορίζει το χρώμα σχεδίασης σε κόκκινο
- Το αντικείμενο – ηθοποιός «**Σχεδιαστής**» τοποθετείται στη θέση του κέντρου K του κύκλου με συντεταγμένες (**Kx**, **Ky**) και ενεργοποιεί την πένα σχεδίασης
- Σχεδιάζει την ακτίνα του κύκλου πηγαίνοντας στη θέση με συντεταγμένες (**a**, **Ky**)
- Στη συνέχεια σχεδιάζει τον κύκλο με μπλε χρώμα, ορίζοντας το χρώμα της πέννας σχεδίασης σε μπλε πηγαίνοντας μέσω ενός βρόχου στα σημεία της περιφέρειας του κύκλου ακτίνας a. Για το σκοπό αυτόν υπολογίζονται οι

συντεταγμένες των σημείων της περιφέρειας του κύκλου μέσω των πολικών τους συντεταγμένων, όπου: $x = a \cdot \cos(i)$, $y = a \cdot \sin(i)$, με i =τη γωνία που μεταβάλλεται από τις 0 ως τις 360 μοίρες με βήμα 8 μοιρών. Στο τέλος, σηκώνει την πένα ώστε να τελειώσει η σχεδίαση

- Ακολούθως, μεταδίδει το μήνυμα «**βάλε_στοιχεία_κύκλου**», το οποίο μόλις το λάβουν τα αντικείμενα «**K**», «**a**», και «**E**» θα εμφανιστούν στις κατάλληλες θέσεις στη σκηνή
- Τέλος, ακούγεται ένας ήχος που σηματοδοτεί την ολοκλήρωση σχεδίασης του σχήματος και των στοιχείων του

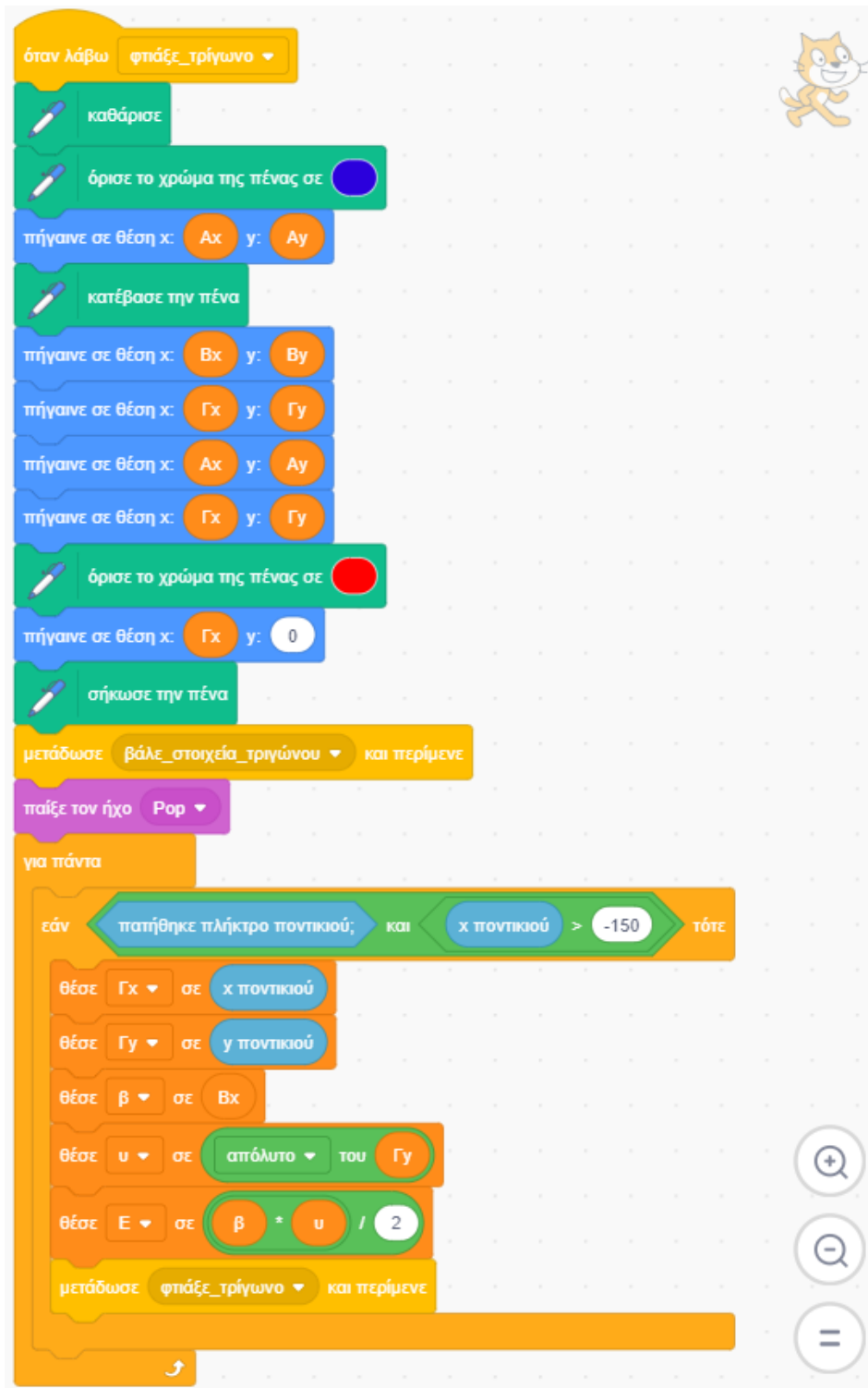
γ) Όταν το αντικείμενο – ηθοποιός λάβει το μήνυμα «**θέσε_βάση**», τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής έχει κάνει κλικ στο πλήκτρο με το οποίο του επιτρέπεται να ορίσει μέσω του πληκτρολογίου την ακριβή τιμή για το μήκος της βάσης του τριγώνου, οπότε:

- Η εφαρμογή εμφανίζει ερώτηση σχετικά με την τιμή που θέλει να δώσει ο μαθητής για τη βάση **β** του τριγώνου
- Η **απάντηση** του μαθητή σχετικά με τη νέα βάση, αποθηκεύεται στις μεταβλητές **Bx** και **β**
- Υπολογίζεται το εμβαδό του νέου τριγώνου με τον τύπο **$\beta \cdot v / 2$** και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στη μεταβλητή **E**
- Τέλος, μεταδίδεται ένα μήνυμα «**φτιάξε_τρίγωνο**», το οποίο θα προκαλέσει την σχεδίαση του νέου τριγώνου, με την αλλαγμένη βάση.

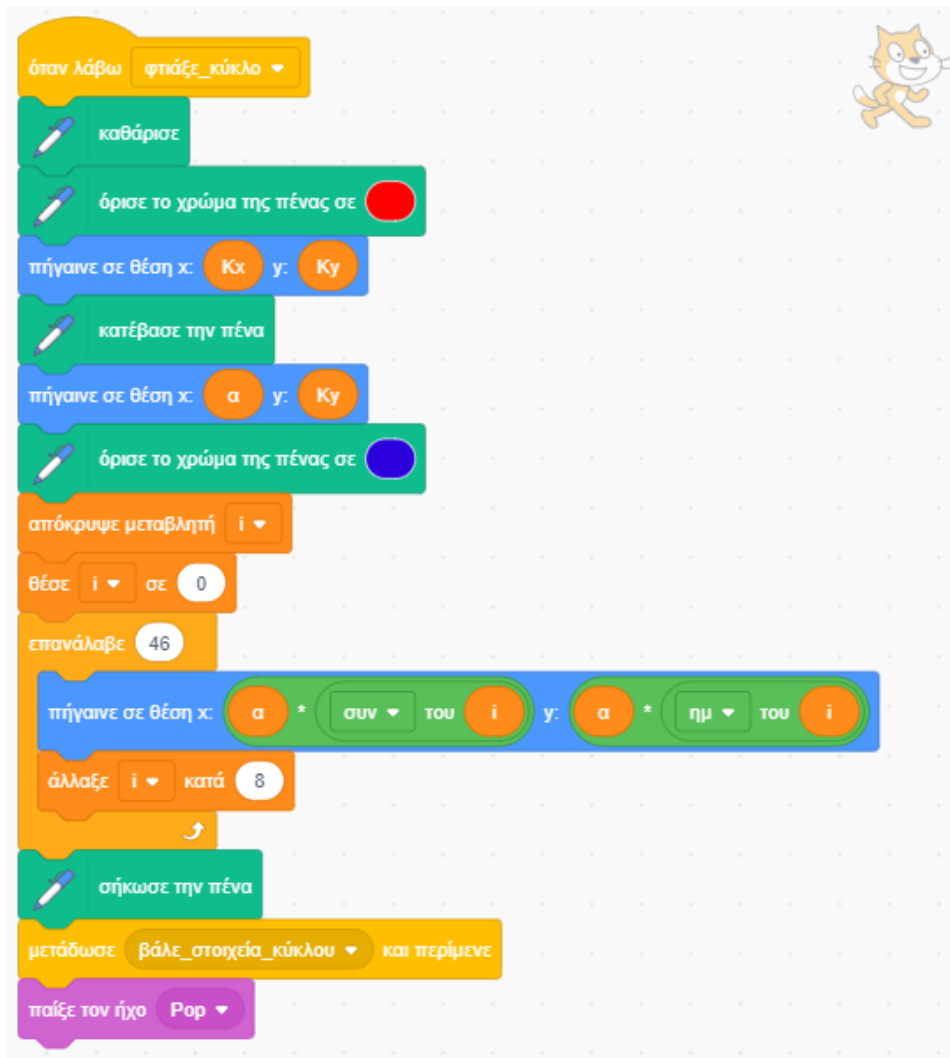
δ) Όταν το αντικείμενο – ηθοποιός λάβει το μήνυμα «**θέσε_ύψος**», τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής έχει κάνει κλικ στο πλήκτρο με το οποίο του επιτρέπεται να ορίσει μέσω του πληκτρολογίου την ακριβή τιμή για το μήκος του ύψους του τριγώνου, οπότε:

- Η εφαρμογή εμφανίζει ερώτηση σχετικά με την τιμή που θέλει να δώσει ο μαθητής για το ύψος **v** του τριγώνου
- Η **απάντηση** του μαθητή σχετικά με το νέο ύψος, αποθηκεύεται στη μεταβλητή **Γy** , ενώ η μεταβλητή **v** παίρνει ως τιμή την **$|\Gamma y|$**
- Υπολογίζεται το εμβαδό του νέου τριγώνου με τον τύπο **$\beta \cdot v / 2$** και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στη μεταβλητή **E**

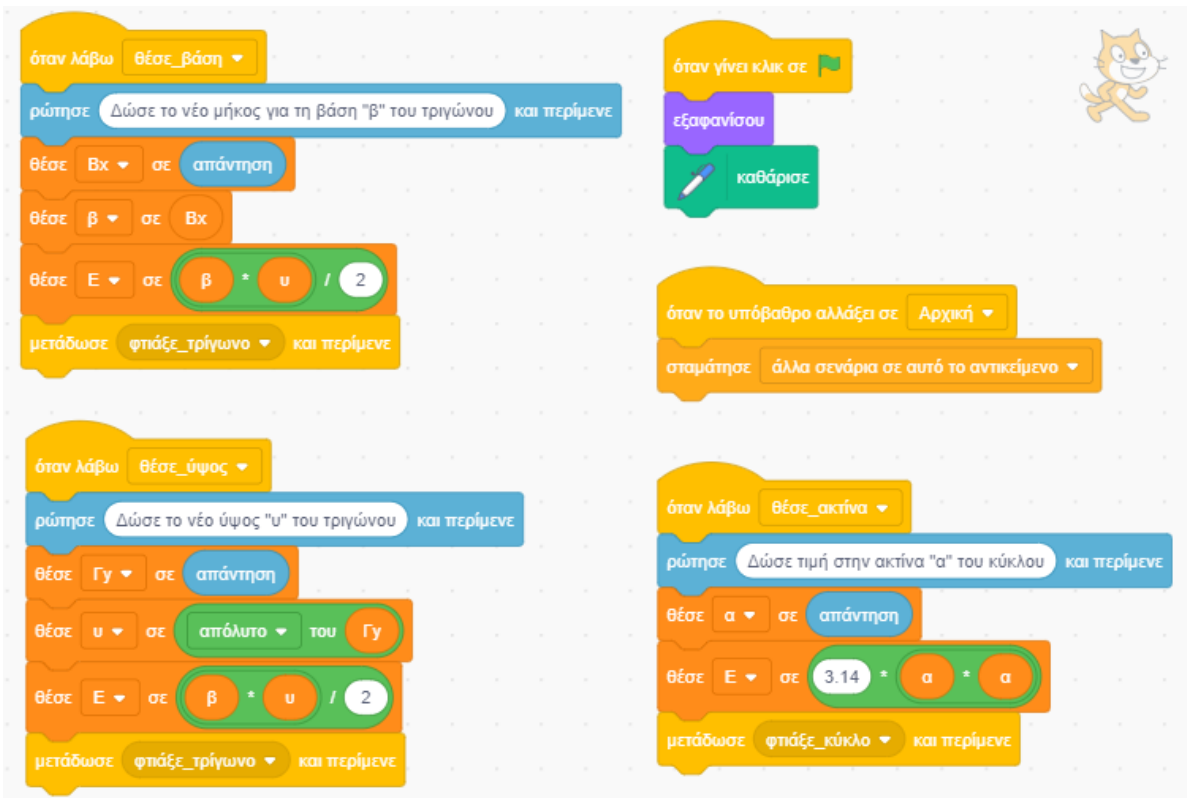
- Τέλος, μεταδίδεται ένα μήνυμα «**φτιάξε_τρίγωνο**», το οποίο θα προκαλέσει την σχεδίαση του νέου τριγώνου, με το αλλαγμένο ύψος.
- ε) Όταν το αντικείμενο – ηθοποιός λάβει το μήνυμα «**θέσε_ακτίνα**», τότε αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής έχει κάνει κλικ στο πλήκτρο με το οποίο του επιτρέπεται να ορίσει μέσω του πληκτρολογίου την ακριβή τιμή για το μήκος της ακτίνας του κύκλου, οπότε:
- Η εφαρμογή εμφανίζει ερώτηση σχετικά με την τιμή που θέλει να δώσει ο μαθητής για την ακτίνα **a** του κύκλου
 - Η **απάντηση** του μαθητή σχετικά με την νέα ακτίνα, αποθηκεύεται στις μεταβλητή **a**
 - Υπολογίζεται το εμβαδό του νέου κύκλου με τον τύπο **3,14*a*a** και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στη μεταβλητή **E**
 - Τέλος, μεταδίδεται ένα μήνυμα «**φτιάξε_κύκλο**», το οποίο θα προκαλέσει την σχεδίαση του νέου κύκλου, με την αλλαγμένη ακτίνα.
- στ) Όταν ξεκινάει η εφαρμογή (πράσινη σημαία), τότε το αντικείμενο – ηθοποιός «**Σχεδιαστής**» δεν θα πρέπει να φαίνεται στη σκηνή, οπότε εξαφανίζεται, ενώ καθαρίζει και τη σκηνή από οποιαδήποτε σχήματα έχουν σχεδιαστεί.
- ζ) Όταν το υπόβαθρο αλλάξει σε «**Αρχική**», αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, οπότε το αντικείμενο – ηθοποιός «**Σχεδιαστής**» σταματάει όλα τα σενάρια που εκτελούνται στο αντικείμενο.



Εικόνα 47: Κώδικας αντικείμενου – ηθοποιού «Σχεδιαστής» για την κατασκευή τριγώνου



Εικόνα 48: Κώδικας αντικειμένου – ηθοποιού «Σχεδιαστής» για την κατασκευή κύκλου



Εικόνα 49: Κώδικας αντικειμένου – ηθοποιού «Σχεδιαστής» για την εισαγωγή τιμών από το πληκτρολόγιο στις μεταβλητές των σχημάτων

5.4. Εκτέλεση Εφαρμογής – Βασικό Σενάριο Χρήσης

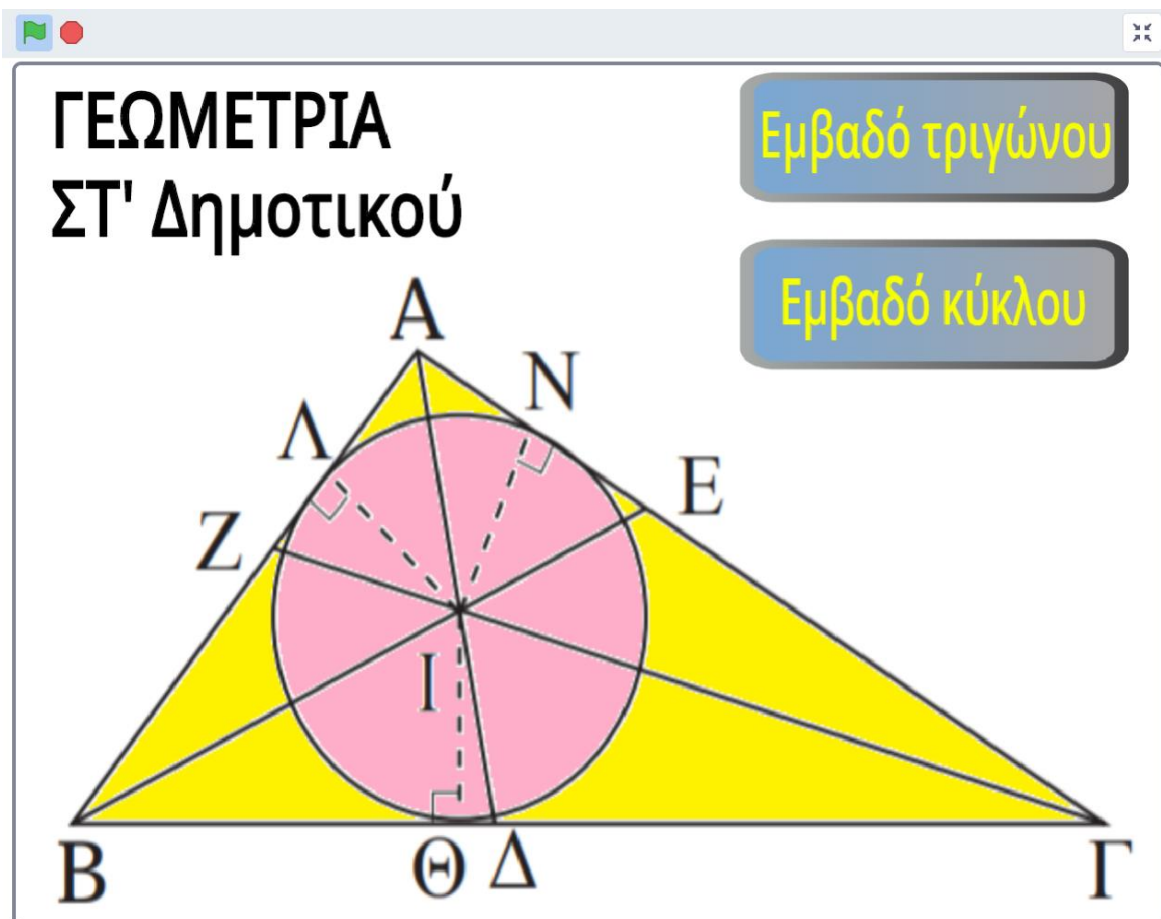
Ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρέχει την εφαρμογή προς χρήση από τους μαθητές τους: α) μέσω διαδικτύου και β) εκτελώντας την τοπικά στους υπολογιστές τους.

Στην πρώτη περίπτωση, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει αρχικά να δημιουργήσει λογαριασμό στην κοινότητα του Scratch (<https://scratch.mit.edu>) και αφού «ανεβάσει» το έργο – εφαρμογή του να την «μοιραστεί», ώστε η εφαρμογή να αποκτήσει μία μοναδική διεύθυνση URL, την οποία θα πρέπει να γνωστοποιήσει στους μαθητές του. Οι μαθητές στη συνέχεια, μπορούν να πληκτρολογήσουν την URL διεύθυνση της εφαρμογής σε έναν φυλλομετρητή του υπολογιστή τους και να εκτελέσουν την εφαρμογή.

Στη δεύτερη περίπτωση, απαιτείται αρχικά να έχει εγκατασταθεί ο «Επεξεργαστής έργων εκτός σύνδεσης» (Scratch – Desktop v3.0, <https://scratch.mit.edu/download>) στους υπολογιστές των μαθητών και να βρίσκεται το αρχείο του έργου – εφαρμογής σε κάποια θέση στο σκληρό δίσκο των υπολογιστών των μαθητών. Στη συνέχεια, οι μαθητές θα πρέπει να εκτελέσουν τον «Επεξεργαστή έργων εκτός σύνδεσης» (Scratch – Desktop v3.0) και μέσω του μενού να φορτώσουν το αρχείο του έργου – εφαρμογής και να το εκτελέσουν.

Σε οποιαδήποτε περίπτωση, προτείνεται η χρήση της εκπαιδευτικής εφαρμογής σε κατάσταση πλήρους οθόνης, προκειμένου οι μαθητές να έχουν καλύτερη εμπειρία χρήσης.

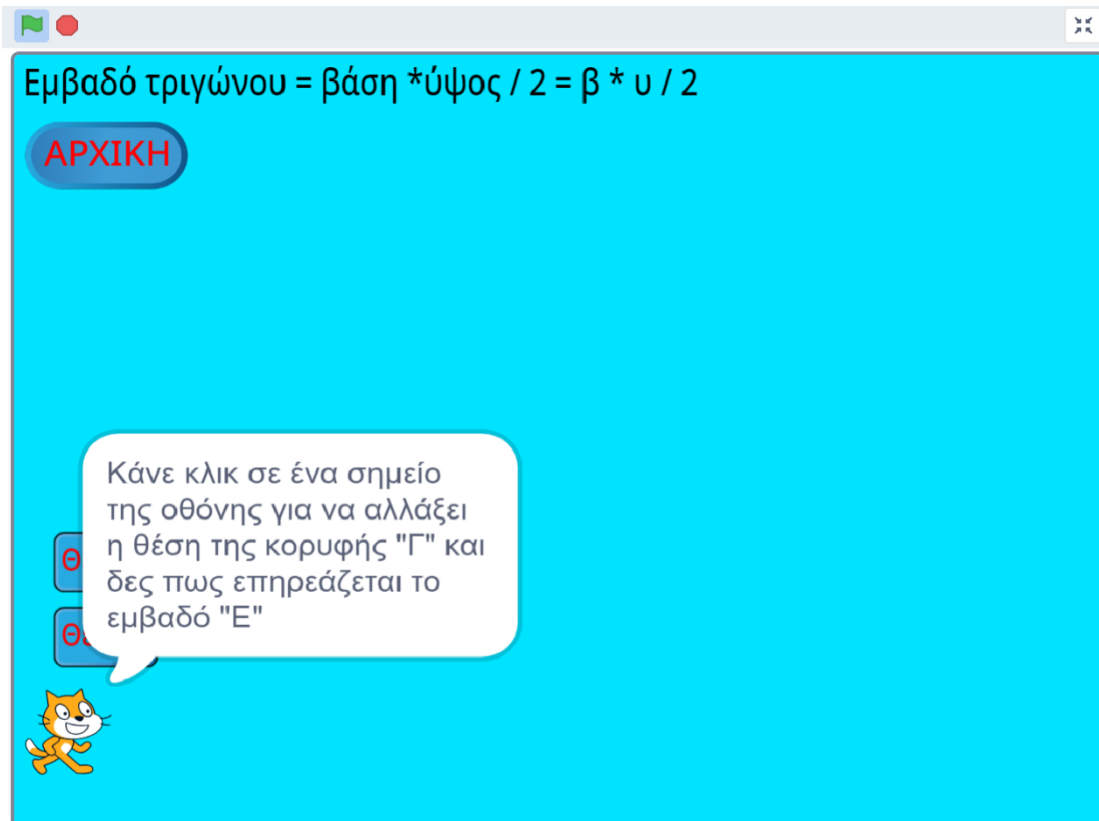
Για να εκτελέσουν οι μαθητές την εφαρμογή, πρέπει να πατήσουν στο πράσινο σημαίκι, οπότε εμφανίζεται η αρχική οθόνη της εφαρμογής (Εικόνα 50).



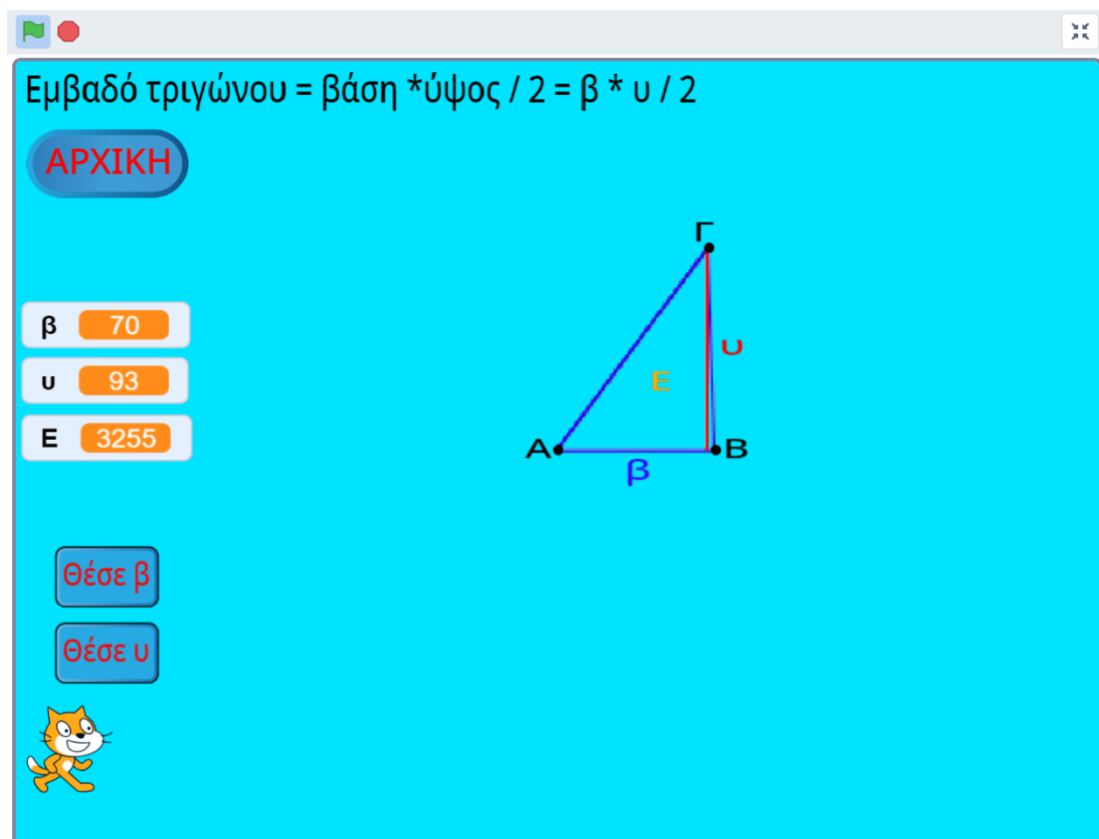
Εικόνα 50: Αρχική οθόνη εφαρμογής σε κατάσταση πλήρους οθόνης

Έστω ότι επιλέγεται η πίστα με το εμβαδό τριγώνου (πλήκτρο «**Εμβαδό τριγώνου**»):

1. Εμφανίζεται η οθόνη της πίστας 1, που αφορά τον υπολογισμό του εμβαδού τριγώνου, εμφανίζοντας μερικά εισαγωγικά μηνύματα σχετικά με: α) τον σκοπό της πίστας, β) τον τρόπο αλλαγής της βάσης και του ύψους του τριγώνου (μέσω των πλήκτρων «**Θέσε β**» και «**Θέσε υ**» αντίστοιχα) και γ) τη δυνατότητα αλλαγής της κορυφής Γ του τριγώνου (με κλικ του ποντικιού σε όποια θέση της σκηνής επιθυμεί ο μαθητής) (Εικόνα 51).
2. Σχεδιάζεται στην οθόνη ένα τυχαίο τρίγωνο και εμφανίζονται οι τιμές της βάσης, του ύψους και του εμβαδού σε εμφανή πεδία (πορτοκαλί πλαίσια) (Εικόνα 52).



Εικόνα 51: Πίστα 1: Εμβαδό τριγώνου – Μηνύματα έναρξης πίστας



Εικόνα 52: Πίστα 1: Εμβαδό τριγώνου – Σχεδίαση τυχαίου αρχικού τριγώνου

Κάνοντας κλικ με το ποντίκι οι μαθητές σε κάποια θέση της σκηνής αλλάζει η κορυφή Γ του τριγώνου, διατηρώντας την ίδια βάση, αλλά μεταβάλλοντας το ύψος του τριγώνου. Το νέο τρίγωνο επανασχεδιάζεται άμεσα μαζί με το ύψος του (κάθετη κόκκινη γραμμή), ενώ υπολογίζεται το νέο εμβαδό και ενημερώνονται άμεσα οι τιμές των μεταβλητών, οι οποίες εμφανίζονται στα πορτοκαλί πλαίσια (Εικόνα 53). Έτσι οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν ότι:

- α) διαφορετικά τρίγωνα μπορούν να έχουν ίδιο εμβαδό,
- β) το ύψος μπορεί να βρίσκεται εκτός τριγώνου και
- γ) η μεταβολή του εμβαδού είναι ανάλογη του ύψους του τριγώνου.

Εικόνα 53: Πίστα 1: Εμβαδό τριγώνου – Αλλαγή της κορυφής Γ του τριγώνου

Επίσης, οι μαθητές μπορούν πατώντας τα πλήκτρα «Θέσε β» και «Θέσε υ» να μεταβάλλουν με ακρίβεια τη βάση και το ύψος του τριγώνου, δίνοντας συγκεκριμένες τιμές από το πληκτρολόγιο (Εικόνα 54 ως Εικόνα 57). Οι μεταβολές προκαλούν την επανασχεδίαση του τριγώνου, ενώ οδηγώντας στους μαθητές σε παρόμοιες διαπιστώσεις.

Εμβαδό τριγώνου = βάση * ύψος / 2 = $\beta * \upsilon / 2$

ΑΡΧΙΚΗ

β 70

υ 109

E 3815

Θέσε β

Θέσε υ

Δώσε το νέο μήκος για τη βάση "β" του τριγώνου

150

Εικόνα 54: Πίστα 1: Εμβαδό τριγώνου – Αλλαγή βάσης με το πλήκτρο «Θέσε β»

Εμβαδό τριγώνου = βάση * ύψος / 2 = $\beta * \upsilon / 2$

ΑΡΧΙΚΗ

β 150

υ 109

E 8175

Θέσε β

Θέσε υ

Δώσε το νέο μήκος για τη βάση "β" του τριγώνου

Εικόνα 55: Πίστα 1: Εμβαδό τριγώνου – Επανασχεδίαση με τη νέα τιμή βάσης

Εμβαδό τριγώνου = βάση * ύψος / 2 = $\beta * \upsilon / 2$

ΑΡΧΙΚΗ

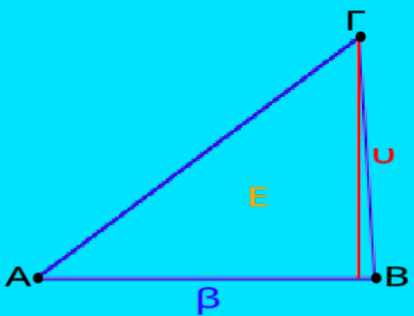
β 150

υ 109

E 8175

Θέσε β

Θέσε υ



Δώσε το νέο ύψος "υ" του τριγώνου

150

Εικόνα 56: Πίστα 1: Εμβαδό τριγώνου – Αλλαγή ύψους με το πλήκτρο «Θέσε υ»

Εμβαδό τριγώνου = βάση * ύψος / 2 = $\beta * \upsilon / 2$

ΑΡΧΙΚΗ

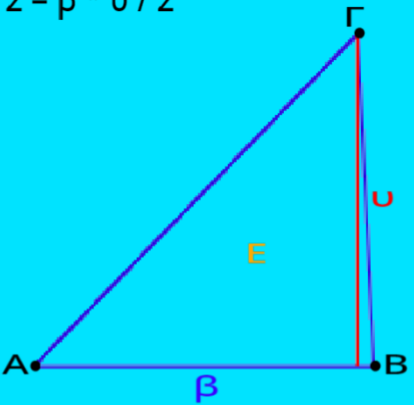
β 150

υ 150

E 11250

Θέσε β

Θέσε υ

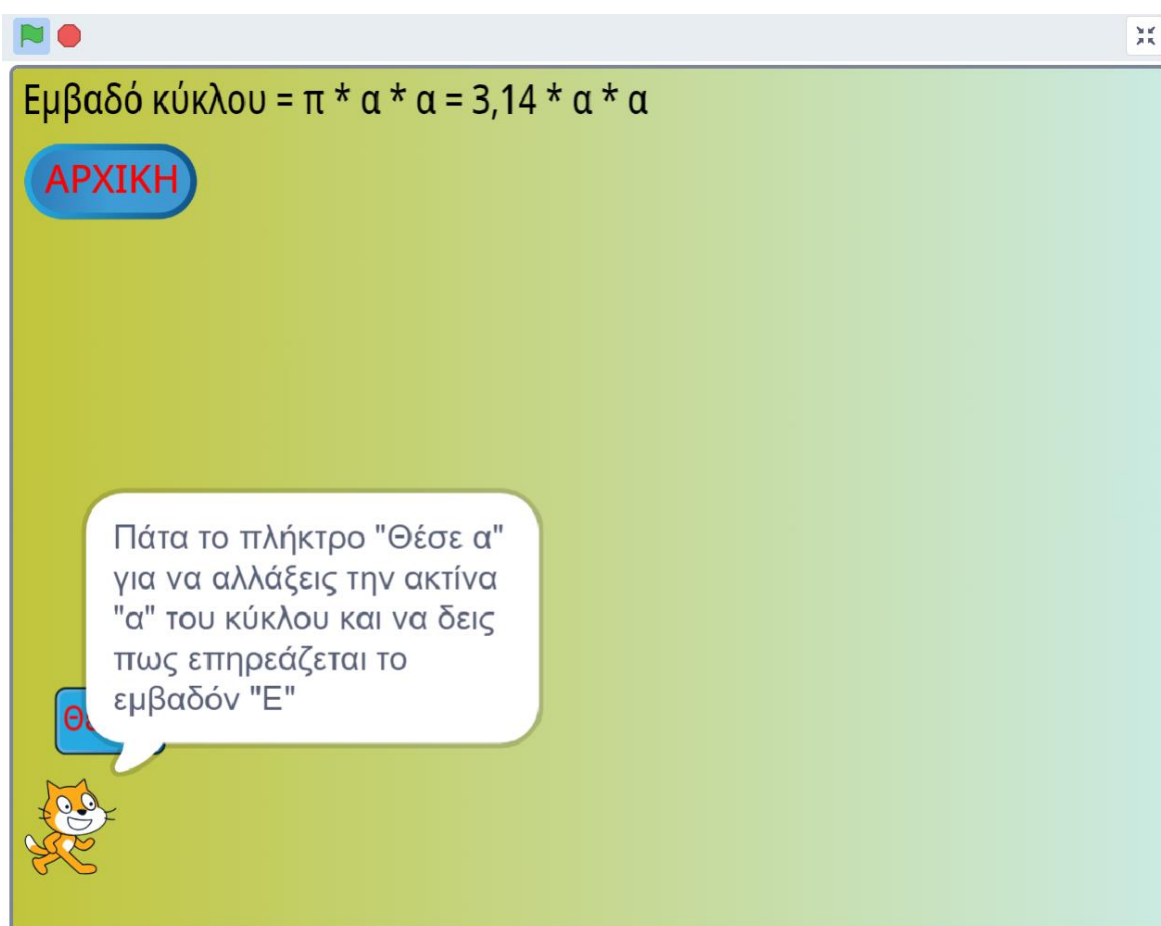


Δώσε το νέο ύψος "υ" του τριγώνου

Εικόνα 57: Πίστα 1: Εμβαδό τριγώνου – Επανασχεδίαση με τη νέα τιμή ύψους

Κάνοντας κλικ στο πλήκτρο «**Αρχική**», οι μαθητές μπορούν να επιστρέψουν στην αρχική οθόνη, από όπου πατώντας το πλήκτρο «**Εμβαδό κύκλου**» μπορούν να διαλέξουν την πίστα 2 για το εμβαδό του κύκλου, οπότε:

1. Εμφανίζεται η οθόνη της πίστας 2, για τον υπολογισμό του εμβαδού κύκλου, εμφανίζοντας μερικά εισαγωγικά μηνύματα σχετικά με: α) τον σκοπό της πίστας και β) τον τρόπο αλλαγής της ακτίνας του κύκλου (μέσω του πλήκτρου «**Θέσε υ**» (Εικόνα 51).
2. Σχεδιάζεται στην οθόνη ένας τυχαίος κύκλος και εμφανίζονται οι τιμές της ακτίνας και του εμβαδού σε εμφανή πεδία (πορτοκαλί πλαίσια) (Εικόνα 52).



Εικόνα 58: Πίστα 2: Εμβαδό κύκλου – Μηνύματα έναρξης πίστας

Εμβαδό κύκλου = $\pi * \alpha * \alpha = 3,14 * \alpha * \alpha$

ΑΡΧΙΚΗ

α 92

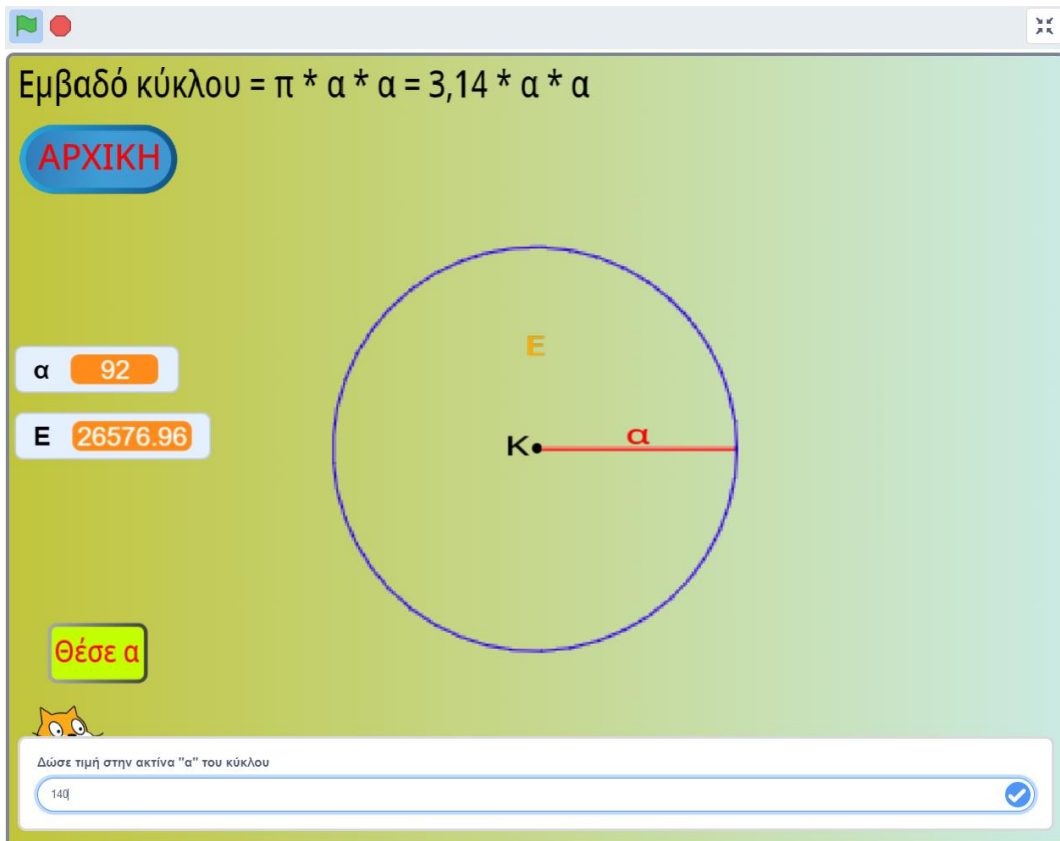
E 26576.96

Θέσε α

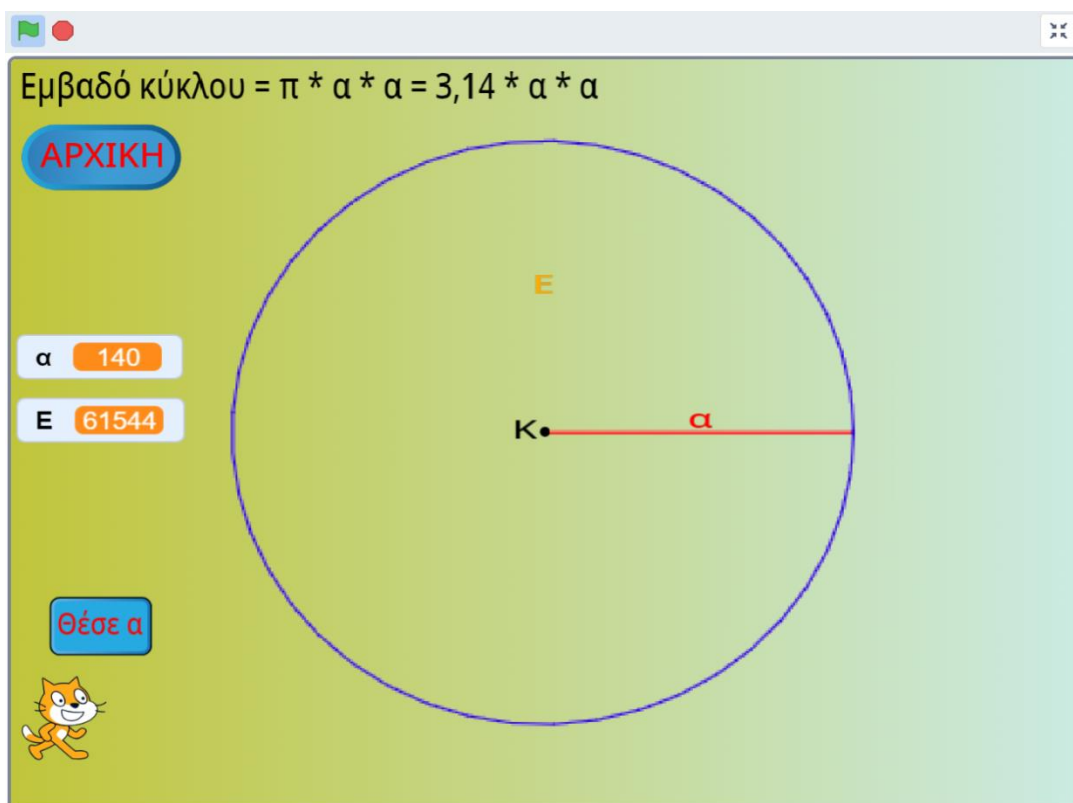
Εικόνα 59: Πίστα 2: Εμβαδό κύκλου – Σχεδίαση τυχαίου αρχικού κύκλου

Επίσης, οι μαθητές μπορούν πατώντας το πλήκτρο «**Θέσε α**» να μεταβάλλουν με ακρίβεια την ακτίνα του κύκλου, δίνοντας συγκεκριμένη τιμή από το πληκτρολόγιο (Εικόνα 60). Ο νέος κύκλος επανασχεδιάζεται άμεσα μαζί με την ακτίνα του (οριζόντια κόκκινη γραμμή), ενώ υπολογίζεται το νέο εμβαδό και ενημερώνονται άμεσα οι τιμές των μεταβλητών, οι οποίες εμφανίζονται στα πορτοκαλί πλαίσια (Εικόνα 61). Έτσι οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν ότι:

- α) η μεταβολή του εμβαδού είναι ανάλογη της ακτίνας του κύκλου,
- β) το εμβαδό του κύκλου είναι δεκαδικός αριθμός, γεγονός που οφείλεται στον πολλαπλασιασμό της ακτίνας με το π ($\pi=3,14\dots$).



Εικόνα 60: Πίστα 2: Εμβαδό κύκλου – Αλλαγή ακτίνας με το πλήκτρο «Θέσε α»



Εικόνα 61: Πίστα 2: Εμβαδό κύκλου – Επανασχεδίαση με τη νέα τιμή ακτίνας

6. Συμπεράσματα – Προοπτικές

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας αναπτύχθηκε μια πρωτότυπη διαδραστική εκπαιδευτική εφαρμογή στο περιβάλλον του Scratch v3.0, η οποία βασίστηκε στο διδακτικό υλικό των Μαθηματικών της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού και πιο συγκεκριμένα στις διδακτικές υποενότητες της Γεωμετρίας που σχετίζονται με τον υπολογισμό του εμβαδού τριγώνων και κύκλων. Βασικός στόχος της εκπαιδευτικής εφαρμογής είναι η χρήση της ως βοηθητικό υλικό για την κατανόηση και εμπέδωση του τρόπου υπολογισμού του εμβαδού τριγώνων και κύκλων.

Η εκπαιδευτική εφαρμογή σχεδιάστηκε με βάση τις αρχές της ανακαλυπτικής – διερευνητικής μάθησης έχοντας τη μορφή προσομοίωσης και ενσωματώνοντας κατάλληλα χαρακτηριστικά, ώστε να επιτρέπει στους μαθητές να παρατηρούν τη μεταβολή του εμβαδού τριγώνων και κύκλων, όταν πειραματίζονται με διάφορες τιμές για τη βάση και το ύψος του τριγώνου και την ακτίνα του κύκλου.

Στην εφαρμογή έχουν ενσωματωθεί δύο διακριτές πίστες, μία για το εμβαδό τριγώνου και μία για το εμβαδό κύκλου παρέχοντας στους μαθητές ελευθερία επιλογής της πίστας, ενώ σε κάθε πίστα παρέχεται πλήκτρο για την επιστροφή στην αρχική οθόνη, γεγονός που αυξάνει την ευχρηστία της εφαρμογής.

Επίσης, σε κάθε πίστα παρέχονται πλήκτρα για τη μεταβολή των παραγόντων (βάση, ύψος, ακτίνα) που επηρεάζουν το εμβαδό των σχημάτων, καθώς και ευδιάκριτα πλαίσια κειμένου στα οποία εμφανίζονταν οι τιμές των παραγόντων και του εμβαδού, προάγοντας την ενεργητική και διερευνητική μάθηση μέσω του πειραματισμού και της παρατήρησης. Για τον ίδιο λόγο, η μεταβολή της τιμής οποιουδήποτε παράγοντα (βάση, ύψος, ακτίνα) συνοδεύεται από άμεση επανασχεδίαση του σχήματος και επανυπολογισμό του εμβαδού του. Επιπλέον, κατά τη σχεδίαση ενός σχήματος στην οθόνη, επισημαίνονται με διαφορετικό χρώμα και τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις τα αντίστοιχα μεγέθη και σύμβολα του σχήματος: α) για το τρίγωνο: οι κορυφές, η βάση και το ύψος, και β) για τον κύκλο: το κέντρο και η ακτίνα. Αυτή η οπτικοποίηση των σημαντικών μεγεθών των σχημάτων επιτρέπει στους μαθητές να συνειδητοποιήσουν τη σημασία τους στον υπολογισμό του εμβαδού των αντίστοιχων σχημάτων.

Προκειμένου να είναι ευκολότερη η παρατήρηση των σχημάτων από τους μαθητές, επιλέχθηκε: α) για τα μεν τρίγωνα η βάση τους να βρίσκεται πάντα στον θετικό οριζόντιο ημιάξονα, με την κορυφή Α να βρίσκεται στο κέντρο της οθόνης (θέση (0,0)), την κορυφή Β να βρίσκεται στα δεξιά της Α, ενώ η Γ να μπορεί να λάβει οποιαδήποτε θέση στην οθόνη και β) για τους κύκλους το κέντρο να βρίσκεται πάντα στο κέντρο της οθόνης (θέση (0,0)) και η ακτίνα επί του θετικού οριζόντιου ημιάξονα.

Στοχεύοντας στην ακρίβεια εισαγωγής των τιμών των παραγόντων των σχημάτων, προτιμήθηκε η χρήση του πληκτρολογίου. Ωστόσο, στην περίπτωση του τριγώνου, παρέχεται επιπλέον η δυνατότητα τροποποίησης της θέσης της μίας κορυφής του τριγώνου με το ποντίκι, ώστε οι μαθητές να μπορούν να σχεδιάσουν ταχύτατα ένα τρίγωνο, χωρίς όμως απόλυτη ακρίβεια. Με τον τρόπο αυτόν, η εφαρμογή δύναται να υποστηρίξει πολλαπλά διδακτικά σενάρια και πειραματισμούς.

Επιπλέον, κάθε πίστα ξεκινούσε με καλωσόρισμα των μαθητών και μηνύματα σχετικά με τον σκοπό της, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση κατάλληλου συναισθηματικού κλίματος και αυξάνοντας το κίνητρο συμμετοχής των μαθητών, εφόσον γνωρίζανε την χρησιμότητά της. Για τον ίδιο λόγο επιλέχθηκε η χρήση ενός οικείου αντικειμένου σε ρόλο αφηγητή (ο χαρακτηριστικός «γάτος» του Scratch), το οποίο με κατάλληλα μηνύματα παρότρυνε – καθοδηγούσε τους μαθητές να πατήσουν τα κατάλληλα πλήκτρα για να μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά των σχημάτων και να παρατηρήσουν τη μεταβολή του εμβαδού.

Σε επόμενο στάδιο, η παρούσα εκπαιδευτική εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην τάξη και να αξιολογηθεί από τους μαθητές της ΣΤ' τάξης και τον εκπαιδευτικό. Έτσι θα αναδειχθούν τόσο τα δυνατά όσο και τα αδύνατα σημεία και οι ελλείψεις της εφαρμογής.

Στις μελλοντικές βελτιώσεις της εφαρμογής εντάσσονται ο εμπλουτισμός τους περιεχομένου και της λειτουργικότητάς της, λχ ο υπολογισμός του εμβαδού παραλληλογράμμων, τραπεζίων και πολυγώνων, καθώς και ο υπολογισμός του όγκου διαφόρων στερεών, όπως κύβων, κυλίνδρων, κώνων και σφαιρών. Επίσης, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ο υπολογισμός επιπλέον χαρακτηριστικών μεγεθών, όπως της περιμέτρου, των γωνιών κ.ο.κ. Τέλος, χρήσιμη θα ήταν και η ενσωμάτωση πιστών για την αξιολόγηση των γνώσεων των μαθητών στις αντίστοιχες διδακτικές ενότητες.

Ανακεφαλαιώνοντας, η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας εντοπίζεται στη σχεδίαση και στην υλοποίηση μίας εκπαιδευτικής εφαρμογής τύπου προσομοίωσης με το Scratch, η οποία βασίζεται στις αρχές της ανακαλυπτικής – διερευνητικής μάθησης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βοηθητικό διδακτικό υλικό για τη διδασκαλία της ενότητας της Γεωμετρίας της ΣΤ' Δημοτικού που αφορά τον υπολογισμό εμβαδών, κάτι το οποίο δεν συναντάται στη βιβλιογραφία που αφορά την πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Βεργίδης, Δ. & Κόκκος, Α. (Επιμ.) (2010). *Εκπαίδευση Ενηλίκων: διεθνείς προσεγγίσεις και ελληνικές διαδρομές*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο.
- Βικιπαίδεια. (2019). *Διερευνητική μάθηση*. Ανακτήθηκε στις 22 Ιουλίου, 2019, από: <http://tiny.cc/kkh29y>
- Γλέζου, Κ. (2019). *Επικοινωνιακός*. Ανακτήθηκε στις 22 Ιουλίου, 2019, από: <http://tiny.cc/b5a29y>
- Δαδαμόγια, Θ., Οικονόμου, Τ., & Σαχινίδης, Κ. (2009). *Η χρήση των Τ.Π.Ε. από το Διευθυντή της σχολικής μονάδας Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στην εκπαιδευτική διαδικασία και στη διοίκηση της σχολικής μονάδας*. Παρουσιάστηκε στο 5ο Πανελλήνιο συνέδριο των εκπαιδευτικών για τις Τ.Π.Ε. Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη, Σύρος. Ανακτήθηκε στις 21 Ιουλίου, 2019, από: <http://users.sch.gr/stefanski/syneducation/Dadamogia2.doc>
- ΕΑΙΤΥ. (2013). *Επιμορφωτικό υλικό για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης*. Ε.Π. Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση, ΕΣΠΑ (2007-2013), Διεύθυνση Επιμόρφωσης & Πιστοποίησης. Πάτρα: 2013.
- ΕΑΠ. (2005). *Θεωρητικό Πλαίσιο και Προϋποθέσεις Μάθησης*. Πάτρα: Εκδόσεις ΕΑΠ.
- Ένωση Πληροφορικών Ελλάδας. (2006). *Μελέτη Επισκόπησης της Πληροφορικής στην Ελλάδα (Κεφάλαιο 3)*.
- Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2008). *Μοντέλα εισαγωγής των ΤΠΕ στην εκπαίδευση*. Ανακτήθηκε στις 21 Ιουλίου, 2019, από: <https://eclass.gunet.gr/modules/document/file.php/COMPGU234/montela.doc>
- Ζαφείρη, Γ., & Στριφτού, Α. (2016). *Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση διδακτικών δραστηριοτήτων μαθηματικών εννοιών της Α΄θμιας εκπαίδευσης, με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής και προγραμματιστικών μεθόδων*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Πληροφορική και Υπολογιστική Βιοϊατρική», Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λαμία: 2016.
- Ζωγόπουλος, Σ. (2001). *Νέες Τεχνολογίες και Μέσα Επικοινωνίας στην Εκπαιδευτική Διαδικασία*, Εκδόσεις: Κλειδάριθμος.
- Θεοχάρης, Δ. (2017). *Νέες τεχνολογίες στη διοίκηση εκπαιδευτικών μονάδων*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Πάτρα: 2017.
- Ιακωβάκη, Μ. (2017). *Οι νέες τεχνολογίες στη διοίκηση των σχολικών μονάδων Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Απόψεις και στάσεις των διευθυντών*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πρόγραμμα Σπουδών Σπουδές στην Εκπαίδευση, Σχολή Ανθρωπιστικών Σπουδών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα: 2017.

- Καρτσιώτου, Θ., Τουμπεκτσής, Σ., Κλεισιώτης, Κ., & Καρποζήλου, Α. (2012). *Η χρήση των ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στα γνωστικά αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών και της Γεωγραφίας*. Πρακτικά Εργασιών 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 28-30 Σεπτεμβρίου 2012.
- Καψιμάλη, Β. (2010). *Τεχνολογικά Υποστηριζόμενη Διδακτική της Πληροφορικής με Χρήση του Εργαλείου Scratch*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων. Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Πειραιάς: 2010.
- Κόκκαλης, Ε. (2013). *Χρήση λογισμικών επίλυσης προβλημάτων στην εκπαίδευση*. Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών. Πολυτεχνική Σχολή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος: 2013.
- Κόκκος, Α. (2011). *Σύγχρονες Προσεγγίσεις της Εκπαίδευσης Ενηλίκων*. Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Κόκκος, Α. (2017). «Μετασχηματισμός Δυσλειτουργικών Αντιλήψεων»: Διδακτική Μέθοδος για το σχολείο και την εκπαίδευση ενηλίκων. *Εκπαίδευση Ενηλίκων, Vol 39* (2), 47-52.
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κουλομπαρίτση, Α. (2008). *Πρόγραμμα Επιμόρφωσης σε Εκπαιδευτικό Λογισμικό «Οι Τ.Π.Ε. στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση»*. Αθήνα: ΥΠΕΠΘ, Π.Ι.
- Μακρή, Α., & Βλαχόπουλος, Δ. (2015). *Οι Τ.Π.Ε. στην Εκπαιδευτική Οργάνωση και Διοίκηση στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: Μία διερευνητική μελέτη στην Περιφερειακή Ενότητα Θεσσαλονίκης*. Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, 8(1Α). Doi: <https://doi.org/10.12681/icodl.96>
- Μαρίνης, Α. (2015). *Ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού μαθηματικών για παιδιά σχολικής ηλικίας*. Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος: 2015.
- Ματσαγγούρας, Η. (1997). *Στρατηγικές διδασκαλίας. Από την πληροφόρηση στην κριτική σκέψη*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.
- Μικρόπουλος, Α. (2011). *Αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση*. ΥΠΕΠΘ, Π.Ι. Αθήνα: Εκδόσεις ΟΕΔΒ.
- Νικολός, Δ. & Κόμης, Β. (2010). *Μια διδακτική πρόταση για τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch*. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Αθήνας – Διδακτική της Πληροφορικής, Ενότητα II Διδακτικές Προσεγγίσεις για τον Προγραμματισμό, 9-11 Απριλίου 2010 (σ.σ. 15-24).
- Ξενικάκη, Ε., & Ταντούλου, Κ. (2016). *Εκπαιδευτικό Λογισμικό στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης. Ηράκλειο: 2016.
- ΟΕΠΕΚ. (2007). *Σύγχρονες Διδακτικές Προσεγγίσεις για την Ανάπτυξη Κριτικής –*

Δημιουργικής Σκέψης. Αθήνα: 2007.

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2011). *Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Αθήνα: ΥΠΔΒΜΘ. Ανακτήθηκε στις 23 Ιουνίου, 2019, από: http://dide.mag.sch.gr/plinet/site/dimotiko_new.pdf

Πουρνάρα, Α., Λεμονίδης, Χ., & Παλαιγεωργίου, Γ. (2015). «*Το Κάστρο των Κλασμάτων*»: Ένα Ηλεκτρονικό Παιχνίδι για τις Πολλαπλές Αναπαραστάσεις του Κλάσματος. Ανακτήθηκε στις 19 Ιουλίου, 2019, από: <https://www.researchgate.net/publication/291697728>

Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2001). *Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας*. Αθήνα.

Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2002). *Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας: Ολική Προσέγγιση*, Αθήνα.

Σγουροπούλου, Κ., & Κουτουμάνος, Α. (2001). Η Επικοινωνία Μέσω Υπολογιστή για την Υποστήριξη των Κοινοτήτων Μάθησης. Εισήγηση στο 1ο συνέδριο για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Ανακτήθηκε στις 12 Ιουλίου, 2019, από: http://www.eap.gr/news/EXAGGELIA_SYNEDRIOU/synedrio/html/sect6/6.htm

Σολέα, Μ. (2019). *Συμπεριφορισμός*. Ανακτήθηκε στις 22 Ιουλίου, 2019, από: <http://tiny.cc/wca29y>

Τριλιανός, Α. (2003). *Μεθοδολογία της Σύγχρονης Διδασκαλίας*. Αθήνα.

Τσολάκης-Ζήκας, Μ. (2018). *Μια πολυμεσική εφαρμογή για την ευκολότερη και καλύτερη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών από τους μαθητές του γυμνασίου*. Διπλωματική Εργασία, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στα Πληροφοριακά Συστήματα. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, 2018.

Φλουρής, Γ. (2003). *Σκέψεις για την αναζήτηση ενός πλαισίου επιμόρφωσης και δια βίου μάθησης των εκπαιδευτικών στην κοινωνία της γνώσης*. Αθήνα: Εκδόσεις Ατραπός.

Ξενόγλωσση

- Anderson, J., & Van Weert, T. (2002). *Communication Technologies in teacher education: A curriculum for schools and Programme of teacher development*. Paris: UNESCO. Ανακτήθηκε στις 28 Ιουνίου, 2019, από: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129538e.pdf>
- Ben-Ari, M. (2001). *Constructivism in Computer Science Education*, Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 20(1), 45-73.
- Blurton, C. (1999). *New directions in education*. In: UNESCO's World communication and information 1999-2000, pp. 46-61, Paris: UNESCO.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge: Harvard University Press.
- Cobb, P. (1991). Reconstructing elementary school mathematics. *Focus on Learning Problems*, 1991.
- Gray, D. L., & Smith, E. A. (2007). *Case studies in 21st century school administration: Addressing challenges for educational leadership*. USA: Sage Publications, Inc.
- Groves, S., & Stacey, K. (1990). Problem solving-a way to link mathematics to young children's reality. *Australian Journal of Early Childhood*, 1990.
- IEEE. (2002). *Draft Standard for Learning Object Metadata*. IEEE Standard 1484.12.1, New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers. Ανακτήθηκε στις 28 Ιουνίου, 2019, από: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/1484.12.1-2002.html>
- Kafai, Y., & Resnick, M. (1996). *Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Kahn, K. (1996). *Drawing on napkins, video-game animation, and other ways to program computers*. Communications of the ACM, 39(8), 49-59.
- Khvilon, E., & Patru, M. (2002). *Information and Communication Technologies in Teacher Education. A planning guide*. UNESCO Division of Higher Education, Paris.
- Knowles, M. S., Holton III, E.F., & Swanson, R.A. (1998). The Adult Learner (μτφρ. αποσπάσματος Θ. Αγγέλη, 2004). *Εκπαίδευση Ενηλίκων*, (1), 36-37.
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 10(4), 16.
- McGonigal, K. (2005). Διδασκαλία για το μετασχηματισμό: Από τη Μαθησιακή Θεωρία στις Διδακτικές Στρατηγικές. *Εκπαίδευση Ενηλίκων*, Vol 12 (3), 12-15.
- Means, B. (1994). *Introduction: Using technology to advance educational goals*. In B. Means eds. *Technology and education reform: The reality behind the promise* (pp. 1-21). San Francisco: Jossey-Bass.

- Meerbaum-Salant, O., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (2013). Learning computer science concepts with scratch. *Computer Science Education*, 23 (3), 239-264.
- Mezirow, J., & Συνεργάτες. (2007). *Η Μετασχηματιζουσα Μάθηση*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο.
- Monroy-Hernández, A. (2007, June). ScratchR: sharing user-generated programmable media. In *Proceedings of the 6th international conference on Interaction design and children* (pp. 167-168). ACM.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books, ISBN: 0-465-04627-4.
- Paterson, W., & Strickland, J. (1986). *Garbage In / Garbage Out: Evaluating Computer Software*, The English Record, 2nd quarter, σελ 11-15.
- Sharan, S. (1990). *Cooperative Learning, Theory and Research*. New York: Praeger Publishers.
- Skinner, B. F. (1968). *The Technology of Teaching*. New York: Meredith Corporation. pp. 61-2, 64-5, 155-8, 167-8.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Wright, B. (1994). Mathematics in the Lower Primary Years: A Research-based Perspective on Curricula and Teaching Practice. *Mathematics Education Research Journal*.
- Young-Loveridge, J. (1998). Is greater autonomy always in the best interests of children's mathematics learning? *Australian Journal of Early Childhood*.
- Zainally, H. (2008). Administration of faculties by information and communication technology and its obstacles. *International Journal of Education and Information Technologies*, 2(1).