



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

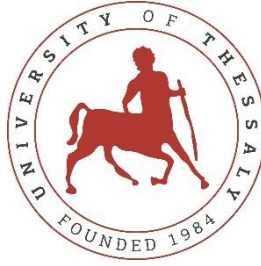
**ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΣ ΜΑΓΙΚΟΣ ΚΟΣΜΟΣ:
ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ
ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**

Διπλωματική Εργασία

Αναστάσης Βαρνάβα

Επιβλέπων: Τσαλαπάτα Χαρίκλεια

Ιανουάριος 2025



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

**MATHEMATICAL MAGIC WORLD:
EXPLORATION AND CHALLENGE FOR HIGH
SCHOOL STUDENTS**

Diploma Thesis

Anastasis Varnava

Supervisor: Tsalapata Chariclea

January 2025

Εγκρίνεται από την Επιτροπή Εξέτασης:

Επιβλέπουσα **Τσαλαπάτα Χαρίκλεια**

Ε.ΔΙ.Π, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος **Χροναίος Αλέξανδρος**

Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος **Θάνος Γεώργιος**

Ε.ΔΙ.Π. Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελούν αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλουν οποιασδήποτε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχουν έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Δηλώνω επίσης ότι τα αποτελέσματα της εργασίας δεν έχουν χρησιμοποιηθεί για την απόκτηση άλλου πτυχίου. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο/Η Δηλών/ούσα

Τσαλαπάτα Χαρίκλεια

Ονοματεπώνυμο Φοιτητή/ήτριας

Αναστάσης Βαρνάβα

DISCLAIMER ON ACADEMIC ETHICS AND INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

Being fully aware of the implications of copyright laws, I expressly state that this diploma thesis, as well as the electronic files and source codes developed or modified in the course of this thesis, are solely the product of my personal work and do not infringe any rights of intellectual property, personality and personal data of third parties, do not contain work / contributions of third parties for which the permission of the authors / beneficiaries is required and are not a product of partial or complete plagiarism, while the sources used are limited to the bibliographic references only and meet the rules of scientific citing. The points where I have used ideas, text, files and / or sources of other authors are clearly mentioned in the text with the appropriate citation and the relevant complete reference is included in the bibliographic references section. I also declare that the results of the work have not been used to obtain another degree. I fully, individually and personally undertake all legal and administrative consequences that may arise in the event that it is proven, in the course of time, that this thesis or part of it does not belong to me because it is a product of plagiarism.

The Declarant

Tsalapata Chareclea

Name of Student

Anastasis Varnava

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κυρία Τσαλαπάτα Χαρίκλεια για την πολύτιμη καθοδήγηση, την υποστήριξη καθώς και την εποικοδομητική κριτική την οποία μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου. Η συμβολή της υπήρξε μεγάλη για την εμβάθυνση και βελτίωση των ιδεών που παρουσιάζονται. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου η οποία στάθηκε δίπλα μου και με στήριζε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου

Μαθηματικός Μαγικός Κόσμος: Εξερεύνηση και Πρόκληση για Μαθητές Γυμνασίου

Αναστάσης Βαρνάβα

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την εκπαιδευτική αξία ενός ψηφιακού παιχνιδιού τύπου «escape room» στα μαθηματικά, επικεντρωμένου στην ύλη της Γ' Γυμνασίου. Η υλοποίηση αξιοποιεί το περιβάλλον Unity σε τρισδιάστατη μορφή και ενσωματώνει γρίφους από την Άλγεβρα, τη Γεωμετρία, τις Πιθανότητες και την Τριγωνομετρία. Θεωρητικά, η εργασία βασίζεται σε παιδαγωγικές προσεγγίσεις όπως ο εποικοδομητισμός (Papert, 1980), η θεωρία της ροής (Csikszentmihalyi, 1990) και η μάθηση βασισμένη στο παιχνίδι (Prensky, 2003). Οι μαθητές εμπλέκονται βιωματικά, ενεργοποιούν κριτική σκέψη και λογική επίλυση προβλημάτων, ενώ παράλληλα ενισχύεται η αυτονομία και η συνεργατικότητα. Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση προκύπτει ότι τα ψηφιακά escape rooms μπορούν να αυξήσουν το κίνητρο και την εστίαση των μαθητών, όμως απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό ώστε οι γρίφοι να αντιστοιχούν στην ηλικία και το γνωστικό τους επίπεδο. Η εφαρμογή που σχεδιάστηκε προσφέρει μια δομημένη σειρά γρίφων με δυνατότητα hints, διαβαθμισμένη δυσκολία και 3D εικονικό χώρο που ενισχύει την αίσθηση της εξερεύνησης. Προτάσεις μελλοντικής επέκτασης περιλαμβάνουν εξατομικευμένη ρύθμιση επιπέδου, πολλαπλούς παίκτες (multiplayer mode) και αξιοποίηση αναλυτικών δεδομένων για την πρόοδο των μαθητών. Συνολικά, το παιχνίδι «Μαθηματικός Μαγικός Κόσμος» συνιστά ένα επιπρόσθετο εργαλείο που μπορεί να υποστηρίξει τη συμβατική διδασκαλία

μαθηματικών, προσδίδοντας διαδραστικό και ψυχαγωγικό χαρακτήρα στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Λέξεις-κλειδιά:

Εκπαιδευτικά παιχνίδια, Ψηφιακό escape room ,Μαθηματικά Γυμνασίου,Unity, βιωματική μάθηση, κριτική σκέψη

Mathematical Magic World: Exploration and Challenge for High School Students

Anastasis Varnava

Abstract

This thesis focuses on the design, development, and educational impact of a digital escape room game aimed at 3th-grade Mathematics (lower secondary school). The game features a variety of puzzles related to Algebra, Geometry, Probability and Trigonometry, implemented in a 3D Unity environment. The proposed approach draws on constructivist learning theory (Papert,1980), the concept of flow (Csikszentmihalyi,1990), and game-based learning principles (Prensky,2003). Students are encouraged to develop critical thinking, problem-solving skills, and autonomy through an immersive storyline and interactive challenges. Existing research highlights that digital escape rooms can significantly boost student motivation and engagement, but also emphasizes the need for careful puzzle design associated with learners' age and prior knowledge. The developed application adopts a tiered difficulty system, provides hint-based feedback, and leverages 3D virtual space to enhance exploration. Upcoming work includes personalized difficulty levels, multiplayer modes for collaborative learning, and advanced analytics for monitoring student progress. In conclusion, the “Mathematical Magic World” game acts as a supplementary tool that enhances traditional mathematics instruction with an engaging and interactive learning experience.

Keywords:

Educational games, digital escape room, high school mathematics ,Unity, constructivist learning, critical thinking

Πίνακας περιεχομένων

<i>Ευχαριστίες</i>	vi
<i>Περίληψη</i>	vii
<i>Abstract</i>	ix
<i>Πίνακας περιεχομένων</i>	xi
<i>Κατάλογος εικόνων</i>	xiv
<i>Κατάλογος πινάκων</i>	xvi
<i>Συνοτομογραφίες</i>	xvii
<i>Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή</i>	1
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής.....	3
1.1.1 Συνεισφορά	5
1.2 Οργάνωση του τόμου	5
1.3 Βιωματικές και Διαθεματικές Μέθοδοι	6
1.4 Παρουσίαση του Προβλήματος και των Προκλήσεων	7
1.5 Ερευνητικά Ερωτήματα	8
1.6 Μαθηματικά και Δεξιότητες του 21ου Αιώνα	8
1.7 Διάσταση Μαθηματικού Άγχους και Επιπτώσεις στη Μάθηση	9
1.8 Διδακτικές Καινοτομίες, Σύγχρονες Τάσεις και Προκλήσεις.....	9
<i>Κεφάλαιο 2 Ψηφιακά Παιχνίδια και Εκπαίδευση</i>	11
2.1 Εισαγωγή.....	11
2.2 Χαρακτηριστικά και Κατηγορίες Εκπαιδευτικών Παιχνιδιών	12
2.3 Πλεονεκτήματα και Προκλήσεις Ένταξης στην Εκπαίδευση	13
2.4 Θεωρητικό Πλαίσια που Υποστηρίζουν την Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών Παιχνιδιών.....	15
2.5 Επισκόπηση Ερευνητικών Ευρημάτων: Μαθησιακή Απόδοση και Κίνητρο...	16

2.6 Μάθηση Βασισμένη στο Παιχνίδι και ο Εποικοδομητισμός	17
2.7 Θεωρία Αυτοδιάθεσης(Self Determination Theory) στα Ψηφιακά Παιχνίδια ...	18
2.8 Ψυχολογική Επίδραση των Ψηφιακών Παιχνιδιών στους Μαθητές	19
Κεφάλαιο 3 Παρόμοιες Ψηφιακές Εφαρμογές	20
3.1 Μαθησιακά Παιχνίδια Μαθηματικών: Ανασκόπηση Υφισταμένων Εργαλείων	20
3.2 Ψηφιακά Espace Rooms: Εφαρμογές, Δομή και Ρόλοι.....	20
3.3 Ακαδημαϊκές Δημοσιεύσεις για Ψηφιακά Escape Rooms και Μαθησιακά Παιχνίδια	21
3.4 Ενδεικτικά Ψηφιακά Παιχνίδια	24
3.5 Ανάλυση Υφιστάμενων Εφαρμογών: Case Studies	31
3.6 Εμβάθυνση στα Ψηφιακά Escape Rooms και στον Σχεδιασμό Γρίφων και Σταδιακά Δυσκολία	32
3.7 Ο Ρόλος του «Game Master»	33
Κεφάλαιο 4 Ανάπτυξη και Υλοποίηση της Προτεινόμενης Εφαρμογής	34
4.1 Εκπαιδευτικοί Στόχοι και Απαιτήσεις Σχεδιασμού	34
4.2 Σεναριογράφηση: Το «Escape Room» ως Μαθησιακή Εμπειρία	35
4.3 Τεχνολογίες και Εργαλεία	50
4.4 Προκλήσεις, Περιορισμοί και Προτάσεις Βελτίωσης.....	52
4.5 Παιδαγωγική Τεκμηρίωση των Γρίφων.....	52
4.6 Τεχνικές Gamification: Ενίσχυση Κινήτρων	53
Κεφάλαιο 5 Πρόταση για τη Χρήση σε Διαδικασίες Μάθησης και Αξιολόγηση	54
5.1 Χρήση σε Διαδικασίες Μάθησης.....	55
5.2 Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων	55
5.3 Πλαίσιο Ένταξης στα Ελληνικά Σχολεία	56
5.4 Επέκταση για Μελλοντική Πιλοτική Μελέτη	56
Κεφάλαιο 6 - Συμπεράσματα	57
6.1 Ανακεφαλαίωση Στόχων και Κύριων Συμπερασμάτων	57

6.2 Σύνοψη και Συμπεράσματα	57
6.3 Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	58
<i>Βιβλιογραφία</i>	60
<i>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</i>	62

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 3.1: Λόγοι για να παίξεις το παιχνίδι BreakOutEdu.....	25
Εικόνα 3.2: Η λίστα των παιχνιδιών της πλατφόρμας Genially.....	26
Εικόνα 3.3: Η πλατφόρμα Math playground με τις κατηγορίες των παιχνιδιών που περιέχει.	27
Εικόνα 3.4: Μια ερώτηση τις εφαρμογής MangaHigh.	28
Εικόνα 3.5: Ο χάρτης του παιχνιδιού DeckToys	29
Εικόνα 4.1: Το μήνυμα που άφησε ο δημιουργός του μουσείου.....	35
Εικόνα 4.2: Ο πρώτος γρίφος του παιχνιδιού.....	36
Εικόνα 4.3: Το μήνυμα και ο αριθμός στο έπιπλο	36
Εικόνα 4.4: Ο γρίφος με τις παράλληλες ευθείες.	37
Εικόνα 4.5: Ο γρίφος με την άγνωστη γωνία στα ισοσκελές τρίγωνα.	38
Εικόνα 4.6: Το μήνυμα στον τοίχο.	38
Εικόνα 4.7: Γρίφος πολλαπλής επιλογής στην ταυτότητα $(a+b)^2$	39
Εικόνα 4.8: Ο πρώτος αριθμός που βρίσκετε στο μπάνιο.	39
Εικόνα 4.9: Ο γρίφος πολλαπλής επιλογής για ισοσκελές τρίγωνο.	40
Εικόνα 4.10: Γρίφος πολλαπλής επιλογής.....	41
Εικόνα 4.11: Ο αριθμός στο ταβάνι	41
Εικόνα 4.12: Ο τρίτος αριθμός που πρέπει να συλλέξει ο μαθητής.	42
Εικόνα 4.13: Το μήνυμα βοήθειας που εμφανίζεται για να βοηθήσει των μαθητή..	43
Εικόνα 4.14: Δυναμική ερώτηση πολλαπλής επιλογής.....	44
Εικόνα 4.15: Το παιχνίδι με τα ζάρια.	44
Εικόνα 4.16: Τα στοιχεία στον τοίχο.	45
Εικόνα 4.17: Ο χάρτης που κρύβει τον γρίφο.	45
Εικόνα 4.18: Ο γρίφος του χάρτη.	46
Εικόνα 4.19: Ο γρίφος με την απόσταση δύο σημείων.....	46
Εικόνα 4.20: Ο γρίφος στην ντουλάπα.	47
Εικόνα 4.21: Η εξίσωση πρώτου βαθμού.	48
Εικόνα 4.22: Ο γρίφος που εμφανίζεται στην κουζίνα	48
Εικόνα 4.23: Ο τελευταίος γρίφος του παιχνιδιού.....	49

Εικόνα 4.24: Hint που δίνεται σε περίπτωση λάθους.	50
Εικόνα 4.25: Το περιβάλλον της πλατφόρμας Unity.....	51
Εικόνα 4.26: Unity Asset Store.....	51

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 2.1: Θεωρίες Μάθησης και Εφαρμογές τους στα Παιχνίδια Εκπαίδευσης	15
Πίνακας 3.1: Συγκριτικός πίνακας εφαρμογών	30

Συντομογραφίες

βλπ βλέπε

κ.λπ. και λοιπά

κ.ο.κ και ούτω καθεξής

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Τα μαθηματικά αποτελούν ένα από τα κεντρικά γνωστικά αντικείμενα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης προσφέροντας τα θεμέλια για την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της επίλυσης προβλημάτων και της λογικής. Ωστόσο, οι μαθητές παρουσιάζουν συχνά χαμηλό ενδιαφέρον και κίνητρο, ειδικά κατά την διάρκεια της φοίτησής τους στη Γ΄ Γυμνασίου, όπου η ύλη περιλαμβάνει πιο αφηρημένες έννοιες (άλγεβρα, τριγωνομετρία, γεωμετρία). Η ελλιπής εμπλοκή των μαθητών αλλά και η δυσκολία σύνδεσης των εννοιών με την καθημερινή ζωή μας φέρνουν στο συμπέρασμα ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι και προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται σήμερα, αδυνατούν να κινητοποιήσουν τους μαθητές. Η διδασκαλία των μαθηματικών σήμερα στηρίζεται σε διαλέξεις, βασισμένες σε σχολικά εγχειρίδια και τυπικές ασκήσεις γεγονός το οποίο οδηγεί τις περισσότερες φορές σε παθητική μάθηση. Αντιθέτως, μελέτες υποδεικνύουν ότι η ενεργητική ενασχόληση των μαθητών σε εκπαιδευτικά escape rooms βελτιώνει κατά ποσοστό της τάξεως του 20-30% την κατανόηση θεμελιωδών αλγεβρικών εννοιών (Pan & Nebel,2022). Επιπλέον, η ενσωμάτωση στοιχείων αφήγησης και η επαφή με «ρεαλιστικά σενάρια» μειώνει την αίσθηση άγχους που προκαλεί η παραδοσιακή μορφή διδασκαλίας, οδηγώντας σε πιο θετική στάση απέναντι στο μάθημα (Tsai, Chang & Shih,2022). Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η αξιοποίηση ψηφιακών παιχνιδιών δεν αποτελεί απλώς μια εναλλακτική μορφή ψυχαγωγίας, αλλά έναν πιθανό δρόμο για την αναβάθμιση της μαθησιακής εμπειρίας πράγμα που αποτέλεσε το έναυσμα για την συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Στην παρούσα φάση, έχει ανοίξει ο δρόμος για την υλοποίηση πιο σύγχρονων και ταυτόχρονα αποτελεσματικών μεθόδων διδασκαλίας, μέσα από την χρήση των νέων τεχνολογιών. Έτσι, η αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων όπως λογισμικών και κυρίως ψηφιακών παιχνιδιών επιφέρουν μια πιο δυναμική, ελκυστική και φιλική προς τον χρήστη εμπειρία μάθησης.

Σήμερα, οι μαθητές ανήκουν πλέον στη γενιά που αποκαλείται “digital natives”, δηλαδή έχουν αναπτύξει δεξιότητες πολυδιεργασίας και άμεση εξοικείωση με τις ηλεκτρονικές συσκευές (Prensky,2003). Όμως, παρά τη θετική σχέση που έχουν οι έφηβοι με την τεχνολογία, η διδασκαλία των Μαθηματικών συχνά παραμένει σε μεθόδους απομνημόνευσης ή σε απλές διαλέξεις (Felder&Brent, 2016). Τα σχολικά εγχειρίδια δεν εφαρμόζουν αποτελεσματικά τις αφηρημένες μαθηματικές έννοιες με τις εφαρμογές τους σε πραγματικά ή ψηφιακά σενάρια (Dean, Hubbell, Pitler, Stone, 2012). Έρευνα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου Ελλάδος (2023), υποστηρίζει ότι το 62% των μαθητών Γυμνασίου στην Ελλάδα υποστηρίζει ότι η Τριγωνομετρία και η Γεωμετρία είναι «δύσκολες» ή ακόμη και «ακατανόητες» έννοιες, καθώς διδάσκονται αποκλειστικά με τον παραδοσιακό τρόπο. Ταυτόχρονα, το 15% των μαθητών μπαίνει στη διαδικασία αναζήτησης εναλλακτικών προσεγγίσεων, όπως διαδραστικές δραστηριότητες ή εκπαιδευτικά παιχνίδια, ώστε να είναι πιο ελκυστικό το μάθημα (Borrego, Fernandez, Blanes, Robles,2019).

Η διδασκαλία των μαθηματικών, στην ελληνική κοινωνία, περιορίζεται σε μεθόδους που βασίζονται στην παραδοσιακή διάλεξη και την επίλυση μεμονωμένων ασκήσεων (Borrego et al., 2019). Το μοντέλο αυτό, πέραν του ότι έχει μακρά ιστορία, δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της γενιάς του digital natives, στο οποίο αναπτύχθηκαν δεξιότητες και προσδοκίες διαφορετικές σε σχέση με παλαιότερες γενιές (Prensky,2003). Ως αποτέλεσμα, μεγάλος αριθμός μαθητών αισθάνεται ότι τα μαθηματικά δεν συνδέονται καθόλου με την καθημερινότητα τους και θεωρεί πως πρόκειται για αφηρημένες έννοιες, χωρίς πρακτική αξία (Tsai et al.,2022). Οι μαθητές της Γ΄ Γυμνασίου αντιμετωπίζουν πιο προχωρημένα θέματα, όπως τριγωνομετρία ή εξισώσεις με δύο αγνώστους, τα οποία διδάσκονται σε έντονα θεωρητικό πλαίσιο ή απλές πράξεις. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι η προσοχή τους να αποσπάται εύκολα και να μειώνεται σημαντικά η συμμετοχή τους στην τάξη (Borrego et al.,2019). Η αναζήτηση νέων εναλλακτικών διδακτικών προσεγγίσεων, θα ενεργοποιήσουν τους εφήβους και θα τους ενθαρρύνουν να μάθουν δια μέσω της πράξης, επιπλέον, θα μειώσουν το άγχος των παραδοσιακών διαγωνισμάτων και εξετάσεων (Pan & Nebel,2022).

Σε αυτό το πλαίσιο, η ιδέα των ψηφιακών παιχνιδιών και συγκεκριμένα των “escape rooms”, είναι ικανή να προσφέρει νέα οπτική στη διδασκαλία (Hogle,1996). Συγκεκριμένα η ανάπτυξη του «Μαθηματικού Μαγικού Κόσμου», μπορεί να συμβάλει θετικά σε αυτή την αλλαγή, προσφέροντας μια μαθησιακή εμπειρία που συνδυάζει αφήγηση, εξερεύνηση, συνεργασία και στοχευμένους γρίφους στην ύλη της Γ΄ Γυμνασίου. Οι Veldkamp, van de Grint, και Knippels (2020) υποστηρίζουν ότι τα escape rooms αναγκάζουν τους μαθητές να εφαρμόσουν ενεργά τη γνώση τους, να συνεργαστούν και να πειραματιστούν, πριν καταλήξουν στην τελική τους απάντηση. Η βιωματική αυτή προσέγγιση έχει την δυνατότητα να λειτουργήσει ως “γέφυρα” θεωρίας και πράξης (Kafai & Resnick,1996). Έτσι η εργασία αυτή δεν αποτελεί απλά μια τεχνολογική καινοτομία, αλλά μια παιδαγωγική πρόταση που διαμορφώνει ένα διαφορετικό και αποτελεσματικό μοντέλο μάθησης (Kafai & Resnick,1996).

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής

Τα τελευταία χρόνια η εκπαιδευτική κοινότητα επιζητά καινοτόμους μεθόδους για την ποιοτικότερη καθώς και αποτελεσματικότερη διδασκαλία των μαθηματικών, κυρίως σε τάξεις Γυμνασίου, όπου οι απαιτήσεις πολλαπλασιάζονται και τα αντικείμενα είναι σαφώς πιο αφηρημένα. Παράλληλα, η εξοικείωση των μαθητών με την τεχνολογία προσφέρει την χρυσή ευκαιρία αξιοποίησης των ψηφιακών εργαλείων, τα οποία είναι ικανά να διεγείρουν το ενδιαφέρον τους και ταυτόχρονα να βελτιώσουν σημαντικά την ποιότητα της μαθησιακής διαδικασίας (Prensky,2003). Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό τη δημιουργία ενός ψηφιακού τρισδιάστατου τύπου escape room παιχνιδιού που στοχεύει στην αφομοίωση βασικών θεματικών ενοτήτων της Γ΄ Γυμνασίου στα μαθηματικά. Η προσέγγιση αυτή ανατρέπει την συνηθισμένη ροή διδασκαλίας παραθέτοντας μια πιο διαδραστική, βιωματική και δημιουργική μέθοδο. Η εφαρμογή αξιοποιεί θεμελιώδεις έννοιες της ύλης (Άλγεβρα, Γεωμετρία, Πιθανότητες, Τριγωνομετρία) τις οποίες οι χρήστες προσεγγίζουν μέσω γρίφων, κρυμμένων κωδικών και άλλων διαδραστικών προκλήσεων, οι οποίες οδηγούν στη διαφυγή από ένα εικονικό τρισδιάστατο μαθηματικό μουσείο. Μέσω της εφαρμογής που παρουσιάζεται, οι

μαθητές έχουν την δυνατότητα να οπτικοποιήσουν καλύτερα τα σχήματα και να αλληλοεπιδράσουν με αυτά. Ακόμη η δυνατότητα να εισάγουν δεδομένα και να λύσουν εξισώσεις σε πραγματικό χρόνο, ενισχύει την αίσθηση του πειραματισμού και καθιστά την μάθηση πιο ουσιαστική και ταυτόχρονα βιωματική. Τα τελευταία χρόνια, πολλές μελέτες υποστηρίζουν πως τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να βελτιώσουν αισθητά τις επιδόσεις των μαθητών σε αλγεβρικές δεξιότητες (Pan & Nebel, 2022) και στη κατανόηση γεωμετρικών εννοιών (Tsai et al., 2022).

Οι στόχοι που ορίστηκαν, για την συγκεκριμένη εργασία, αποτελούνται από πολλά χαρακτηριστικά και παρουσιάζονται συνοπτικά σε αυτήν την παράγραφο. Αρχικά, η ενίσχυση της διαδραστικής εμπλοκής των μαθητών σε γρίφους, μετατρέπουν τις αφηρημένες έννοιες της Άλγεβρας, Γεωμετρίας και Τριγωνομετρίας, σε ενθουσιασμό και ενεργητική διερεύνηση ή ανακάλυψη (Dean et al., 2012). Επιπλέον, ο σχεδιασμός ενός τρισδιάστατου παιχνιδιού μαθηματικών, αξιοποιεί την τεχνολογική εξοικείωση των μαθητών και ταυτόχρονα τους προκαλεί το αίσθημα της εξερεύνησης (Felder & Brent, 2016). Ακόμη, ως βασικός στόχος, ορίστηκε το να παραμένει το ενδιαφέρον αμείωτο και να αποτρέπει την αποθάρρυνση, μέσω της κλιμακωτής δυσκολίας και της παροχής στοιχείων-hints (Csikszentmihalyi, 1990). Στους προηγούμενους στόχους προστίθεται και η επίλυση προβλημάτων με συνεργασία αφού, παρόλο που το παιχνίδι μπορεί να παιχτεί ατομικά, σχεδιάστηκε με τρόπο που να ενθαρρύνει την συζήτηση και την ομαδική επίλυση γρίφων. Επιπλέον, η εφαρμογή στοχεύει να ενταχθεί σε πραγματικές συνθήκες διδασκαλίας, λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμένο χρόνο διδασκαλίας. Έτσι, μέσω της δημιουργίας ενός δομημένου δωματίου διαφυγής, όπου τα μαθηματικά προβλήματα δεν λειτουργούν απλά ως κουίζ, αλλά συνδέονται αρμονικά με την αφήγηση και την εξερεύνηση που προσφέρεται μέσω του 3D κόσμου, ο μαθητής βιώνει το μάθημα σαν ένα κρυφό μυστήριο που ξεδιπλώνεται βήμα-βήμα.

1.1.1 Συνεισφορά

1. Θεωρητική Αποτύπωση: Μελετώνται εκτενώς οι παιδαγωγικές αρχές και θεωρίες (π.χ. ροή) που τεκμηριώνουν τη χρήση ψηφιακών παιχνιδιών στην εκπαίδευση.
2. Σχεδιασμός Γρίφων: Σχεδιάστηκε ένα ολοκληρωμένο σενάριο γρίφων το οποίο προσαρμόζεται στο επίπεδο δυσκολίας και των ενοτήτων του Αναλυτικού Προγράμματος των Μαθηματικών της Γ΄ Γυμνασίου.
3. Αποτελείται από ασκήσεις επίλυσης εξισώσεων , αναγνώριση γεωμετρικών ιδιοτήτων, υπολογισμούς πιθανοτήτων και βασικές τριγωνομετρικές σχέσεις
4. Ανάπτυξη Εφαρμογής: Υλοποιείται το παιχνίδι στο περιβάλλον του εργαλείου Unity, αξιοποιώντας C# scripts για την προσθήκη λογικής και αλληλεπίδρασης με οπτική και ηχητική ανάδραση ενισχύοντας την εμπειρία μάθησης και ενισχύοντας το ενδιαφέρον των μαθητών.
5. Παιδαγωγική Σκοπιμότητα: Τεκμηριώνεται ο τρόπος με τον οποίο η εφαρμογή μπορεί να εισχωρήσει στο σχολικό περιβάλλον, λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμένο διδακτικό χρόνο , τα αναλυτικά προγράμματα και το επίπεδο ψηφιακών δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών και των μαθητών.
6. Προτάσεις Βελτίωσης: Καταγράφονται προτάσεις για τον περεταίρω εμπλουτισμό της εφαρμογής, τη διεύρυνσή της σε άλλες μαθησιακές ενότητες και τρόποι αξιοποίησης μεθόδων εξατομίκευσης, σύμφωνα με τις επιδόσεις των μαθητών.

1.2 Οργάνωση του τόμου

Στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζεται το πλαίσιο της έρευνας, ο σκοπός και οι βασικές ερευνητικές επιδιώξεις της διπλωματικής εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 2 εξετάζονται οι αρχές σχεδιασμού και οι θεωρίες που υπάρχουν στα εκπαιδευτικά παιχνίδια, καθώς επίσης γίνεται αναφορά στις κυρίες κατηγορίες, στα πλεονεκτήματα που προσφέρουν και στις δυσκολίες υλοποίησής τους.

Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται μια συνοπτική επισκόπηση σε υπάρχουσες ψηφιακές εφαρμογές τόσο στο χώρο των μαθηματικών παιχνιδιών όσο και στα ψηφιακά escape rooms. Παράλληλα, σημειώνονται κενά και πεδία βελτίωσης.

Στο Κεφάλαιο 4 γίνεται λεπτομερές ανάλυση της προτεινόμενης εφαρμογής, παρουσιάζονται οι επιδιωκόμενοι εκπαιδευτικοί στόχοι, το σενάριο (storytelling) των γρίφων, οι τεχνολογίες που αξιοποιούνται καθώς και οι περιορισμοί και προκλήσεις που προέκυψαν κατά την ανάπτυξη.

Στο Κεφάλαιο 5 γίνεται ανακεφαλαίωση βασικών συμπερασμάτων που αφορούν την χρήση ψηφιακών δωματίων διαφυγής στην διδασκαλία των μαθηματικών. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται κρίσιμες διαπιστώσεις ως προς την μελλοντική εξέλιξη της εφαρμογής.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 6 συνοψίζονται τα ουσιαστικά σημεία της διπλωματικής και προτείνονται συγκεκριμένες κατεύθυνσής για επεκτάσεις και περαιτέρω εφαρμογές.

1.3 Βιωματικές και Διαθεματικές Μέθοδοι

Σε μελέτες που έγιναν, σχετικά με την εκπαιδευτική διαδικασία, επισημαίνεται συνεχώς η σημασία των βιωματικών και διαθεματικών προσεγγίσεων (Dean et al., 2012 & Kapp, 2012). Με αυτόν τον τρόπο, ο μαθητής μπαίνει στην διαδικασία να ανακαλύψει, να συνεργαστεί και να συνδυάσει, νέες και υπάρχουσες γνώσεις (Piaget, 1977), αντί να περιορίζεται σε θεωρητικά σχήματα ή παθητική ακρόαση. Ένα ψηφιακό escape room στην πράξη επιτρέπει εναλλαγή ρόλων και δοκιμή διαφόρων στρατηγικών.

Σύμφωνα με τη Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης (Zone of Proximal Development – ZPD) και τη Συνεργατική Μάθηση του Vygotsky (1978), η μάθηση έχει καλύτερα αποτελέσματα όταν οι μαθητές εργάζονται σε ένα επίπεδο λίγο πιο πάνω από τις ικανότητές τους, με την καθοδήγηση κάποιου που είναι πιο έμπειρος. Συγκεκριμένα, οι μαθητές μπορούν να χωριστούν σε ομάδες μικτών ικανοτήτων, όπου οι πιο ικανοί μαθητές στην άλγεβρα αναλαμβάνουν τις εξισώσεις, ενώ οι μαθητές που έχουν περισσότερες δυνατότητες στη γεωμετρία, επιλύουν τριγωνομετρικά προβλήματα. Εκτός από την απλή διάκριση σε Άλγεβρα και Γεωμετρία, μπορούν να

δημιουργηθούν ψηφιακά escape rooms και σε άλλες διαθεματικές έννοιες, όπως η Ιστορία των μαθηματικών (π.χ. αναφορές σε αρχαίους Έλληνες μαθηματικούς) ή η Τέχνη (συμμετρία, συνδυασμοί χρωμάτων με γεωμετρικά σχήματα) (Kafai & Resnick,1996).

Αυτές οι μορφές βιωματικής διδασκαλίας ενισχύουν την γνώση αλλά ταυτόχρονα και τις μεταγενέστερες δεξιότητες (Felder & Brent,2016). Στο πλαίσιο του παιχνιδιού, ο μαθητής καλείται να διορθώσει τα λάθη του και κατά συνέπεια να αποκτήσει βαθύτερη κατανόηση των εννοιών που μελετά. Με αυτό το τρόπο ενισχύεται η αυτορρύθμιση και η μεταγνωστική ικανότητα των μαθητών (Piaget,1977).

1.4 Παρουσίαση του Προβλήματος και των Προκλήσεων

Πάρα τις δυνατότητες των ψηφιακών παιχνιδιών, η ένταξη τους στο σχολικό περιβάλλον παρουσιάζει προκλήσεις. Αφενός, ο εκπαιδευτικός χρόνος είναι συγκεκριμένος και περιορισμένος (Veldkamp et al.,2020), οπότε ο σχεδιασμός και η δημιουργία ενός ψηφιακού escape room προϋποθέτει προσεκτική προετοιμασία. Αφετέρου, οι σχολικές υποδομές (π.χ. εργαστήρια με συγχρόνους υπολογιστές) δεν είναι πάντα υπάρχουσες ή οι κατάλληλες (Borrego et al.,2019). Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί συχνά δεν διαθέτουν το επιθυμητό επίπεδο επιμόρφωσης ή διαθέσιμο χρόνο ώστε να εκπαιδευτούν στις νέες τεχνολογίες. Παράλληλα, έχει παρατηρηθεί ότι κάποιοι μαθητές χωρίς υποστήριξη (π.χ. καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό ή hints), αποθαρρύνονται μπροστά σε ένα δύσκολο γρίφο (Pan & Nebel,2022). Έτσι, η μαθησιακή εμπειρία μπορεί να καταλήξει να γίνει βαρετή ή να προκαλέσει εκνευρισμό. Όμως, παρά τα εμπόδια, η προοπτική καλύτερης εμπέδωσης των αφηρημένων μαθηματικών εννοιών με παιγνιώδη τρόπο μπορεί να δημιουργήσει σημαντικό κίνητρο για την ανάπτυξη αυτού του είδους εργαλείων (Gee,2003). Ταυτόχρονα, η διαβάθμιση της δυσκολίας, σύμφωνα με τη Θεωρία της Ροής (Csikszentmihalyi,1990) είναι εξίσου σημαντική, αφού το άτομο εστιάζει στη δραστηριότητα με την οποία ασχολείται, προσηλώνεται πλήρως σε αυτήν, και βιώνει παράλληλα θετικά συναισθήματα.

1.5 Ερευνητικά Ερωτήματα

Σύμφωνα με τις προκλήσεις που προαναφέρθηκαν, η παρούσα εργασία στοχεύει να δώσει απαντήσεις σε τρία ερευνητικά ερωτήματα. Αρχικά, στόχο έχει να απαντήσει στο πώς μπορεί ένα ψηφιακό escape room να καλύψει κενά στην διδασκαλία των Μαθηματικών της Γ΄ Γυμνασίου (Papert, 1980). Στη συνέχεια, θα παρουσιάσει τα παιδαγωγικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι πιο αποτελεσματικά για τη μέγιστη εμπλοκή των μαθητών (Dean et al., 2012). Τέλος, θα προτείνει τρόπους με τους οποίους μπορεί να αντιμετωπιστεί η έλλειψη χρόνου και υποδομών στις σχολικές τάξεις. Οι απαντήσεις που θα προκύψουν εντάσσονται σε ένα σύγχρονο παιδαγωγικό πλαίσιο, όπου η μάθηση δεν είναι παθητική αλλά είναι ενεργή διαδικασία διερεύνησης και ανακάλυψης.

1.6 Μαθηματικά και Δεξιότητες του 21ου Αιώνα

Η αξιοποίηση των μαθηματικών στην καθημερινή ζωή δεν περιορίζεται μόνο στην λογιστική ή σε μετρήσεις, αλλά προσφέρει δεξιότητες στη λήψη αποφάσεων, στην αναγνώριση προτύπων και στην μοντελοποίηση (Dean et al., 2012). Στα αποτελέσματα του διαγωνισμού PISA (OECD, 2022), παρατηρήθηκε πως οι μαθητές μεταξύ των ηλικιών 13 με 15 παρουσιάζουν δυσκολία στην εφαρμογή βασικών μαθηματικών δεξιοτήτων σε ρεαλιστικά προβλήματα. Ταυτόχρονα, το γεγονός αυτό αναδεικνύεται και από έρευνες του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου (2003), που παρουσιάζουν πως το 58% των μαθητών Γυμνασίου στην Ελλάδα εμφανίζει χαμηλό ενδιαφέρον για τα Μαθηματικά. Αντίθετα, οι μαθητές που έχουν θεμέλια στις γνώσεις άλγεβρας και γεωμετρίας, έχουν την δυνατότητα να επιλύσουν ευκολότερα πρακτικά προβλήματα στην καθημερινή ζωή (π.χ. υπολογισμός ποσοτήτων υλικών), να διαχειρίζονται πιθανούς κινδύνους, αλλά ταυτόχρονα διαθέτουν καλή κρίση σε κοινωνικές καταστάσεις (Felder & Brent, 2016). Με αυτές τις δεξιότητες ένας μαθητής χτίζει τον χαρακτήρα του και ετοιμάζεται ως πολίτης να ενταχθεί στην κοινωνία. Έτσι, θα αυξάνεται η κριτική σκέψη και η συνεργασία ανάμεσα στους πολίτες (Kafai & Resnick, 1996).

Επιπλέον, η πρακτική εφαρμογή σε σχέση με τη θεωρητική διδασκαλία είναι προφανές αποτελεσματικότερη. Έτσι, η καινοτομία των εκπαιδευτικών παιχνιδιών

και ιδιαίτερα των ψηφιακών δωματίων διαφυγής επιδιώκει να γεμίσει το κενό, προσφέροντας έντονη αλληλεπίδραση, εξερεύνηση και δημιουργική επίλυση προβλημάτων (Prensky,2003).

1.7 Διάσταση Μαθηματικού Άγχους και Επιπτώσεις στη Μάθηση

Παράλληλα με το ζήτημα που αφορά το μειωμένο ενδιαφέρον των μαθητών (Prensky,2003), η σχολική κοινότητα παρουσιάζει έντονα το φαινόμενο του μαθηματικού άγχους (math anxiety). Το μαθηματικό άγχος χαρακτηρίζεται από αισθήματα ανησυχίας, έντασης και φόβου, που βιώνουν οι έφηβοι όταν έρχονται σε επαφή με μαθηματικά προβλήματα (Felder & Brent,2016). Αυτό, πολλές φορές οδηγεί τους μαθητές σε αποφυγή ή επιφανειακή προσέγγιση των εννοιών με αποτέλεσμα να αδυνατούν να κατανοήσουν βασικές έννοιες. Οι κύριοι παράγοντες που οδηγούν στο μαθηματικό άγχος παρουσιάζονται συνοπτικά. Αρχικά, πολλοί μαθητές αισθάνονται ότι τα Μαθηματικά τιμωρούν, αφού με τα λάθη τους, κρίνονται με χαμηλή βαθμολογία, γεγονός που οδηγεί σε φόβο και ανησυχία. Επίσης, πολλές φορές η διδασκαλία γίνεται μονοδιάστατα, δηλαδή με την παραδοσιακή παρουσίαση στον πίνακα και την παπαγαλία μαθηματικών τύπων, κάνοντας έτσι το μάθημα βαρετό. Με αυτό τον τρόπο, οι μαθητές αδυνατούν να κατανοήσουν και να αφομοιώσουν τις βασικές έννοιες και να τις συνδέσουν με πρακτικές εφαρμογές. Το γεγονός αυτό είναι εξαιρετικά ανησυχητικό, καθώς οι ενότητες που διδάσκονται στη Γ΄ Γυμνάσιου, αποτελούν τη γέφυρα για το Λύκειο.

1.8 Διδακτικές Καινοτομίες, Σύγχρονες Τάσεις και Προκλήσεις

Στην εποχή της τεχνολογικής ανάπτυξης, η έννοια του ψηφιακού γραμματισμού (digital literacy), είναι ο βασικός πυλώνας στις εκπαιδευτικές πρακτικές. Οι έφηβοι ως “digital natives” (Prensky,2003), έχουν επαφή με πολλά ψηφιακά εργαλεία από μικρότερες ηλικίες, γεγονός που ανεβάζει τις προσδοκίες τους κατά την ψηφιακή μαθησιακή διαδικασία. Το digital natives δεν αφορά μόνο την ικανότητα χρήσης συσκευών, αλλά μέσα από μελέτες αποδείχθηκε ότι συμβάλει και στην ανάπτυξη γνωστικών και μετά-γνωστικών δυνατοτήτων. Συγκεκριμένα, κατά την επίλυση

προβλημάτων αναπτύσσεται η κριτική σκέψη, η ικανότητα ανάκτησης αξιόπιστων πληροφοριών καθώς και η συνεργασία σε ψηφιακά περιβάλλοντα (Dean, Hubbell, Pitler, Stone, 2012). Το ψηφιακό περιβάλλον πρέπει να μπορεί να προσαρμόσει την δυσκολία των ασκήσεων, για να απευθύνεται σε όλους τους μαθητές. Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό να υπάρχει κίνητρο, κάτι που επιτυγχάνεται μέσω της άμεσης ανατροφοδότησης, έτσι ώστε να ενισχύεται το ενδιαφέρον και να μειώνεται το μαθησιακό άγχος. Επιπρόσθετα μέσω των γραφικών, του ήχου και της κίνησης ο μαθητής μπορεί να κατανοήσει πιο εύκολα τις δύσκολες μαθηματικές έννοιες. Σε αυτό το πλαίσιο το παιχνίδι «Μαθηματικός Μαγικός Κόσμος», αποτελεί ένα πρακτικό παράδειγμα ενσωμάτωσης του ψηφιακού γραμματισμού, προσφέροντας αυξημένο κίνητρο και ταυτόχρονα πλήρη, βιωματική συμμετοχή από τον μαθητή.

Κεφάλαιο 2 Ψηφιακά Παιχνίδια και Εκπαίδευση

2.1 Εισαγωγή

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει ανοίξει τον δρόμο για την αξιοποίηση των ψηφιακών εργαλείων στη μαθησιακή διαδικασία (Kapp,2012). Συγκεκριμένα τα ψηφιακά παιχνίδια θεωρούνται πλέον από τα πιο καινοτόμα μέσα προσέγγισης της νέας γενιάς, η οποία έχει μεγαλώσει μέσα σε μια ψηφιακή κουλτούρα (Prensky,2003). Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια συνδέονται με θεωρητικούς όρους όπως ο εποικοδομητισμός (constructivism), που παρουσιάζει ότι η γνώση οικοδομείται ενεργητικά από τους μαθητές μέσα από την διαδικασία ανακάλυψης (Papert,1980). Ταυτόχρονα η θεωρία της ροής του Csikszentmihalyi (1990) τονίζει ότι οι μαθητές νιώθουν το αίσθημα εμβύθισης όταν το επίπεδο δυσκολίας των γρίφων ταιριάζει με τις ικανότητές τους. Αντίθετα, αν οι ασκήσεις είναι υπερβολικά εύκολες ή δύσκολες, οι μαθητές θα χάσουν γρήγορα το ενδιαφέρον τους (Souza & de Azevedo,2021). Στην πράξη, οι μαθητές διαθέτουν διαφορετικές δεξιότητες και ικανότητες, παραδείγματος χάρη κάποιοι θα κατανοούν γρήγορα εξισώσεις πρώτου βαθμού, ενώ άλλοι προβλήματα τριγωνομετρία. Έτσι, επιβάλλεται η εφαρμογή διαβαθμισμένων επιπέδων δυσκολίας μέσω των οποίων όσοι έχουν προχωρημένες γνώσεις να μην χάσουν το ενδιαφέρον τους, ενώ άλλοι οι οποίοι υστερούν σε κάποιες, να μην απογοητευτούν. Οι διαδοχικές προκλήσεις σε συνδυασμό με επαρκείς μηχανισμούς ανατροφοδότησης με hints, προσφέρει μια κατάσταση ροής κατά την οποία οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται τον χρόνο ως πίεση αλλά ως μέρος της διαδικασίας (Pan & Nebel,2022). Κυρίως στα μαθηματικά η ροή εφαρμόζεται όταν ο μαθητής δοκιμάζει, διορθώνει, αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον και φτάνει στην σωστή λύση, μέσα από μια διασκεδαστική αλλά ταυτόχρονα εκπαιδευτική εμπειρία (Gee,2003). Επίσης, η προσέγγιση αυτή ανταποκρίνεται στις αρχές της βιωματικής μάθησης (Papert,1980), όπου η γνώση χτίζεται διαδοχικά με δοκιμές. Αντίθετα με το παρελθόν όπου ο εκπαιδευτικός ήταν ο μόνος που παρείχε την γνώση, τα σύγχρονα εκπαιδευτικά παιχνίδια προσφέρουν τη δυνατότητα αυτόματης ανατροφοδότησης, επανάληψης και προσωποποιημένης βοήθειας. Επίσης ο Kapp (2012) υποστηρίζει ότι, η έννοια του game-based learning ταυτίζεται άμεσα με τον σχεδιασμό μηχανών αλληλεπίδρασης και επιβράβευσης.

2.2 Χαρακτηριστικά και Κατηγορίες Εκπαιδευτικών Παιχνιδιών

Ένα εκπαιδευτικό ψηφιακό παιχνίδι διακρίνεται από διάφορα χαρακτηριστικά που το καθιστούν αποτελεσματικό εργαλείο μάθησης. Αρχικά, ένα εκπαιδευτικό ψηφιακό παιχνίδι, περιέχει σαφείς στόχους και κανόνες ώστε να γνωρίζουν οι μαθητές ακριβώς ποιο αποτέλεσμα ζητείται από αυτούς να επιτύχουν ενώ ταυτόχρονα οι κανόνες ορίζουν το πλαίσιο δράσης. Επιπρόσθετα, παρέχεται η δυνατότητα άμεσης ανατροφοδότησης αφού μέσα από το παιχνίδι ο μαθητής παίρνει άμεση πληροφόρηση για τις σωστές ή λανθασμένες ενέργειες του, έτσι που να βελτιώνει συνεχώς τις επιδόσεις του (Gee,2003). Επίσης, το παιχνίδι πρέπει να έχει προοδευτική αύξηση δυσκολίας, για να διατηρείται το ενδιαφέρον αμείωτο και να αποφεύγονται φαινόμενα υπερβολικού άγχους ή βαρεμάρας (flow). Εκτός από την ελεγχόμενη πρόκληση και κλιμάκωση της δυσκολίας, ένα παιχνίδι είναι απαραίτητο να παρέχει αισθητική παρουσίαση και πλοκή, αφού τα χαρακτηριστικά αυτά είναι κρίσιμα για την δημιουργία μιας βιωματικής εμπειρίας που θα δρα θετικά για κάθε χρήστη της εφαρμογής.

Γενικά στα εκπαιδευτικά παιχνίδια αλλά και στα ψηφιακά escape room σημαντικό είναι να υπάρχουν σαφείς μαθησιακοί στόχοι, περιγραφική αφήγηση και ταυτόχρονα κλιμακωτή πρόκληση (Kafai & Resnick,1996). Ταυτόχρονα η θεωρία της ροής του Csikszentmihalyi (1990) τονίζει ότι οι μαθητές νιώθουν το αίσθημα εμπύθισης όταν το επίπεδο δυσκολίας των γρίφων ταιριάζει με τις ικανότητες τους. Αντίθετα, αν οι ασκήσεις είναι υπερβολικά εύκολες ή δύσκολες, ο μαθητής θα χάσει γρήγορα το ενδιαφέρον του (Souza & de Azevedo,2021).

Τα παιχνίδια διακρίνονται σε κατηγορίες τύπου quiz-based, RPG (role-playing games), simulation-based και τα escape rooms που επικεντρώνονται στην επίλυση διαδοχικών και ταυτόχρονα συνδεδεμένων γρίφων (Pan & Nebel,2022).

Κάθε κατηγορία εκπαιδευτικού παιχνιδιού, αποσκοπεί στην προώθηση διαφορετικών παιδαγωγικών στόχων. Αρχικά, τα Quiz-Based παιχνίδια δομούνται συνήθως με σύντομες ερωτήσεις (πολλαπλής επιλογής ή σωστό-λάθος) και ταυτόχρονα παρέχουν την δυνατότητα ανατροφοδότησης. Τις περισσότερες φορές χρησιμοποιούνται για σκοπούς επανάληψης ή για γρήγορη αξιολόγηση των

μαθητών. Ο Prensky (2003), υπογραμμίζει ότι, τέτοιου είδους παιχνίδια χρησιμοποιούνται για «digital natives», αφού παρέχουν σύντομα, παιγνιώδη κουίζ, τα οποία δεν κουράζουν και κρατούν το ενδιαφέρον υψηλό. Παρόλα αυτά, συχνά λείπει το στοιχείο της αφήγησης ή η βαθύτερη σύνδεση των μαθητών με σύνθετες δεξιότητες (Borrego et al.,2019). Τα παιχνίδια RPG (Role-Playing Games), αναθέτουν στον μαθητή έναν ρόλο φανταστικού χαρακτήρα, που ακολουθά μια αφηγηματική πορεία, μέσω της οποίας απαιτείται και η λήψη αποφάσεων. Οι προκλήσεις που εμφανίζονται μέσα από το σενάριο, συνδυάζουν μαθηματικούς ή άλλους εννοιολογικούς γρίφους, προσφέροντας έτσι βιωματική και κοινωνικοπολιτισμική μάθηση (Dean et al.,2012). Η κατηγορία των Simulation-Based παιχνιδιών, βάζει τον μαθητή σε ένα περιβάλλον προσομοίωσης σε πραγματικές συνθήκες (π.χ. εικονικά εργαστήρια). Στην κατηγορία των μαθηματικών, υπάρχουν παιχνίδια στα οποία ο χρήστης καλείται να τροποποιεί παραμέτρους και να παρατηρεί την άμεση επίδραση τους στην εξίσωση (Tsai et al.,2022). Παράλληλα ο Papert (1980), αναφέρει πως μέσα από αυτού του είδους παιχνίδια, οι μαθητές οικοδομούν (εποικοδομητισμός) σταδιακά τη γνώση, μαθαίνοντας μέσα από δοκιμές και λάθη. Η τέταρτη κατηγορία παιχνιδιών είναι αυτή των Escape Rooms, που η προσοχή εστιάζεται στην επίλυση αλληλοσυνδεμένων γρίφων. Η «απόδραση» από ένα ψηφιακό δωμάτιο περιέχει ψυχαγωγικό χαρακτήρα, απαιτεί δεξιότητες (π.χ. συνδυασμό μαθηματικών γνώσεων, συνεργασία σε ομάδες, κ.λ.π), προσφέρει την κατάσταση Ροής(flow) που παρουσιάζει ο Csikszentmihalyi (1990). Μέσα από σύγχρονες μελέτες (Pan & Nebel,2022; Souza & de Azevedo,2021), αναδεικνύεται ότι αυτού του είδους τα παιχνίδια αυξάνουν το κίνητρο για μάθηση, μέσα από την εξάσκηση της κριτικής σκέψης και την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, σε ένα διασκεδαστικό και ασφαλές περιβάλλον. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η επιλογή του escape room κρίθηκε η καλύτερη επιλογή, έτσι ώστε να αξιοποιήσει την ομαδική συνεργασία, την αφήγηση και πλοκή, αλλά και την σταδιακή αποκάλυψη στοιχείων, ακονίζοντας την κριτική σκέψη των παιδιών.

2.3 Πλεονεκτήματα και Προκλήσεις Ένταξης στην Εκπαίδευση

Η αξιοποίηση των ψηφιακών παιχνιδιών στο σχολικό πλαίσιο μπορεί να προσφέρει αξιοσημείωτα θετικά χαρακτηρίστηκα. Έχει την δυνατότητα να προκαλέσει

αυξημένο ενδιαφέρον αφού οι μαθητές υποσυνείδητα συνδέουν την διαδικασία της μάθησης με το παιχνίδι, γεγονός το οποίο αυξάνει κατακόρυφα την συγκέντρωση και την επιμονή τους. Επίσης, εμπλουτίζει τις δυνατότητες και δεξιότητες των μαθητών, όσον αφορά την επίλυση προβλημάτων αφού μέσω των γρίφων οι μαθητές δοκιμάζουν διαφορετικές στρατηγικές και πιθανές λύσεις, καλλιεργώντας έτσι την ικανότητα της κριτικής τους σκέψης. Παράλληλα, από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των ψηφιακών παιχνιδιών είναι η «ασφαλής αποτυχία» (Gee,2003), δηλαδή η δυνατότητα ο μαθητής να κάνει λάθη χωρίς να υπάρχει ο φόβος τιμωρίας ή κακής βαθμολόγησης. Στην εφαρμογή που παρουσιάζεται στην εργασία αυτή, οι επαναλαμβανόμενες προσπάθειες του χρήστη σε ένα γρίφο συμβάλλουν στην διαμόρφωση νέων στρατηγικών επίλυσης (Vygotsky,1978). Επίσης πολλοί ερευνητές τονίζουν ότι τα παιχνίδια καταγράφουν δεδομένα για την πρόοδο των μαθητών με αποτέλεσμα να διευκολύνουν την διαδικασία αξιολόγησης τους (Lopez-Pernas, Gordillo, Barra, Quemada,2019).

Με την εισαγωγή των ψηφιακών παιχνιδιών στην εκπαίδευση προκύπτουν, ωστόσο, σημαντικές προκλήσεις. Αρχικά υπάρχει περιορισμένος χρόνος στο πρόγραμμα της σχολικής τάξης, γεγονός το οποίο μπορεί να μην επιτρέπει τη χρήση ψηφιακών παιχνιδιών, αφού το αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας επιβάλλει αυστηρά χρονοδιαγράμματα. Ακόμη η εφαρμογή ενός ψηφιακού escape room απαιτεί χρόνο προσαρμογής, αφού ο εκπαιδευτικός πρέπει να εξηγήσει τους κανόνες, να εξασφαλίσει ότι οι μαθητές διαθέτουν τις απαραίτητες ψηφιακές δεξιότητες (Felder & Brent,2016) και να προσέξει ότι το παιχνίδι είναι σχεδιασμένο με βάση το Αναλυτικό Πρόγραμμα (Dean et al.,2012). Επίσης, αναδύεται το σημαντικό ζήτημα της επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, οι οποίοι χρειάζονται εκπαίδευση και κατάρτιση ώστε να εντάξουν σωστά και αποτελεσματικά τα ψηφιακά παιχνίδια στην διδασκαλία τους. Είναι επίσης σημαντικό τα παιχνίδια να υφίστανται στοχευμένο παιδαγωγικό σχεδιασμό έτσι που να συνδέονται με σαφείς μαθησιακούς στόχους, για να μην αποτελούν απλές ψυχαγωγικές δραστηριότητες χωρίς ουσιώδη σκοπό. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να εισαχθούν μηχανισμοί διαρκούς αξιολόγησης, ώστε να διασφαλίζεται η αποτελεσματικότητα και η παιδαγωγική αξία των ψηφιακών παιχνιδιών στο πραγματικό περιβάλλον μάθησης.

2.4 Θεωρητικά Πλαίσια που Υποστηρίζουν την Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών Παιχνιδιών

Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια βασίζονται σε μια σειρά από θεωρίες μάθησης που υπάρχουν από τα πρώτα κιόλας στάδια εμφάνισης και ανάπτυξης της τεχνολογίας. Αρχικά, ο Επικοδομητισμός (Papert, 1980) που παρουσιάζει ότι η γνώση χτίζεται ενεργητικά από τον ίδιο τον μαθητή, αντί να μεταβιβάζεται από τον εκπαιδευτικό, μέσα από τη διαδικασία εξερεύνησης και ανατροφοδότησης. Ακόμη, η Κοινωνικοπολιτισμική Θεωρία (Vygotsky, 1978) υποστηρίζει ότι η συνεργασία και η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών, είναι χαρακτηριστικά ικανά να επιταχύνουν σημαντικά την γνωστική τους ανάπτυξη. Μέσω ενός ψηφιακού escape room, δίνεται η δυνατότητα οι μαθητές να λειτουργούν ως ομάδα, να συζητάνε και να αποφασίζουν στρατηγικές για να επιλύουν γρίφους, προωθώντας την μάθηση μέσω του διαλόγου και της αμοιβαίας στήριξης. Ταυτόχρονα, σημαντική είναι η Θεωρία της Ροής (Csikszentmihalyi, 1990) που διατυπώνει πως με την σταδιακή κλιμάκωση της δυσκολίας σε συνδυασμό με την εφαρμογή βοηθειών και ανταμοιβών, διατηρεί το ενδιαφέρον σταθερό και αποτρέπει το υπερβολικό άγχος και τη βαρεμάρα. Παρακάτω παρουσιάζεται σε μορφή πίνακα (Πίνακας 2.1), συνοπτικά ο τρόπος με τον οποίον οι τρεις θεωρίες εφαρμόζονται στα ψηφιακά παιχνίδια.

Θεωρία	Βασική Αρχή	Εφαρμογή σε Ψηφιακά Παιχνίδια
Επικοδομητισμός(Papert).	Η γνώση οικοδομείται ενεργητικά από την διαδικασία της ανακάλυψης.	Οι μαθητές λύνουν γρίφους μέσα από το παιχνίδι, εντοπίζοντας τα λάθη τους, χωρίς να φοβούνται για τις συνέπειες-τιμωρία, ενισχύοντας την αυτορρύθμιση.

Κοινωνικοπολιτισμική(Vygotsky).	Η μάθηση γίνεται ευκολότερη μέσα από τον διάλογο και την συζήτηση επίλυσης προβλημάτων.	Τα ψηφιακά escape rooms ενθαρρύνουν ομαδικά σενάρια με αποστολές συνεργασίας, που οι μαθητές ανταλλάσσουν ιδέες για την λύση ενός γρίφου.
Ροής(Csikszentmihalyi).	Ισορροπία ανάμεσα σε πρόκληση και ικανότητα στην «κατάσταση ροής».	Η κλιμάκωση της δυσκολίας σε συνδυασμό με τα hints και τις ανταμοιβές(π.χ. ξεκλείδωμα επόμενου επιπέδου) επιφέρουν την διατήρηση της βαθιάς εστίασης στο παιχνίδι, αποτρέποντας την απογοήτευση και την απώλεια του ενδιαφέροντος.

Πίνακας 2.1: Θεωρίες Μάθησης και Εφαρμογές τους στα Παιχνίδια Εκπαίδευσης.

2.5 Επισκόπηση Ερευνητικών Ευρημάτων: Μαθησιακή Απόδοση και Κίνητρο

Πολλές μελέτες επιβεβαιώνουν πως η ενσωμάτωση εκπαιδευτικών παιχνιδιών στα μαθηματικά μπορεί να αυξήσει την επίδοση και ταυτόχρονα να βελτιώσει την

αφομοίωση εννοιών. Σύμφωνα με τους Pan και Nebel (2022), μέσα από την χρήση των ψηφιακών escape rooms επιτεύχθηκε στατιστική βελτίωση στην επίδοση μαθητών Γυμνασίου σε αλγεβρικούς υπολογισμούς. Μέσα από τους διαδοχικούς γρίφους οι μαθητές παρουσίασαν γρηγορότερη επίλυση βασικών εξισώσεων ενώ ταυτόχρονα αυξήθηκε η αυτοπεποίθησή τους. Επίσης σε διαφορετικές βαθμίδες εκπαίδευσης, οι ερευνητές Souza και de Azevedo (2021) υπογραμμίζουν ότι η εφαρμογή «collaborative puzzle-solving» σε δωμάτια διαφυγής, οδήγησε σε αύξηση της ικανότητας σκέψης των μαθητών, αφού είχαν να αντιμετωπίσουν πολλούς γρίφους. Με αυτό το τρόπο υποστηρίζεται η κοινωνικοπολιτισμική θεωρία (Vygotsky, 1978), δηλαδή ότι η γνώση διαμορφώνεται μέσω αλληλεπιδράσεων και διαλόγου.

2.6 Μάθηση Βασισμένη στο Παιχνίδι και ο Εποικοδομητισμός

Η Μάθηση με το παιχνίδι (Game-Based Learning) εστιάζει στην αξιοποίηση μηχανισμών του παιχνιδιού, όπως οι σαφείς στόχοι, η εφαρμογή και η τήρηση κανόνων, η δοκιμή και το λάθος (trial and error) και η άμεση ανατροφοδότηση, με σκοπό να εμπλουτιστούν οι γνώσεις των μαθητών (Kapp, 2012) στα μαθηματικά. Ταυτόχρονα, η εποικοδομητική προσέγγιση του Pappe (1980), υποστηρίζει πως οι εμπειρίες μάθησης είναι πιο αποτελεσματικές εφόσον οι ίδιοι οι μαθητές, συμμετέχουν ενεργά στην διαδικασία «χτισίματος» της γνώσης, μέσω του πειραματισμού και της βιωματικής δράσης. Τα ψηφιακά δωμάτια διαφυγής προσφέρουν ένα ασφαλές και ταυτόχρονα ελκυστικό περιβάλλον όπου οι μαθητές μπορούν να δοκιμάσουν επαναλαμβανόμενα διαφορετικές στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων, χωρίς το άγχος της αποτυχίας, προσφέροντας αύξηση στην αυτοπεποίθησή τους (Gee, 2003). Ταυτόχρονα, με αυτή την προσέγγιση προωθείται και η μεταγνωστική ικανότητα αλλά και η αυτό-αξιολόγηση της σκέψης και των ενεργειών του μαθητή (Borrego et al., 2019). Ο διάλογος και η κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών της ίδιας ηλικίας, σύμφωνα με τον Vygotsky (1978), βελτιώνουν την γνωστική ανάπτυξη. Στα παιχνίδια του τύπου escape room η αλληλεπίδραση παρατηρείται ακόμα πιο έντονη καθώς οι μαθητές συζητούν σε πραγματικό χρόνο για πιθανές λύσεις ή ακόμα πολλές φορές έχουν τη δυνατότητα να μοιραστούν ρόλους σύμφωνα με τις δεξιότητές τους. Επιπρόσθετα, με αυτό το είδος μάθησης, ο βαθμός δυσκολίας στα επίπεδα πρέπει να είναι προσαρμοσμένος, για

να διατηρείται σε ψηλό βαθμό το ενδιαφέρον και η εστίαση τους στο παιχνίδι. Με μηχανισμούς κλιμάκωσης δυσκολίας από γρίφο σε γρίφο, προσφέρεται μια εξελικτική πορεία μάθησης (Csikszentmihalyi,1990). Με την παιγνιώδη μάθηση στα δωμάτια διαφυγής, οι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα που πολλές φορές πρέπει να εφαρμόσουν σκέψη εκτός του κουτιού. Δηλαδή καταφέρνουν να ενισχύσουν την δημιουργικότητα και την κριτική τους σκέψη. Με τον συνδυασμό του εποικοδομητισμού και του game-based learning επιτυγχάνεται η δόμηση των γνώσεων των μαθητών, δοκιμάζοντας υποθέσεις, αναλύουν τα λάθη τους και αξιοποιώντας την ανατροφοδότηση που έχουν (Piaget,1977). Πέραν αυτού, σύγχρονες μελέτες (Pan & Nebel,2022 και Azevedo,2021) επιβεβαιώνουν πως η δυναμική προσέγγιση έχει θετικό αντίκτυπο στην μαθησιακή διαδικασία αλλά και στην γενική στάση προς τα Μαθηματικά. Συμπερασματικά, τα παιχνίδια αυτού του τύπου, μέσω της εικονικής δράσης που πραγματοποιείται σε ρεαλιστικά πλαίσια, διευκολύνουν σημαντικά τη μαθηματική σκέψη (Gee,2003) και ταυτόχρονα ενεργοποιούν κίνητρα μάθησης (intrinsic motivation) προς τους εφήβους (Borrego et al.,2019).

2.7 Θεωρία Αυτοδιάθεσης (Self Determination Theory) στα Ψηφιακά Παιχνίδια

Η Θεωρία Αυτοδιάθεσης, αναφέρει ότι η ανθρώπινη κινητοποίηση σε μια δραστηριότητα εξαρτάται σημαντικά από τρεις ψυχολογικές ανάγκες: την αυτονομία, την επάρκεια και την σύνδεση με την κοινωνία. Συγκεκριμένα στην μάθηση μέσα από ψηφιακά παιχνίδια η αυτονομία επιτυγχάνεται αφού οι μαθητές επιλέγουν και πειραματίζονται με διαφορετικές στρατηγικές, ελεύθερα και χωρίς καμία πίεση. Επίσης, το αίσθημα της επάρκειας επιτυγχάνεται μέσω της συστηματικής ανατροφοδότησης, της σταδιακής αύξησης της δυσκολίας, αλλά και με τους μηχανισμούς επιβράβευσης. Ταυτόχρονα, εφόσον το παιχνίδι μπορεί να παιχτεί σε ομάδες ή με συνεργασία, ενισχύεται άμεσα το συναίσθημα της κοινωνικής σύνδεσης. Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι εάν ικανοποιηθούν ταυτόχρονα οι παραπάνω ανάγκες, τότε το κίνητρο (intrinsic motivation) στην μάθηση θα είναι ισχυρότερο (Souza & de Azevedo,2021). Άρα το πόσο θα εμπλακούν και θα συνεχίσουν να παίζουν οι έφηβοι εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο αισθάνονται

ότι μπορούν να ελέγξουν την πορεία τους (αυτονομία), να δουν την εξέλιξη τους (επάρκεια) και να μοιραστούν την εμπειρία με τους συμμαθητές τους (συνδεσιμότητα). Η εφαρμογή που προωθείται μέσω αυτής της εργασίας επιτυγχάνει να προκαλεί πλήρως τα τρία αυτά αισθήματα της θεωρίας, καθιστώντας την ως ισχυρό εργαλείο μάθησης.

2.8 Ψυχολογική Επίδραση των Ψηφιακών Παιχνιδιών στους Μαθητές

Η εισαγωγή εκπαιδευτικών παιχνιδιών στο σχολικό περιβάλλον αποτελεί μια πολυδιάστατη παιδαγωγική προσέγγιση που έχει στόχο να ενισχύσει την αυτοπεποίθηση και αυτοεκτίμηση των μαθητών. Μέσα από την άμεση ανατροφοδότηση και το αίσθημα της επιτυχίας παρέχεται μια ισχυρή ψυχολογική ώθηση, αφού οι μαθητές νιώθουν αυξημένη ικανοποίηση με την πρόοδο τους. Μελέτες έδειξαν πως οι μαθητές που συμμετέχουν σε εκπαιδευτικά παιχνίδια βιώνουν μεγαλύτερο ενθουσιασμό και ταυτόχρονα παρουσιάζουν μεγαλύτερη αυτοεκτίμηση σε σχέση με μαθητές που παρακολουθούν τις παραδοσιακές μεθόδους. Αυτό είναι πολύ σημαντικό αφού η θετική ψυχολογική επίδραση κατά την διάρκεια της εφηβείας φέρνει θετικά αποτελέσματα στην σχολική επίδοση και την κοινωνική ανάπτυξη. Πέραν όμως από το σχολικό περιβάλλον, η αίσθηση της αυτοπεποίθησης που αποκτάται μέσω των ψηφιακών παιχνιδιών ενθαρρύνει τους μαθητές να αντιμετωπίζουν προβλήματα και προκλήσεις της καθημερινής ζωής με περισσότερο θάρρος. Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια, όπως και το ψηφιακό escape room που παρουσιάζεται στην παρούσα μελέτη, παρέχουν ένα ασφαλές περιβάλλον πειραματισμού. Επιπλέον, από το αίσθημα που προκαλεί η επιβράβευση, ο μαθητής αποκτά θετικότερη στάση για το μάθημα. Έτσι, η ενσωμάτωση των ψηφιακών παιχνιδιών στην εκπαίδευση αποτελεί έναν ισχυρό σύμμαχο στην ψυχική υγεία των εφήβων.

Κεφάλαιο 3 Παρόμοιες Ψηφιακές Εφαρμογές

3.1 Μαθησιακά Παιχνίδια Μαθηματικών: Ανασκόπηση Υφισταμένων Εργαλείων

Στην ελληνική και διεθνή αγορά εφαρμογών, υπάρχει πληθώρα παιχνιδιών που υπόσχονται την αύξηση των μαθηματικών επιδόσεων και των δεξιοτήτων των μαθητών. Πολλά από αυτά σε μεγάλο βαθμό περιορίζονται σε ασκήσεις πολλαπλής επιλογής ή σε μαθηματικά παζλ με μια αρκετά παιγνιώδη εικόνα. Άλλα χρησιμοποιούν την μαθηματική επίλυση προβλημάτων σε πραγματικά ή φανταστικά σενάρια που ενσωματώνουν στοιχεία αφήγησης και διάδρασης.

Παρά την ποικιλία παιχνιδιών, εντοπίζονται αρκετές σοβαρές ελλείψεις, όπως για παράδειγμα η απουσία αυθεντικής σύνδεσης με το σχολικό πρόγραμμα. Επιπρόσθετα, παρατηρείται ότι τις περισσότερες φορές δεν αξιοποιούνται πλήρως οι δυνατότητες διάδρασης που προσφέρουν οι σύγχρονες τεχνολογίες (Hogle, 1996). Ακόμη, αρκετές εφαρμογές δεν διαθέτουν προσαρμοστικότητα στα διαφορετικά επίπεδα μάθησης των μαθητών, γεγονός το οποίο τις καθιστά λιγότερο αποτελεσματικές για όσους δεν βαδίζουν με τον «μέσο» ρυθμό προόδου.

3.2 Ψηφιακά Escape Rooms: Εφαρμογές, Δομή και Ρόλοι

Τα escape rooms τόσο στην φυσική τους μορφή όσο και στην ψηφιακή, βασίζονται στην ιδέα της απόδρασης από έναν περικλειστο χώρο μέσα από την επίλυση των γρίφων που παρουσιάζονται. Πολλές φορές, η διαδικασία αυτή γίνεται με την συνεργασία δυο ή περισσότερων ατόμων. Σημαντικό είναι ότι η μετάβαση από το φυσικό στο ψηφιακό περιβάλλον αυτού του παιχνιδιού, επιτρέπει μεγαλύτερη ελευθερία στον σχεδιασμό των γρίφων και την εισαγωγή φανταστικών στοιχείων ή αφηγηματικών δομών. Επιπλέον, παρέχει ευκολότερη προσβασιμότητα στον χρήστη, αφού αρκεί να διαθέτει έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή ή ένα κινητό τηλέφωνο (smartphone).

Η βασική δομή ενός ψηφιακού escape room αρχικά περιλαμβάνει ένα κεντρικό σενάριο στο οποίο οι μαθητές καλούνται να ολοκληρώσουν μια αποστολή (π.χ. να βρουν ένα μυστικό κώδικο, να ανακαλύψουν ένα κρύφο μήνυμα). Επιπρόσθετα, περιλαμβάνει γρίφους που συνδέονται μεταξύ τους (η λύση του ενός ξεκλειδώνει τον επόμενο), καθορίζοντας την ροή του παιχνιδιού και την πρόοδο. Η συγκεκριμένη δομή βοηθά στη διατήρηση της συνοχής του παιχνιδιού, καθώς επίσης επιτρέπει και την σταδιακά ελεγχόμενη αύξηση δυσκολίας που εφαρμόζεται. Προαιρετικά, μπορεί να προστεθεί μηχανισμός χρονικού περιορισμού, εισάγοντας ένα χρονόμετρο για να ενισχύθει η αίσθηση του χρονικού περιορισμού, αν και στην εκπαιδευτική εκδοχή, αυτό εξαρτάται και από τις παιδαγωγικές προτεραιότητες και την ηλικία των μαθητών.

3.3 Ακαδημαϊκές Δημοσιεύσεις για Ψηφιακά Escape Rooms και Μαθησιακά Παιχνίδια

Η παρούσα ενότητα αναλύει εις βάθος τον ερευνητικό χώρο των ψηφιακών παιχνιδιών και ειδικότερα των ψηφιακών escape rooms που έχουν ως στόχο την διδασκαλία και τη μάθηση μαθηματικών εννοιών. Οι διεθνείς μελέτες που έγιναν τα τελευταία χρόνια αποδεικνύουν την ραγδαία ανάπτυξη και διάδοση της μεθόδου Game-Based Learning (GBL) σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, κυρίως όμως στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Veldkamp, van de Grint, & Knippels, 2020; Borrego, Fernández, Blanes, & Robles, 2019; Pan & Nebel, 2022; Souza & de Azevedo, 2021). Οι ερευνητές τις περισσότερες φορές εστιάζουν στα κίνητρα κατά την διάρκεια ενασχόλησης των μαθητών και της διδασκαλίας τους (π.χ. διαδικασία επίλυσης προβλημάτων). Επιπρόσθετα, εστιάζουν στην επέκταση της δεξιότητας τους, που σχετίζεται με την κριτική σκέψη.

Οι Pan και Nebel (2022) περιγράφουν στην μελέτη τους τον σχεδιασμό ενός ψηφιακού escape room για μαθητές Γυμνασίου που έχει κεντρικό στόχο την βελτίωση της ικανότητας των μαθητών στο να λύνουν προβλήματα (problem-solving skills), ειδικά όσο αφορά αλγεβρικούς γρίφους. Στην εφαρμογή του παιχνιδιού διαπίστωσαν ότι οι μαθητές που αλληλοεπίδρασαν με το συγκεκριμένο περιβάλλον που δημιούργησαν, παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στην επίδοσή τους. Επίσης, εντοπίστηκε αυξημένη αυτοπεποίθηση σε σχέση με μαθητές που ακολούθησαν τις

παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Όπως υποστηρίζουν οι δύο ερευνητές, το αυξημένο ενδιαφέρον που παρουσίασαν οι μαθητές, αποδίδεται στην ενεργητική συμμετοχή τους και στην δοκιμή διαφόρων στρατηγικών μεθόδων μέχρι να ξεκλειδώσουν το επόμενο στάδιο, βρίσκοντας την σωστή απάντηση.

Αντίστοιχα, στην ανασκόπηση που παρουσιάζει η Veldkamp et al. (2020) προτείνει κατευθυντήριες γραμμές οι οποίες αφορούν τη σχεδίαση συμπεριληπτικών (inclusive) ψηφιακών escape rooms, που επίσης αφορούν μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Μέσω της οπτικής του συγγραφέα δίνεται έμφαση στην διαμόρφωση εργαλείων διεπαφής (interfaces) για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες ή μαθητές με αναπηρία. Υποδεικνύεται η αξιοποίηση προσαρμοστικών χαρακτηριστικών (adaptive features) έτσι που να επιτυγχάνεται δυναμικό επίπεδο δυσκολίας. Επιπρόσθετα, οι Borrego et al. (2019), επικεντρώνονται στα ζητήματα που αφορούν την συνεργασία σε escape rooms με θεματική ενότητα την Γεωμετρία Λυκείου. Υποστηρίζουν πως οι μαθητές που δουλεύουν ομαδικά αναπτύσσοντας μεταξύ τους συζήτηση παρουσιάζουν εντονότερη αλληλεπίδραση με μαθηματικές έννοιες, γεγονός που δείχνει ότι οι μαθητές αυτοί έχουν εμβαθύνει την γεωμετρική τους σκέψη, αφομοιώνοντας τους όρους καλύτερα.

Οι Souza & de Azevedo (2021), εξετάζουν περισσότερο τις στρατηγικές παιχνιδιού (gamification strategies), που μπορούν να βελτιώσουν την κατανόηση μαθηματικών εννοιών και γενικά εννοιών που αφορούν άλλα θέματα σε μαθητές Γυμνασίου. Μελέτες όπως της López-Pernas et al. (2019), δείχνουν πως η χρήση προσομοιώσεων αλληλεπίδρασης σε μορφή puzzle-based παιχνίδια επιφέρει θετική βελτίωση στην βαθμολογία των μαθητών, σε σχέση με την περίοδο πριν από την χρήση του παιχνιδιού. Παράλληλα, ο Borrego et al (2019) επισυνάπτει ότι υπάρχει διάκριση ανάμεσα στην εσωτερική (intrinsic) και εξωτερική (extrinsic) κινητοποίηση. Η εσωτερική κινητοποίηση αφορά το εσωτερικό ενδιαφέρον, δηλαδή την αίσθηση ικανοποίησης που αντλεί κάποιος από τη διαδικασία της μάθησης. Από την άλλη, η εξωτερική προέρχεται από εξωτερικούς παράγοντες, όπως ανταμοιβές, βαθμοί και έπαινοι. Συγκεκριμένα, αναφέρει ότι η εσωτερική σχετίζεται με πιο διατηρήσιμα μαθησιακά οφέλη, ενώ η εξωτερική λειτουργεί θετικότερα σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα. Επομένως, η πλοκή του ψηφιακού escape room χρειάζεται να εντάσσει αυθεντικά μαθηματικά προβλήματα που θα στηρίζονται σε

Αλγεβρικές, Γεωμετρικές ή Τριγωνομετρικές έννοιες (Veldkamp et al,2020). Στην παρούσα φιλοσοφία στηρίζονται και οι Souza & de Azevedo (2021) οι οποίοι επισημαίνουν ότι ένας καλός εκπαιδευτικός σχεδιασμός, εμπλουτισμένος με gamification μηχανισμούς, είναι δυνατόν να επιτύχει διατηρήσιμη εννοιολογική κατανόηση, εφόσον οι μαθητές εστιάζουν στη λύση των γρίφων και όχι στην συγκέντρωση πόντων.

Το δημοσίευμα των López-Pernas et al.(2019) στο Educational Technology Research and Development εμβαθύνει στην επίδραση της επίλυσης προβλημάτων, σε ψηφιακά escape rooms με αριθμητικούς γρίφους, μέσω της συνεργασίας μαθητών δημοτικού. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές που χρησιμοποίησαν το παιχνίδι δημιούργησαν και ανέπτυξαν ομαδικό πνεύμα μεταξύ τους. Αν και το εν λόγω δημοσίευμα αφορά μικρότερες ηλικίες, η αρχή της συνεργασίας είναι σαφώς μεταβιβάσιμη στις τάξεις του Γυμνασίου (Veldkamp et al,2020). Τέλος, εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η εργασία των Tsai et al. (2022) αφού ενσωματώνουν στοιχεία εικονικής πραγματικότητας (VR) σε παιχνίδια escape room που αφορούν την Γεωμετρία, σε μαθητές οι οποίοι μαθαίνουν ταυτόχρονα και την Αγγλική γλώσσα. Η χρήση τρισδιάστατων περιβαλλόντων εικάζεται ότι διαμορφώνει εντονότερη βιωματική εμπειρία η οποία είναι ικανή να λειτουργήσει ενισχυτικά ως προς το ενδιαφέρον των μαθητών και την επιμονή τους για την εύρεση της σωστής λύσης.

Ακόμη, σημαντικές είναι οι αναφορές σε συνέδρια εκπαιδευτικής τεχνολογίας, όπως το IEEE ICALT (International Conference on Advanced Learning Technologies), αφού τα τελευταία χρόνια παρουσιάστηκαν πολλές μελέτες για ψηφιακά escape rooms (Troncoso, Galeana, Rendon,2019). Οι ερευνητές παρουσιάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι γρίφοι ενσωματώνονται στη διδακτέα ύλη, καθώς και την αλληλεπίδραση των μαθητών μέσα σε εικονικά 3D περιβάλλοντα. Επίσης, εργασίες στο British Journal of Educational Technology παρουσιάζουν την ανάγκη ύπαρξης μηχανισμού αξιολόγησης, εκτός του παραδοσιακού βαθμού του διαγωνίσματος (Souza & de Azevedo,2021).

Επιπρόσθετα, αξίζει να σημειωθεί ότι η θεωρία της ροής (flow), (Csikszentmihalyi, 1990) αποτελεί κεντρικό δομικό στοιχείο σε πολλές από τις παραπάνω εργασίες,

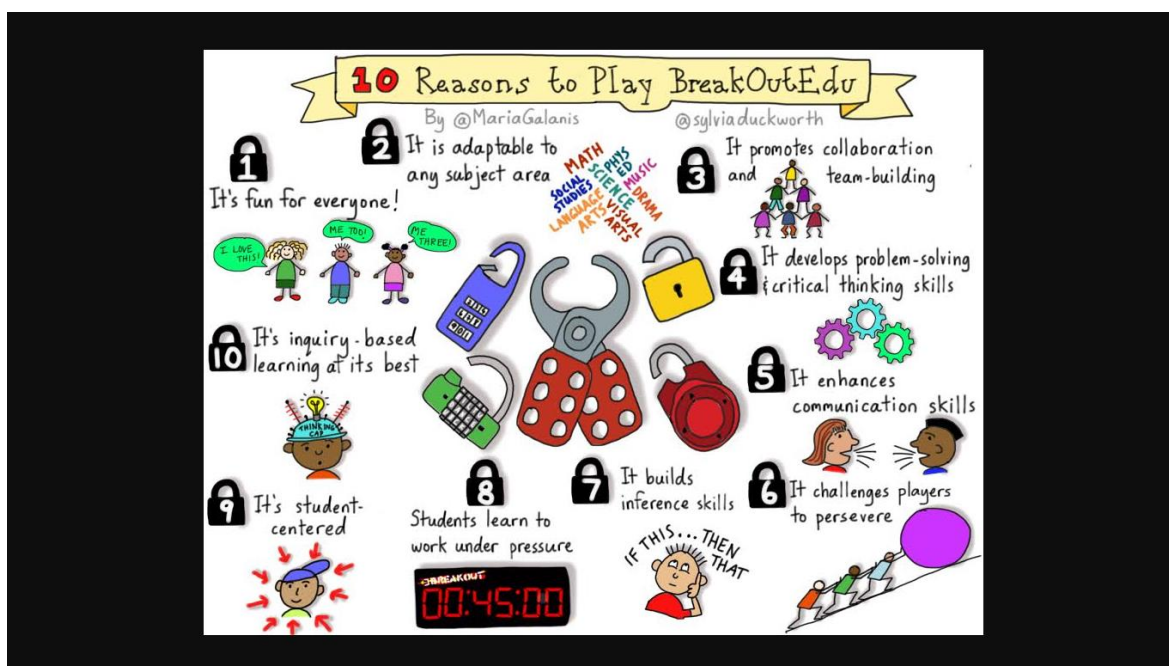
καθώς επισημαίνεται πως η ισορροπία ανάμεσα σε πρόκληση και ικανοποίηση, ενεργοποιεί το αίσθημα της "απρόσκοπτης εμπλοκής". Κάτω από αυτή τη συνθήκη οι μαθητές νιώθουν την εσωτερική επιθυμία να συνεχίσουν να λύνουν τους γρίφους χωρίς να αποθαρρύνονται από τυχόν αποτυχίες. Έτσι ενισχύεται το σύνολο των μεταγνωστικών τους δεξιοτήτων, καθώς και η οργάνωση και αξιολόγηση της μαθησιακής τους προσπάθειας (López-Pernas et al.,2019).

Συνοπτικά η ανασκόπηση των παραπάνω δημοσιευμάτων και εργασιών μας οδηγεί σε ένα κοινό συμπέρασμα: οι μαθητές εμφανίζονται πιο ενεργοποιημένοι και πρόθυμοι να αφομοιώσουν μαθηματικές έννοιες όταν χρησιμοποιούν περιβάλλοντα που έχουν σχεδιαστεί μεθοδικά, σύμφωνα με τις αρχές που αφορούν την μάθηση με παιχνίδια (Game based learning). Ειδικότερα, τα ψηφιακά escape rooms λειτουργούν ιδανικά για τον συνδυασμό αφηγηματικών στοιχείων και παζλ, γεγονός που αφενός δημιουργεί μια αίσθηση περιπέτειας και αφετέρου απαιτούνται συνθήκες νοητικής διεργασίας. Αυτή η τεκμηρίωση συνδέεται άμεσα με το έργο που παρουσιάζεται στην συγκεκριμένη εργασία, αφού η προσοχή στρέφεται στην σχεδίαση και υλοποίηση ενός ψηφιακού escape room για την διδασκαλία των Μαθηματικών στην Γ΄ Γυμνασίου. Προσπαθεί να υιοθετήσει τα πιο πάνω πορίσματα, αφού όχι μόνον βασίζεται στη διαβάθμιση των γρίφων (για να ικανοποιούνται οι αρχές της ροής), αλλά δίνει και τη δυνατότητα ανατροφοδότησης με hints, προκειμένου οι μαθητές να κατανοήσουν και να προχωρήσουν στο επόμενο επίπεδο. Στα επόμενα κεφάλαια θα παρουσιαστούν εκτενέστερα τα σημεία της εφαρμογής, που ενσωματώνουν τις παιδαγωγικές επισημάνσεις των προ αναφερθέντων μελετών.

3.4 Ενδεικτικά Ψηφιακά Παιχνίδια

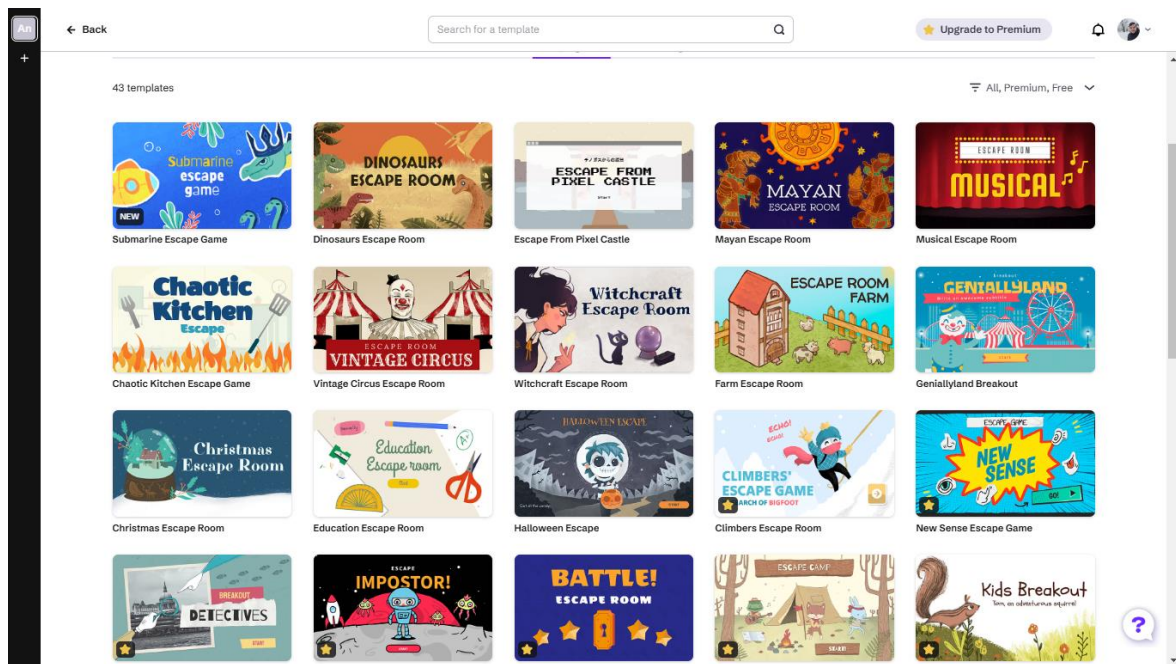
Στο πλαίσιο της προσπάθειας για μια πιο σφαιρική διερεύνηση της υπάρχουσας ψηφιακής παραγωγής, παρουσιάζονται ενδεικτικά παιχνίδια ή εφαρμογές που εμπίπτουν στην κατηγορία των μαθησιακών παιχνιδιών και των διαδραστικών escape rooms. Αν και πολλά από αυτά είναι διαθέσιμα είτε διαδικτυακά είτε μέσα από εκπαιδευτικές πλατφόρμες, μπορούν να προσφέρουν χρήσιμες ιδέες για την εξέλιξη και αξιοποίηση της μάθησης μέσω παιχνιδιού, σε πραγματικές διδακτικές συνθήκες.

Αρχικά το “Breakout EDU (Mathematics Edition)” εστιάζει στην εισαγωγή των βασικών εννοιών της Άλγεβρας με πολλαπλά οφέλη (Εικόνα 3.1). Οι μαθητές συναντούν κλειδωμένα κουτιά και προβλήματα, αναζητώντας τους κωδικούς επίλυσης εξισώσεων πρώτου βαθμού ή απλοποιημένων αλγεβρικών εκφράσεων (τα σενάρια μπορούν να ρυθμιστούν από τον εκπαιδευτικό). Η πορεία του παιχνιδιού είναι αρκετά αφηγηματική και κάθε δραστηριότητα συνοδεύεται από μια σύντομη ιστορία, κρατώντας τους μαθητές σε ψηλό επίπεδο εγρήγορσης και ενθουσιασμού.



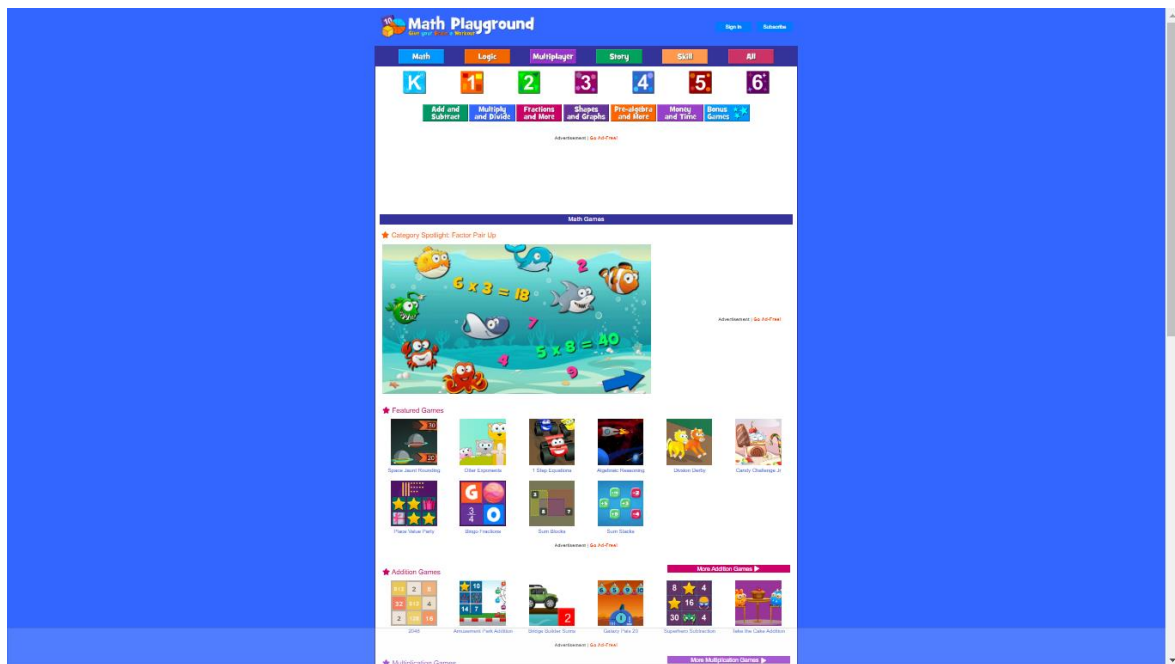
Εικόνα 3.1: Λόγοι για να παίξεις το παιχνίδι BreakOutEdu.

Αξιοσημείωτη είναι η πλατφόρμα Genially (Εικόνα 3.2) στην οποία ο εκπαιδευτικός έχει την δυνατότητα να βρει ή ακόμη και να δημιουργήσει Math Escape Room Templates (Εικόνα 3.2). Σε αυτό το περιβάλλον συχνά η προσοχή εστιάζεται σε γεωμετρικά αντικείμενα. Για παράδειγμα ο μαθητής βλέπει διαδραστικούς χάρτες, όπου καλείται να υπολογίσει περιμέτρους, εμβαδά ή γωνίες σχημάτων για να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο. Κάποια από αυτά τα templates διαθέτουν σύστημα βαθμολόγησης καθιστώντας την εμπειρία ανταγωνιστική. Παράλληλα όμως, σύμφωνα με τον Borrego et al.(2019), η υπερβολική έμφαση στην ανταγωνιστική διάσταση (extrinsic motivation) μπορεί να είναι αποτελεσματική βραχυπρόθεσμα, ειδικά αν οι μαθητές χρειάζονται πρόσθετα κίνητρα.



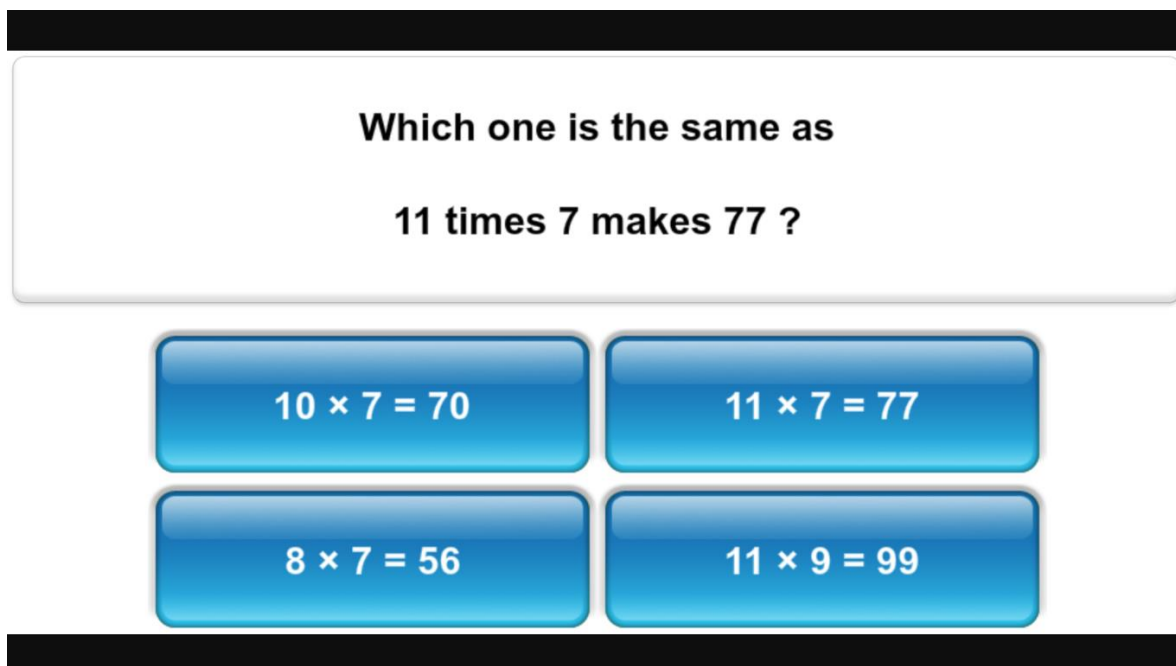
Εικόνα 3.2: Η λίστα των παιχνιδιών της πλατφόρμας Genially.

Ακόμη μια πλατφόρμα είναι η Math playground (Εικόνα 3.3) που διαθέτει πληθώρα από minigames και puzzles υπό την στέγη της Math Arcade. Ο εκπαιδευτικός έχει την δυνατότητα να επιλέξει από μια γκάμα παιχνιδιών που αποτελούνται από εξισώσεις, αριθμητικές πράξεις και απλά μαθηματικά προβλήματα. Κάποια από αυτά διαθέτουν την δυνατότητα δυναμικής βοήθειας(hints), έτσι ώστε να κρατάνε σταθερό το ενδιαφέρον των μαθητών (Veldkamp et al.,2020). Επιπρόσθετα, σε πολλά παιχνίδια συναντάμε προοδευτική αύξηση δυσκολίας (flow) αφού ο μαθητής μετακινείται από απλές σε σύνθετες εκδοχές ασκήσεων.



Εικόνα 3.3: Η πλατφόρμα Math playground με τις κατηγορίες των παιχνιδιών που περιέχει.

Το MangaHigh είναι μια άλλη εκπαιδευτική πλατφόρμα που περιέχει Fraction Games (Εικόνα 3.4) για εστιασμένη εξάσκηση σε πράξεις πρόσθεσης, αφαίρεσης και πολλαπλασιασμού κλασμάτων. Ο χρήστης βρίσκεται αντιμέτωπος με διαδοχικές δοκιμασίες (levels), που αποτελούνται από ασκήσεις με κινούμενα γραφικά. Κάποιος θα μπορούσε να πεί ότι το παιχνίδι αρκετές φορές έχει την μορφή ενός μικρού escape room, με μικρά στάδια αφού για να προχωρήσει πρέπει να δώσει σωστή απάντηση. Σημαντικό είναι ότι παρέχεται η δυνατότητα για εξαγωγή στατιστικών δεδομένων, για να παρακολουθείται η πρόοδος του μαθητή.

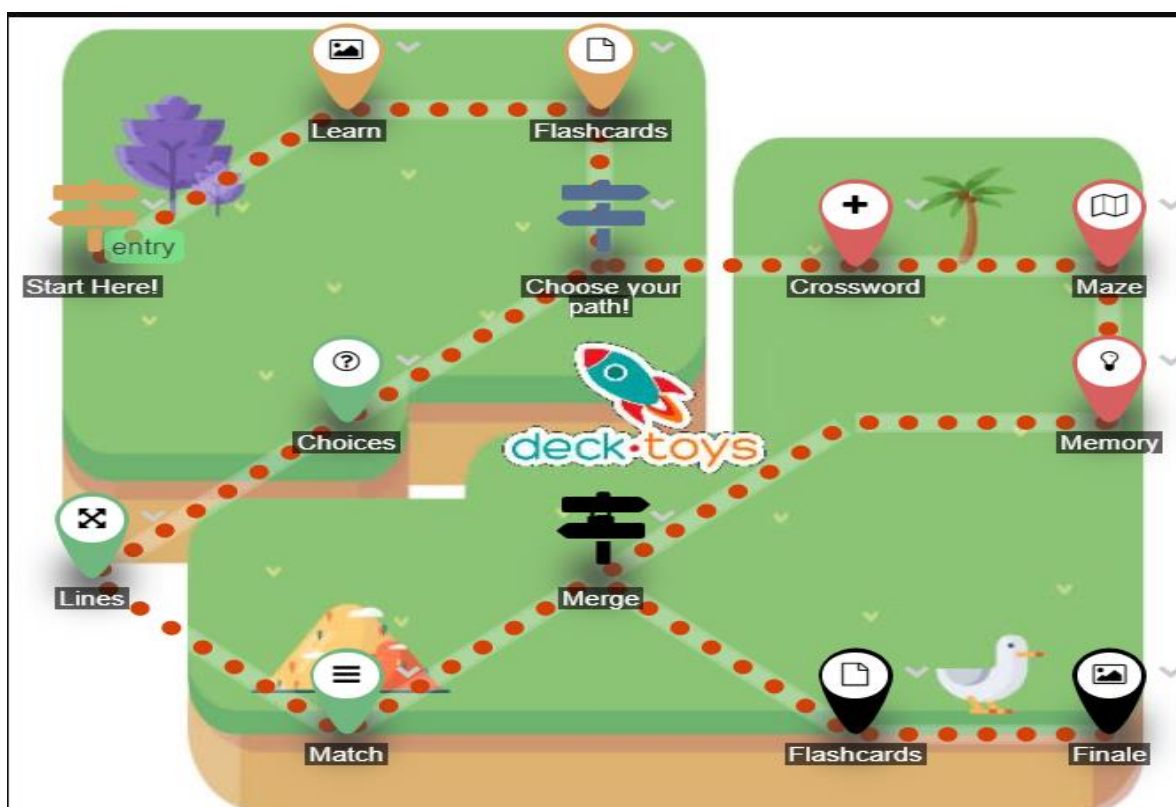


Εικόνα 3.4: Μια ερώτηση της εφαρμογής MangaHigh.

Εκτός από το Math Arcade, το Math Playground διαθέτει και τα Number Sense Puzzles & Labyrinth που ο μαθητής πρέπει να κάνει υπολογισμούς ή να αναγνωρίσει μοτίβα. Ταυτόχρονα το Breakout EDU (Geometry Pack) εξειδικεύεται σε γεωμετρικά σενάρια όπου μια ιστορία μυστηρίου κρατάει το ενδιαφέρον των μαθητών ενεργό ενώ σε άλλη εκδοχή το Math Playground (Number sense puzzles) με απλούστερες ασκήσεις αριθμητικής, ακολουθεί το μοντέλο της puzzle-based μάθησης που περιγράφεται από τους Souza & de Azevedo (2021). Εδώ ο αφηγηματικός κόσμος λειτουργεί ως πλαίσιο που διατηρεί το ενδιαφέρον, ενώ οι γρίφοι απαιτούν μαθηματική σκέψη και προσεκτική ανάλυση.

Η πλατφόρμα Genially επίσης προσφέρει το Equation Explorer Template που προσομοιάζει ένα μικρό escape room, στο οποίο ο χρήστης αλληλοεπιδρά με γραφήματα συναρτήσεων, αλλάζοντας διάφορους παραμέτρους (π.χ. κλίση ευθείας) με σκοπό να βρει τον κατάλληλο συνδυασμό που ξεκλειδώνει την επόμενη πόρτα. Οι Tsai et al. (2022) υποστηρίζουν ότι τέτοιου τύπου στρατηγικές είναι ικανές να ενισχύσουν την οπτική σκέψη (visual thinking) των μαθητών στην Γεωμετρία και την Άλγεβρα, κυρίως σε μαθητές που δυσκολεύονται με καθαρά αφηρημένες εκφράσεις.

Στην ίδια λογική βασίζεται και το DeckToys (Εικόνα 3.5) όπου οι χρήστες καλούνται να οργανώσουν ένα Trigonometry Deck για να αντιμετωπίσουν βασικές ή προχωρημένες τριγωνομετρικές πράξεις (ημίτονο, συνημίτονο, εφαπτομένη), με σκοπό να επιλύσουν τις σταδιακές προκλήσεις που παρουσιάζονται, για να συνεχίσουν. Κάποιες φορές, οι ασκήσεις περιτριγυρίζονται γύρω από μία αφήγηση (π.χ. ένας ναός μυστικές γωνίες), γεγονός που αυξάνει την ελκυστικότητα για μαθητές Λυκείου ή ακόμα και τελειόφοιτους Γυμνασίου, ανακαλύπτοντας έτσι ένα ευρύτερο φάσμα τριγωνομετρικών εννοιών.



Εικόνα 3.5: Ο χάρτης του παιχνιδιού DeckToys.

Σε σύγκριση με την δική μας υλοποίηση (πίνακας 1) τον «Μαθηματικό Μαγικό Κόσμο», οι περισσότερες από τις εφαρμογές που εξετάσαμε τείνουν να εξειδικεύονται σε μία-δύο ενότητες. Στην παρούσα εργασία, η ιδέα ήταν να δημιουργηθεί ένα ενοποιημένο escape room σε πολλαπλά κεφάλαια (Άλγεβρα, Γεωμετρία, Πιθανότητες, Τριγωνομετρία), έτσι ώστε να προσεγγίζεται σφαιρικά η ύλη της Γ΄ Γυμνασίου. Η συγκεκριμένη εφαρμογή συμβαδίζει με όσα υποστηρίζουν οι Pan & Nebel (2022) σχετικά με την αξία ενός πολυθεματικού περιβάλλοντος και την σημασία ρύθμισης της δυσκολίας. Ακόμη, όλες οι εφαρμογές που εξετάστηκαν

προσφέρουν περιβάλλον 2D σε αντίθεση με τον «Μαθηματικό Μαγικό Κόσμο» που διαθέτει 3D γραφικά, προσφέροντας έτσι μέγιστη βιωματική εμπειρία που λειτουργεί ως μοχλός ώθησης για το ενδιαφέρον και την επιμονή των μαθητών, μέχρι να βρουν την σωστή απάντηση. Επιπρόσθετα, κάποιες από τις εφαρμογές περιέχουν επιφανειακές λύσεις τύπου escape room και καθόλου δυνατότητα βοήθειας, ενώ η εφαρμογή που παρουσιάζεται είναι καθαρά ένα δωμάτιο διαφυγής που ακολουθεί την λογική της προοδευτικής δυσκολίας και της αποφυγής αδιέξοδων μέσω των hints (Veldkamp et al.,2020).

Εφαρμογή/ Πλατφόρμα	Μαθηματικό αντικείμενο	Περιβάλλον (2D/3D)	Γρίφοι Διαφυγής;	Σύνδεση με Σχολική Ύλη Γ΄ Γυμνα- σίου	Δυνατότητα Hints
Genially	Άλγεβρα, Γεωμετρία	2D	Περιορισμένοι (κυρίως quizz)	Μερική	Ναί
MangaHigh	Κλάσματα, Άλγεβρα	2D	Όχι(levels)	Μερική	Περιορι- σμένα
Math Playground	Αριθμητικές πράξεις, παζλ	2D	Όχι(puzzle,quiz)	1 ^η &2 ^α Γυμνα- σίου	Όχι
DeckToys	Άλγεβρικά και Γεωμετρικά μοτύβα	2D	Ναί(χάρτες θυμίζουν)	Ναί αλλά μερική	Ναί(βασική)

Μαθηματικός Μαγικός Κόσμος	Άλγεβρα, Γεωμετρία, Τριγωνομετρία, Πιθανότητες	3D	Ναί, ολοκληρωμένη δομή	Ναί στοχευ- μένη Γ΄Γυμνα- σιου	Ναί (διαβαθμι- σμένη)
-------------------------------	---	----	------------------------------	--	-----------------------------

Πίνακας 3.1 : Συγκριτικός πίνακας εφαρμογών.

3.5 Ανάλυση Υφιστάμενων Εφαρμογών: Case Studies

Εκτός από τη σύντομη περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών των ψηφιακών πλατφόρμων, ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι μελέτες τύπου «case study», που παρουσιάστηκαν σε ακαδημαϊκές δημοσιεύσεις. Από τους Pan και Nebel (2022), πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση ενός escape room στην Άλγεβρα, που αποτελείτο από γρίφους βασισμένους σε εξισώσεις πρώτου βαθμού και βασικές αλγεβρικές συναρτήσεις. Ένα σύνολο 60 μαθητών χωρίστηκε σε 2 ομάδες, δηλαδή στην μια έπαιξαν το παιχνίδι και στην άλλη πραγματοποιήθηκε η παραδοσιακή διδασκαλία. Η μελέτη έδειξε ότι η ομάδα που διδάχτηκε μέσω του ψηφιακού παιχνιδιού, παρουσίασε βελτίωση της τάξεως του 22% και ταυτόχρονα παρουσίασε αυξημένο κίνητρο, σε σχέση με την ομάδα που διενεργήθηκε η συνηθισμένη διδασκαλία. Παράλληλα, σε μελέτη που διενεργήθηκε από τους Tsai et al. (2022), στην ενότητα των Πιθανοτήτων, χρησιμοποιήθηκε τεχνολογία Augmented Reality με 3D αντικείμενα. Συγκεκριμένα δημιούργησαν μοντέλα ζαριών και στην συνέχεια, προσομοίωσαν ρίψεις τους σε πραγματικό χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο παρουσιάστηκε σημαντική βελτίωση στην κατανόηση της ενότητας από τους μαθητές που εμφάνιζαν δυσκολίες. Ταυτόχρονα, δεν υπήρχε το υψηλό επίπεδο άγχους που εντοπίζεται στα κλασικά διαγωνίσματα του κεφαλαίου. Επιπρόσθετα, ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη του Borrego et al., (2019) με δωμάτια διαφυγής στην ενότητα της Γεωμετρίας. Μία ομάδα 25 μαθητών έπαιξε ένα παιχνίδι με γεωμετρικούς γρίφους, το οποίο οι έφηβοι συνεργάστηκαν για να ολοκληρώσουν. Η έρευνα αυτή παρουσίασε ραγδαία αύξηση του διαλόγου μεταξύ των μαθητών, αφού συζητούσαν ιδέες και βοηθούσαν ο ένας τον άλλο για να φτάσουν στον επιθυμητό στόχο. Γενικά, από τις μελέτες που αναφέρθηκαν φαίνεται ότι ο κάθε ερευνητής

επικεντρωνόταν σε μια συγκεκριμένη ενότητα των Μαθηματικών, παρά την συνολική ύλη που διδάσκεται. Επίσης, φαίνεται ότι η συνεργασία μεταξύ των μαθητών για να επιλύσουν ένα στόχο, σε συνδυασμό με τα σενάρια που αφηγούνται μια ιστορία, είναι το κλειδί για την βέλτιστη απόδοση ενός ψηφιακού παιχνιδιού. Το παιχνίδι που παρουσιάζεται μέσα από αυτή την μελέτη, ενοποιεί όλες τις προαναφέρουσες τάσεις και ταυτόχρονα περιλαμβάνει όλα τα κεφάλαια της ύλης, μέσα σε ένα τρισδιάστατο χώρο, με στόχο την πλήρη εμπλοκή των μαθητών.

3.6 Εμβάθυνση στα Ψηφιακά Escape Rooms και στον Σχεδιασμό Γρίφων και Σταδιακή Δυσκολία

Στα παραδείγματα που εξετάστηκαν (BreakoutEDU, Genially, Math Playground, MangaHigh, DeckToys), παρατηρείται πως οι περισσότεροι σχεδιαστές εργαλείων εστιάζουν είτε σε απλή μορφή κουίζ (quiz-based) είτε σε βασικά puzzles, χωρίς όμως να εκμεταλλεύονται την εμπειρία της αφήγησης και της εξερεύνησης που προσφέρει ένα escape room (Borrego et al.,2019). Από την βιβλιογραφία προκύπτει ότι τα καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα προκύπτουν όταν υπάρχει διασύνδεση των γρίφων με ένα συνεκτικό σενάριο, που κινητοποιεί το μαθητή βήμα-βήμα για να ξεκλειδώσει την ιστορία. Ταυτόχρονα, όταν υπάρχει τρισδιάστατη οπτική αναπαράσταση, ενισχύεται το αίσθημα του ρεαλισμού και αφομοιώνονται καλύτερα οι έννοιες. Το τελικό συστατικό για βέλτιστα μαθησιακά αποτελέσματα είναι οι μηχανισμοί ανατροφοδότησης, ειδικά σε σημεία που ο μαθητής παρουσιάζει αδυναμίες. Η παρούσα πτυχιακή εργασία έρχεται να καλύψει τα κενά που παρατηρήθηκαν , αφού συνδυάζει την ύλη της Γ΄ Γυμνασίου, και την παρέχει μέσα από ένα σενάριο διαφυγής, το οποίο ενισχύει παράλληλα την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών.

Κρίσιμη πτυχή για τον σχεδιασμό ενός πετυχημένου escape room, είναι η αρχή της κλιμάκωσης (scaffolding), που αναπτύσσεται από το Vygotsky (1978) και πλέον υποστηρίζεται και από σύγχρονες μελέτες (Borrego et al.,2019). Με αυτή την προσέγγιση οι μαθητές οδηγούνται από απλές, σε πιο σύνθετες έννοιες μέσα από γρίφους που διατηρούν το ενδιαφέρον και τον ενθουσιασμό σταθερό. Αρχικά στο πρώτο επίπεδο γρίφων, οι μαθητές ενεργοποιούν τις υπάρχουσες γνώσεις τους. Στην συνέχεια, εφαρμόζεται προοδευτική αύξηση δυσκολίας, εισάγοντας καινοτόμες

έννοιες από την ύλη (π.χ. γεωμετρική σκέψη για την επίλυση ενός γρίφου με τρίγωνα). Σύμφωνα με τον Veldkamp et al. (2020), όταν υπάρχει ένας «Game Master» (δηλαδή ο εκπαιδευτικός), προσφέρεται η δυνατότητα ρύθμισης της δυσκολίας, ανάλογα με τον ρυθμό προόδου του κάθε μαθητή.

3.7 Ο Ρόλος του «Game Master»

Ο εκπαιδευτικός στο ψηφιακό δωμάτιο διαφυγής έχει καθοριστικό ρόλο στην διδασκαλία. Αρχικά, είναι ο συντονιστής της διαδικασίας, δηλαδή όταν οι μαθητές δυσκολεύονται δεν τους παρέχει έτοιμες λύσεις αλλά μικρές προφορικές υποδείξεις, συμπληρωματικά με τα hints που δίνονται από το παιχνίδι. Παράλληλα, προωθεί την συνεργασία σε ομάδες μαθητών που βρίσκονται σε κοντινά σημεία, για να μοιράζονται τις στρατηγικές τους και να εξηγούν ο ένας στο άλλο την πορεία σκέψης τους. Επιπρόσθετα, ο game master κρίνεται αναγκαίο να λύνει τα τεχνολογικά και παιδαγωγικά προβλήματα που θα παρουσιάζονται κατά την διάρκεια του παιχνιδιού. Με άλλα λόγια, εάν ένας υπολογιστής κολλήσει πρέπει άμεσα να βρεθεί λύση για να μην χαθεί η ροή του παιχνιδιού και το ενδιαφέρον της ομάδας. Ακόμη, ο εκπαιδευτικός πρέπει να μεσολαβεί για να υπάρχει πάντα θετικό κλίμα και ταυτόχρονα να τονίζει ότι κάθε λάθος είναι ευκαιρία μάθησης (Papert, 1980), καθώς ένας μαθητής πιθανόν να αισθάνεται ανταγωνισμό ή απογοήτευση. Επίσης, στην περίπτωση που η εφαρμογή είναι σε διαδικτυακή έκδοση, ο δάσκαλος οφείλει να ελέγχει ζητήματα προσωπικών δεδομένων και να ενημερώνει τους γονείς στην περίπτωση που απαιτείται καταγραφή δεδομένων. Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό να τονιστεί από τον εκπαιδευτικό ότι ο «ψηφιακός κόσμος» δεν πρέπει να αντικατασταθεί από την φυσιολογική ανθρώπινη επικοινωνία, αλλά να λειτουργεί ως εργαλείο δόμησης της γνώσης.

Κεφάλαιο 4 Ανάπτυξη και Υλοποίηση της Προτεινόμενης Εφαρμογής

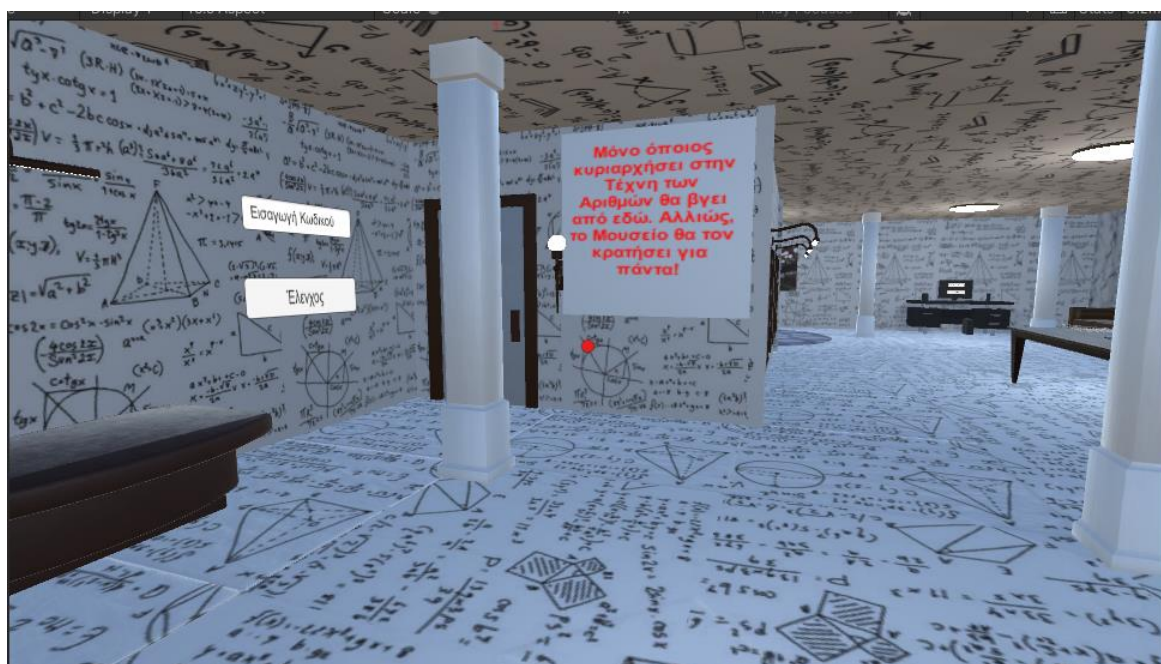
4.1 Εκπαιδευτικοί Στόχοι και Απαιτήσεις Σχεδιασμού

Το προτεινόμενο ψηφιακό escape room που υλοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, επιδιώκει να ενισχύσει σημαντικά την εμπλοκή των μαθητών στην μαθηματική κοινότητα με ένα διασκεδαστικό και ‘μαγικό’ τρόπο. Αποτελείται από γρίφους προσαρμοσμένους συμφώνα με την ύλη της Γ Ύμνασιου, αξιοποιώντας θέματα που αφορούν τις βασικές εξισώσεις πρώτου βαθμού, ιδιότητες τριγώνων, υπολογισμός πιθανοτήτων και τριγωνομετρικές σχέσεις. Επιπρόσθετα, παρέχει διαθεματική προσέγγιση, αφού χτίζεται η κριτική σκέψη και γίνεται σύνδεση μαθηματικών εννοιών με ‘πραγματικές’ συνθήκες, χωρίς το αίσθημα του φόβου και της αποτυχίας. Τέλος, αναπτύσσεται το ομαδικό πνεύμα, αφού η εφαρμογή αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ατομικά, σχεδιάστηκε έτσι ώστε να ευνοεί την συνεργασία μαθητών για την επίλυση των γρίφων.

Κατά την διαδικασία του σχεδιασμού, λήφθηκαν υπόψη απαιτήσεις που κρίθηκαν απαραίτητες για την ποιοτικότερη υλοποίηση της εφαρμογής. Αρχικά, το παιχνίδι πρέπει να είναι φιλικό προς τον χρήστη. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιήθηκαν ευανάγνωστες γραμματοσειρές, όπως επίσης δόθηκαν σαφείς οδηγίες, ούτως ώστε οι μαθητές να εστιάζουν στο περιεχόμενο και την ροή, αντί στην απλή πλοήγηση στον χώρο. Επιπρόσθετα, απαραίτητη προϋπόθεση που ορίστηκε, ήταν η αποφυγή της υπερφόρτωσης. Οι γρίφοι προσαρμόστηκαν ώστε να είναι διαβαθμισμένοι, χωρίς όμως να απαιτούν πολλαπλά βήματα επίλυσης, για να αποφεύγεται η σύγχυση. Ακόμη, για να κρατηθεί το ενδιαφέρον αμερόληπτο και έντονο, χρησιμοποιήθηκαν 3D μοντέλα και γραφικά εφέ συνοδευόμενα από ήχους, ώστε να ενισχύσουν την εμπειρία του μαθητή και να κάνουν το παιχνίδι πιο δελεαστικό και ταυτόχρονα ρεαλιστικό.

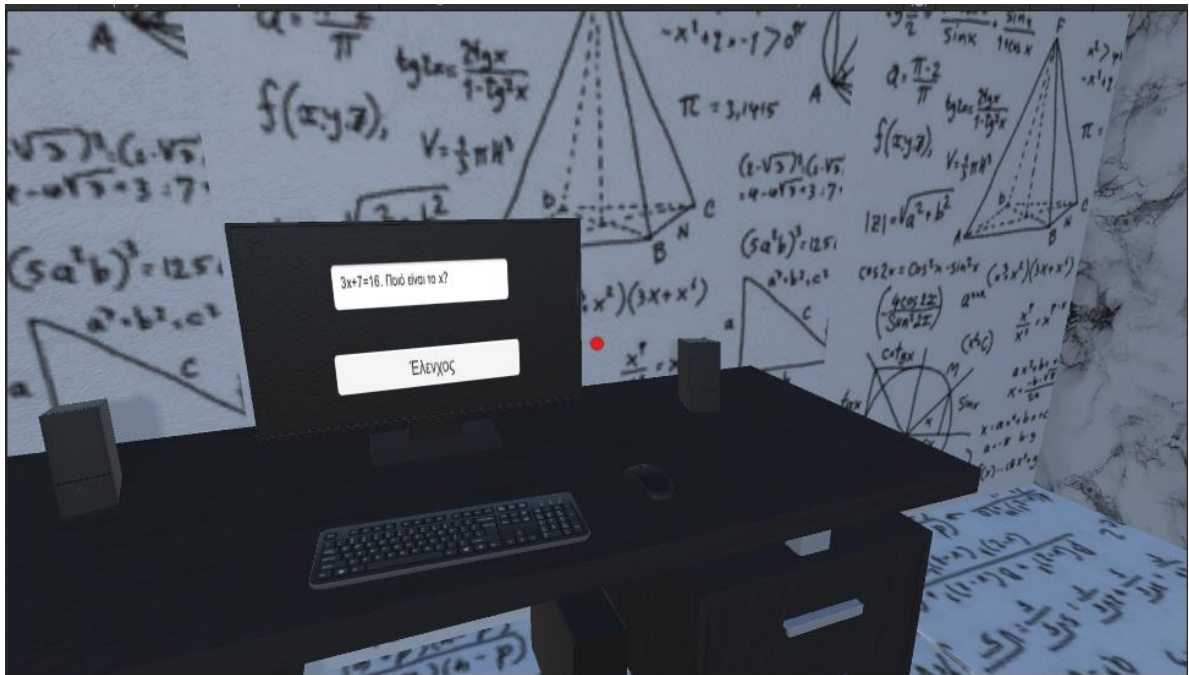
4.2 Σενarioγράφηση: Το «Escape Room» ως Μαθησιακή Εμπειρία

Ξεκινώντας το παιχνίδι, ο χρήστης βρίσκεται στο ισόγειο μιας ξεχασμένης πολυκατοικίας-μουσείο μαθηματικών και βλέπει μπροστά του ένα μήνυμα που άφησε ο ιδιοκτήτης. Ο μαθητής, αντιλαμβάνεται αμέσως ότι βρίσκεται στην αρχή μιας περιπέτειας. Αφού διαβάσει το μήνυμα (Εικόνα 4.1), παρατηρεί τη διακόσμηση του χώρου και κατανοεί ότι ο ιδιοκτήτης αυτού του μουσείου δεν κάνει αστεία.



Εικόνα 4.1: Το μήνυμα που άφησε ο δημιουργός του μουσείου.

Σύμφωνα με τον θρύλο, εκεί ζούσε ένας λαμπρός και ταυτόχρονα εκκεντρικός μαθηματικός γνωστός ως «Ο Φύλακας των Αριθμών». Μπροστά του βλέπει μια κλειδωμένη πόρτα που απαιτεί κωδικό για να ξεκλειδώσει. Εκεί ο μαθητής αντιλαμβάνεται ότι το παιχνίδι μόλις ξεκίνησε. Για την επίλυση του πρώτου γρίφου πρέπει να λύσει μια απλή εξίσωση πρώτου βαθμού (Εικόνα 4.2). Στην συνέχεια, ο μαθητής διαβάζει το μήνυμα που υπάρχει στο τραπέζι (Εικόνα 4.3), και καταλαβαίνει ότι πρέπει να προσθέσει το αποτέλεσμα του X σε ένα αριθμό (ο οποίος είναι κρυμμένος σε ένα έπιπλο) και πρέπει να τον υψώσει στην τρίτη δύναμη (που είναι το πλήθος των πινάκων στο ισόγειο).



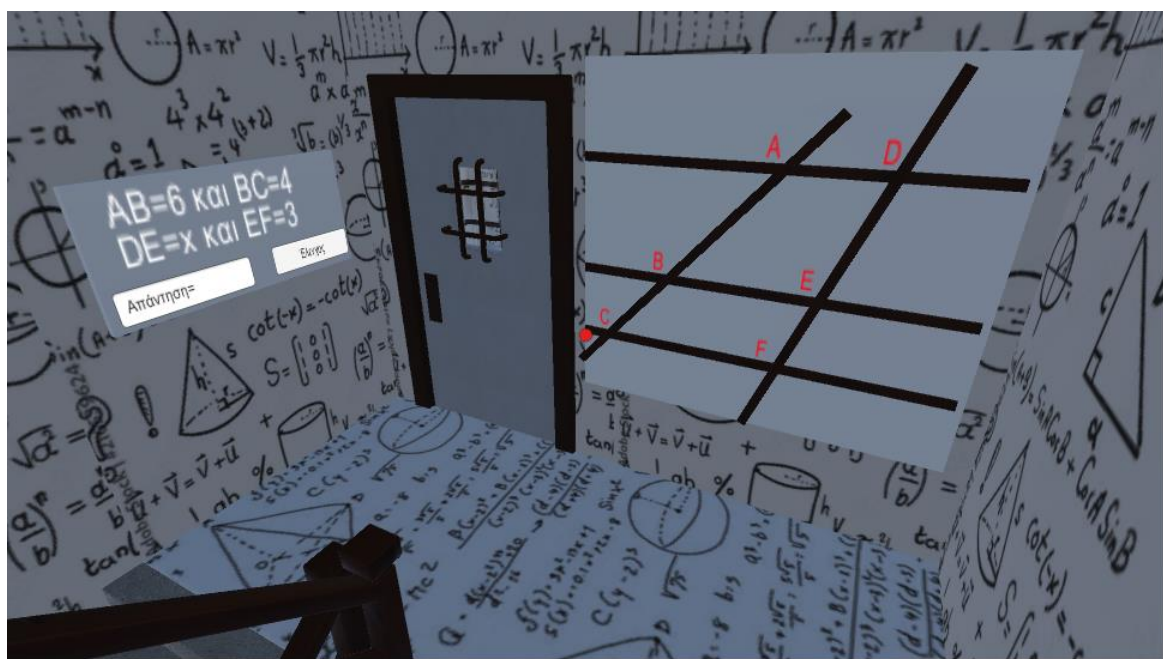
Εικόνα 4.2: Ο πρώτος γρίφος του παιχνιδιού.



Εικόνα 4.3: Το μήνυμα και ο αριθμός στο έπιπλο.

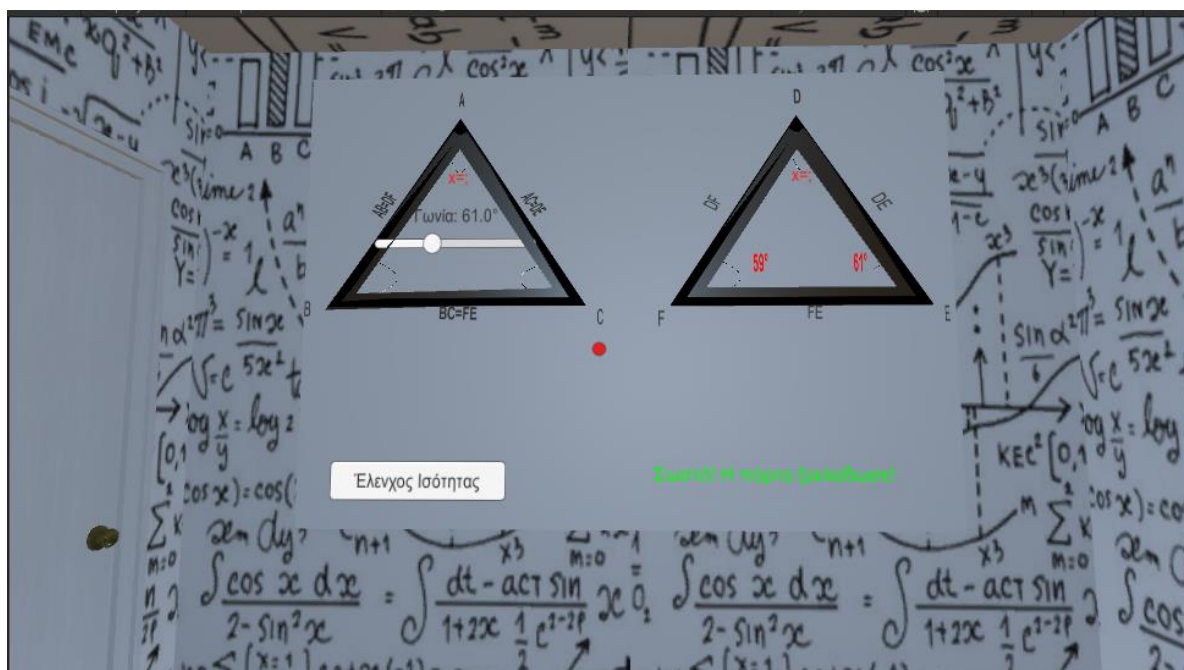
Αφού ο μαθητής ξεκλειδώσει την πρώτη πόρτα, ανεβαίνει την σκάλα για τον πρώτο όροφο, αλλά δίπλα στην πόρτα του, παρουσιάζεται ένας πίνακας που αποτελείται από 3 παράλληλες γραμμές που τέμνονται από 2 ευθείες (Εικόνα 4.4). Αριστερά από την πόρτα, βλέπει γράμματα και αριθμούς και πλέον αντιλαμβάνεται ότι πρέπει

να υπολογίσει το μήκος ενός ευθυγράμμου τμήματος (DE) , για να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο.



Εικόνα 4.4:Ο γρίφος με τις παράλληλες ευθείες.

Μόλις ανοίξει την πόρτα, βρίσκεται στον προθάλαμο του ορόφου και μπροστά του παρουσιάζονται δύο ίδια ισοσκελή τρίγωνα (Εικόνα 4.5). Το ένα από αυτά έχει δύο γωνίες γνωστές και μία άγνωστη. Ο μαθητής πρέπει να υπολογίσει την άγνωστη γωνία και δεδομένου ότι τα τρίγωνα ισούνται, να σύρει την ράβδο στις σωστές μοίρες και να ελέγξει την ισότητα των τριγώνων, δηλαδή την σωστή απάντηση της αγνώστου γωνίας X.

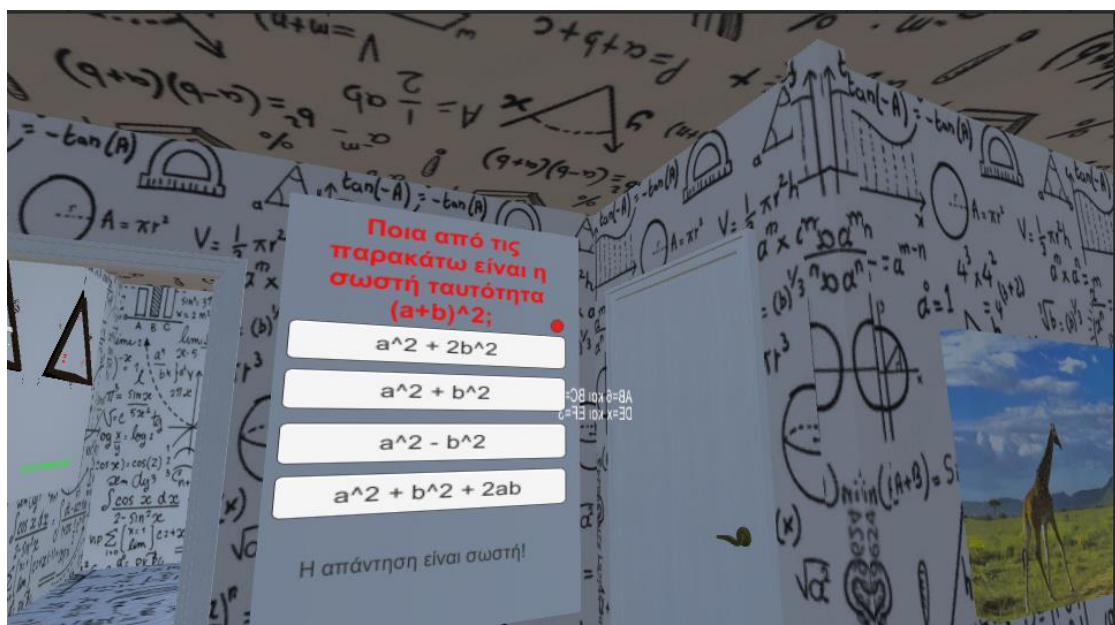


Εικόνα 4.5: Ο γρίφος με την άγνωστη γωνία στα ισοσκελή τρίγωνα.

Ο μαθητής τώρα βρίσκεται στον πρώτο όροφο του μουσείου. Απέναντι του παρατηρεί ότι στον τοίχο ο μαθηματικός άφησε γραμμένο ένα μήνυμα (Εικόνα 4.6), που λέει «συλλογή αριθμών» και υποσιάζεται ότι πρέπει να συλλέξει αριθμούς. Στον τοίχο έξω από την τουαλέτα, βρίσκει την πρώτη άσκηση πολλαπλής επιλογής (Εικόνα 4.7) για την ταυτότητα $(\alpha+\beta)^2$.



Εικόνα 4.6 : Το μήνυμα στον τοίχο.



Εικόνα 4.7: Γρίφος πολλαπλής επιλογής στην ταυτότητα $(a+b)^2$.

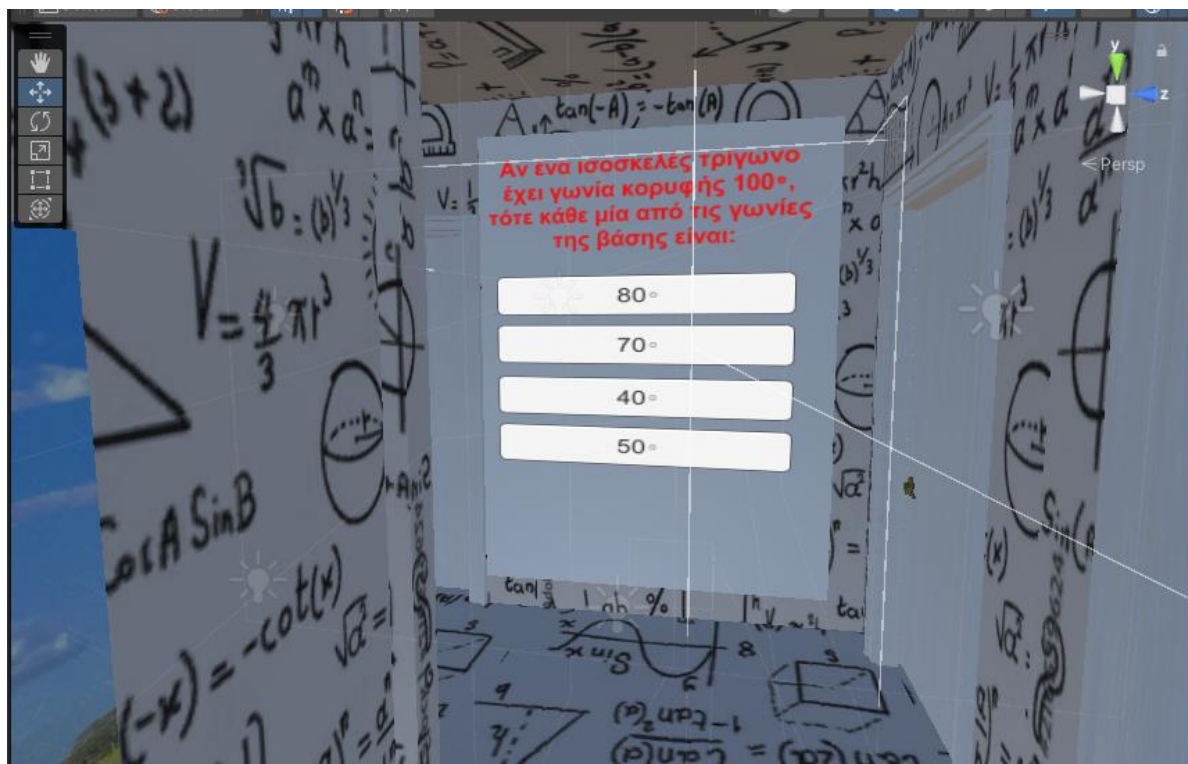
Λύνοντας τον γρίφο ξεκλειδώνεται η πόρτα του μπάνιου. Μπαίνει μέσα χωρίς να αντιληφθεί κάτι ασυνήθιστο, αλλά στο ντουλάπι βρίσκεται ο πρώτος αριθμός (Εικόνα 4.8) που θα χρησιμοποιήσει για τον επόμενο όροφο.



Εικόνα 4.8: Ο πρώτος αριθμός που βρίσκετε στο μπάνιο.

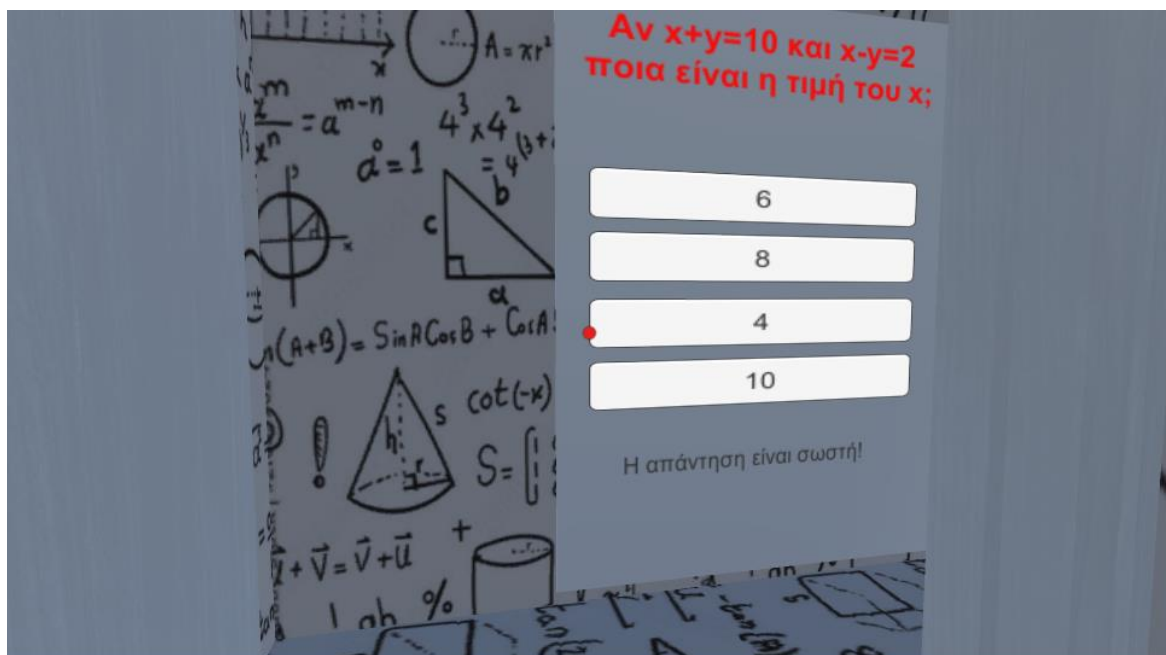
Προχωρώντας στον διάδρομο, βρίσκει όλες οι πόρτες κλειδωμένες. Έξω από την πόρτα του μεγάλου υπνοδωματίου συναντάει τον επόμενο γρίφο που αποτελείται

από ισοσκελή τρίγωνα (Εικόνα 4.9). Λύνοντας τον γρίφο ξεκλειδώνεται η πόρτα του δωματίου και προχωράει για τον επόμενο γρίφο.



Εικόνα 4.9: Ο γρίφος πολλαπλής επιλογής για ισοσκελές τρίγωνο.

Ο επόμενος γρίφος απαιτεί την εύρεση του αγνώστου X σε σύστημα εξισώσεων με δύο αγνώστους (Εικόνα 4.10). Λύνοντας τον γρίφο παρουσιάζεται ξανά μήνυμα επιτυχίας και ξεκλειδώνει αυτόματα η πόρτα του επόμενου δωματίου.



Εικόνα 4.10: Γρίφος πολλαπλής επιλογής.

Μπαίνοντας στο επόμενο δωμάτιο του μουσείου ο μαθητής πρέπει να συλλέξει τον επόμενο αριθμό που βρίσκεται στο ταβάνι (Εικόνα 4.11).



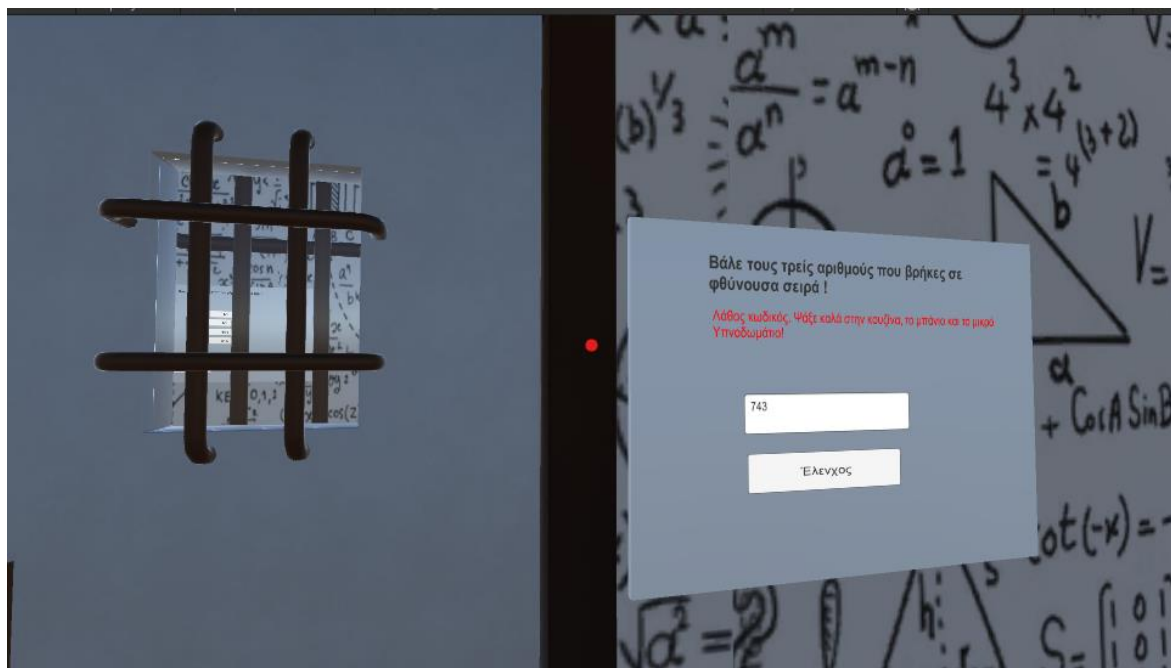
Εικόνα 4.11: Ο αριθμός στο ταβάνι.

Ο παίκτης χρειάζεται στο σύνολο τρεις αριθμούς, για να ξεκλειδώσει τον επόμενο όροφο του μουσείου. Έτσι, του λείπει ένας αριθμός που βρίσκεται κρυμμένος στην ντουλάπα (Εικόνα 4.12) της κουζίνας.



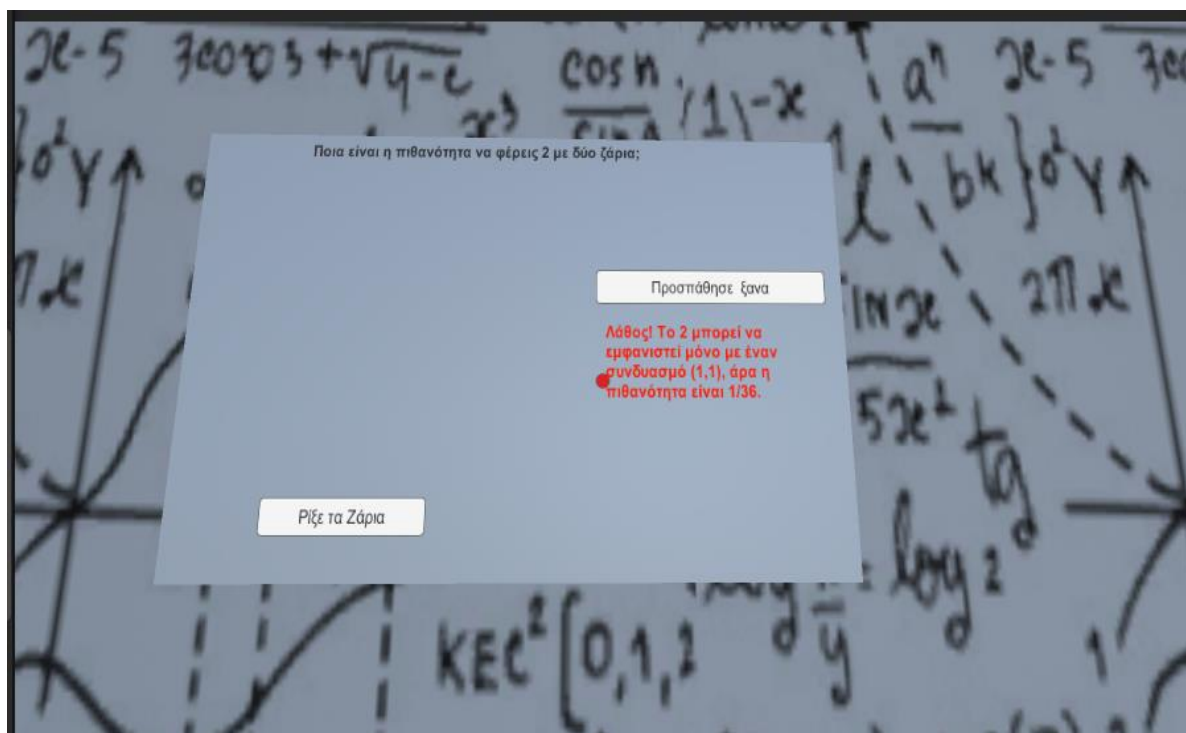
Εικόνα 4.12: Ο τρίτος αριθμός που πρέπει να συλλέξει ο μαθητής.

Ο παίκτης ανεβαίνει την σκάλα και βρίσκεται στην πόρτα που οδηγεί στον προθάλαμο του δεύτερου ορόφου. Δίπλα από την πόρτα παρατηρεί ότι για να ξεκλειδώσει, πρέπει να εισάγει τους αριθμούς που συγκέντρωσε, σε φθίνουσα σειρά (Εικόνα 4.13). Σε περίπτωση που ο μαθητής δεν τους έχει συλλέξει όλους ή έχει κάνει κάποιο λάθος, παρουσιάζεται μήνυμα βοήθειας που τον κατευθύνει προς τα που να ψάξει έτσι που να εντοπίσει τους αριθμούς.

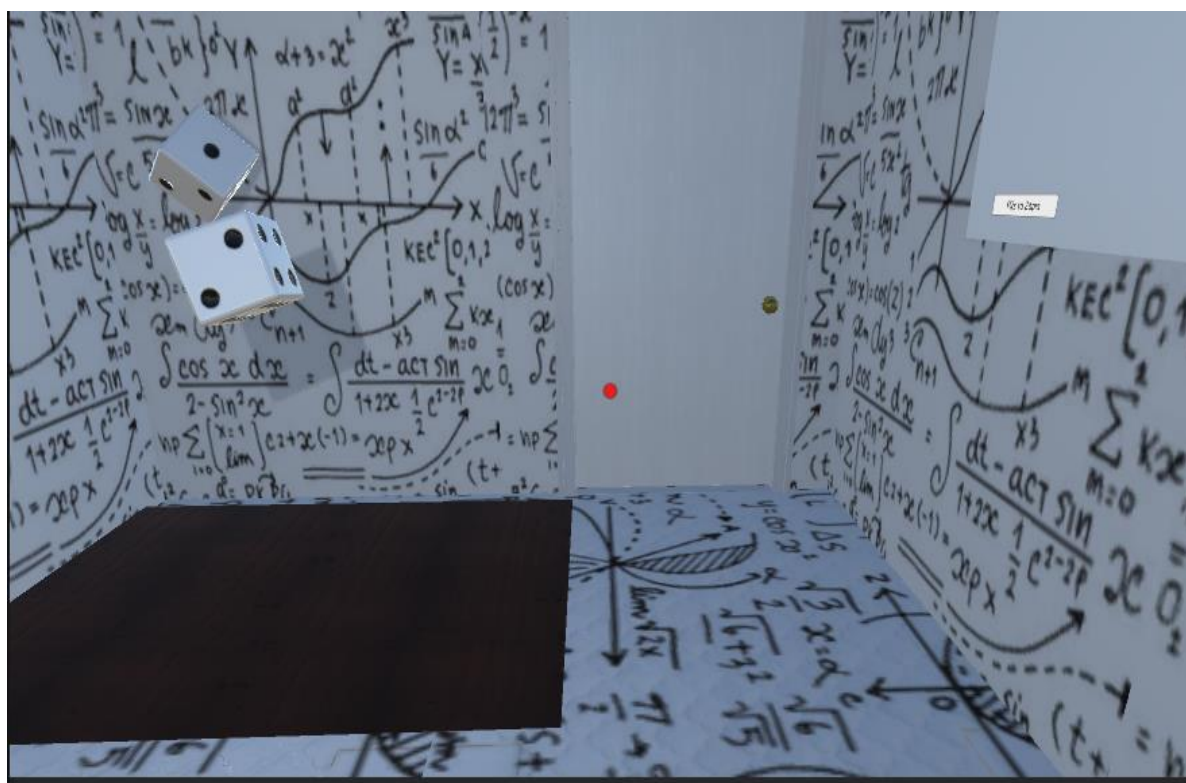


Εικόνα 4.13: Το μήνυμα βοήθειας που εμφανίζεται για να βοηθήσει τον μαθητή.

Όταν λυθεί ο γρίφος η πόρτα ξεκλειδώνεται και ο μαθητής εισέρχεται στον προθάλαμο. Μπροστά του ξεδιπλώνεται ο επόμενος γρίφος που ξεκλειδώνει τον τελευταίο όροφο του μουσείου. Ο μαθητής για να τον λύσει πρέπει να απαντήσει σωστά σε μια δυναμική ερώτηση πολλαπλής επιλογής, που αφορά την ύλη των πιθανοτήτων. Εάν η απάντηση είναι λανθασμένη, ο γρίφος εμφανίζει μήνυμα που του αναλύει το λάθος του και του δίνει βοήθεια (Εικόνα 4.14), δίνοντας του την δυνατότητα να μάθει από το λάθος του. Στην συνέχεια, αφού κατανοήσει το λάθος που έκανε και είναι έτοιμος, πατάει το κουμπί για να προσπαθήσει ξανά, όπου εμφανίζεται νέα ερώτηση που αφορά την ίδια ενότητα. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι ο μαθητής να απαντήσει σωστά τον γρίφο. Στον ίδιο χώρο υπάρχει και ένα παιχνίδι με ζάρια, όπου ο μαθητής μπορεί να κάνει ρίψεις για να παίξει (Εικόνα 4.15), εμπλουτίζοντας έτσι το ενδιαφέρον και την διαδραστικότητα του γρίφου.



Εικόνα 4.14: Δυναμική ερώτηση πολλαπλής επιλογής.



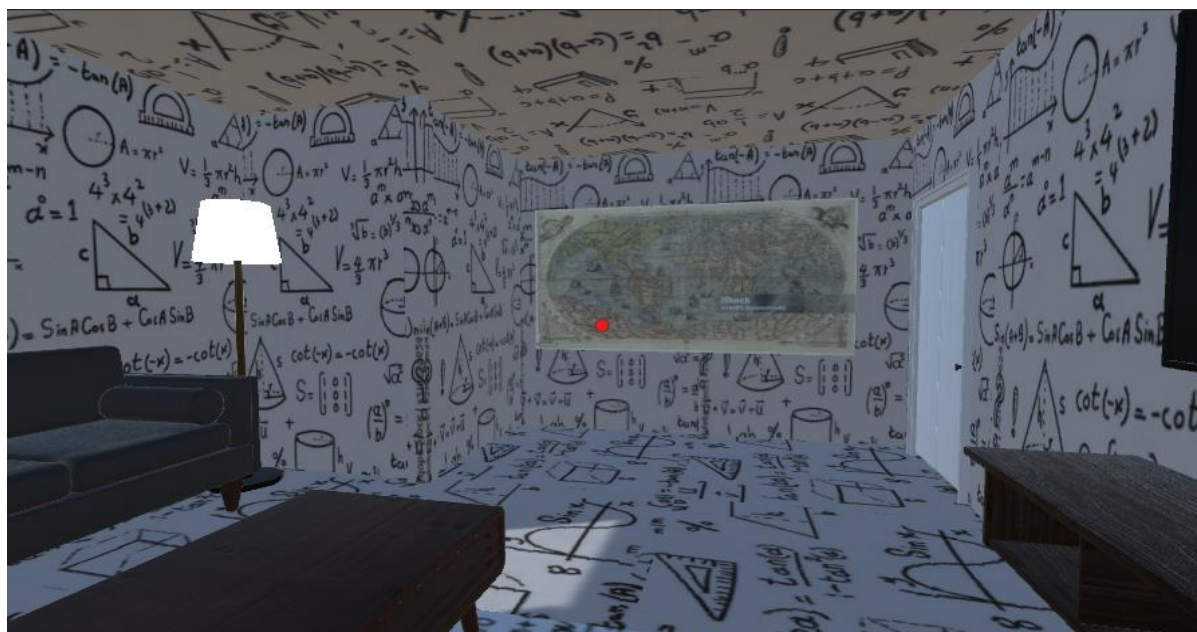
Εικόνα 4.15: Το παιχνίδι με τα ζάρια.

Ο μαθητής μπαίνοντας στο δεύτερο όροφο του μουσείου, παρατηρεί ξανά ότι στον τοίχο απέναντι του είναι γραμμένα στοιχεία για το επόμενο επίπεδο (Εικόνα 4.16) .

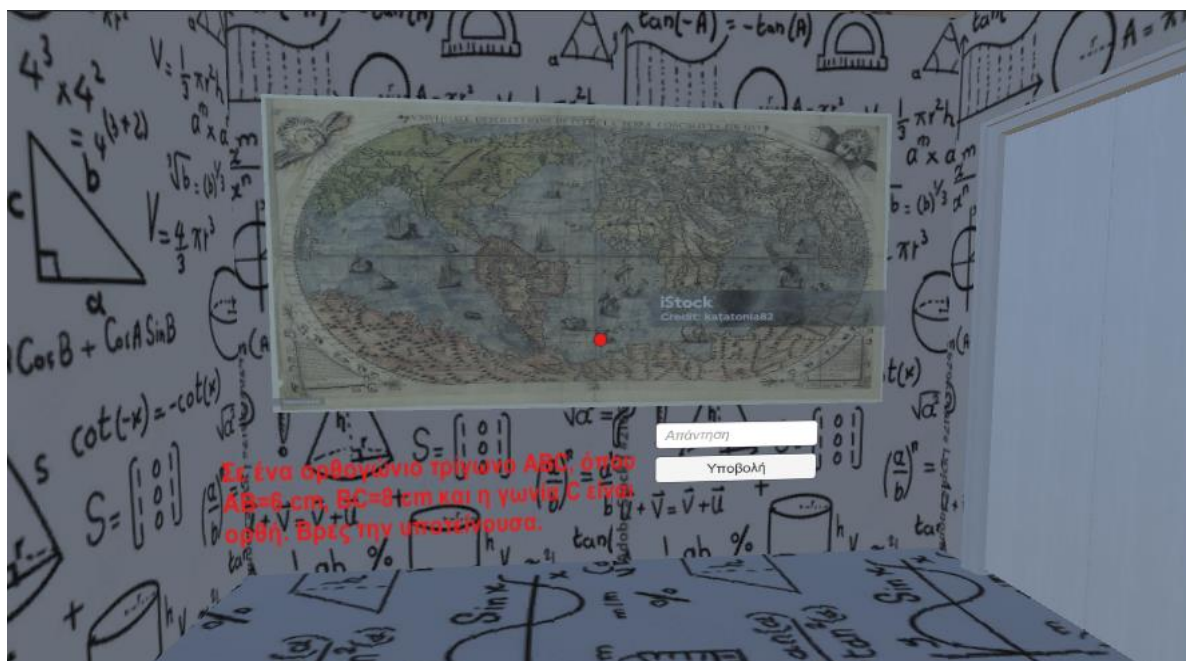
Ανακαλύπτει ότι πρέπει να εξερευνήσει κάποιο χάρτη (Εικόνα 4.17), ο οποίος βρίσκεται στο σαλόνι. Εάν ο μαθητής πατήσει πάνω στον χάρτη εμφανίζεται ο επόμενος γρίφος (Εικόνα 4.18). Με δεδομένη την μια γωνία και τις δυο πλευρές σε ισοσκελές τρίγωνο, αναζητάει να βρει το μέγεθος της υποτείνουσας.



Εικόνα 4.16: Τα στοιχεία στον τοίχο.

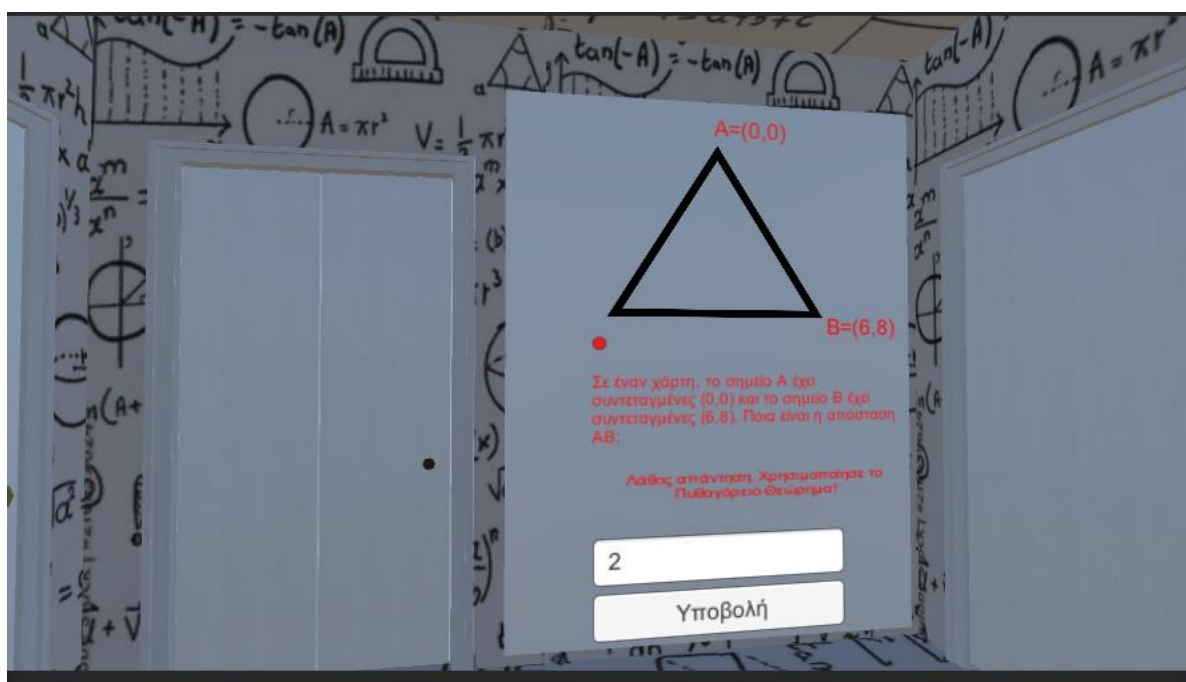


Εικόνα 4.17: Ο χάρτης που κρύβει τον γρίφο.



Εικόνα 4.18 : Ο γρίφος του χάρτη.

Με την σωστή απάντηση του μαθητή ξεκλειδώνεται η πόρτα του υπνοδωματίου που βρίσκεται κρυμμένος ο επόμενος γρίφος. Ο γρίφος παρουσιάζει ένα τρίγωνο με δύο γνωστά σημεία A και B και για να τον λύσει ο μαθητής πρέπει να υπολογίσει την απόσταση τους. Ο γρίφος παρέχει και δυνατότητα βοήθειας, κατευθύνοντας τον μαθητή να χρησιμοποιήσει το πυθαγόρειο θεώρημα για να τον λύσει (Εικόνα 4.19).



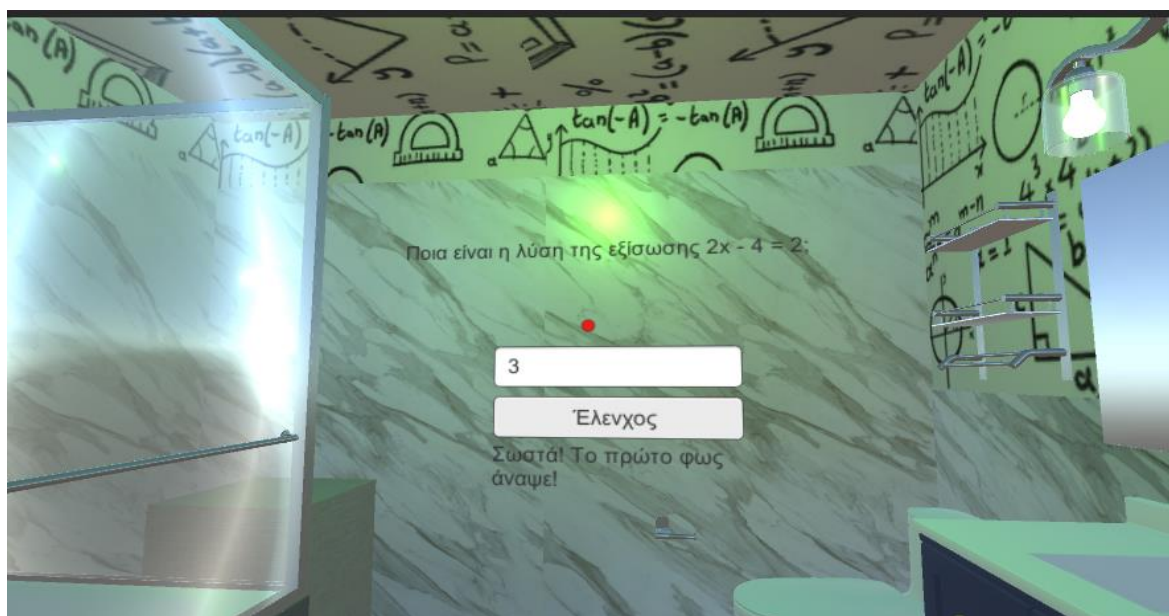
Εικόνα 4.19: Ο γρίφος με την απόσταση δύο σημείων.

Ο επόμενος γρίφος κρύβεται στην ντουλάπα του μικρού υπνοδωματίου το οποίο έχει πλέον ξεκλειδώσει. Ο μαθητής καλείται να υπολογίσει τα σημεία τομής των δύο γνωστών ευθειών (Εικόνα 4.20).



Εικόνα 4.20: Ο γρίφος στην ντουλάπα.

Με την σωστή απάντηση ξεκλειδώνεται η πόρτα της τουαλέτας, στην οποία υπάρχει μια άσκηση με δεδομένη εξίσωση και άγνωστο το X . Υπολογίζοντας το σωστό X , παρουσιάζεται μήνυμα συγχαρητήριων και ανάβει πράσινο φως (Εικόνα 4.21). Ταυτόχρονα στην κουζίνα εμφανίζεται ο επόμενος γρίφος.



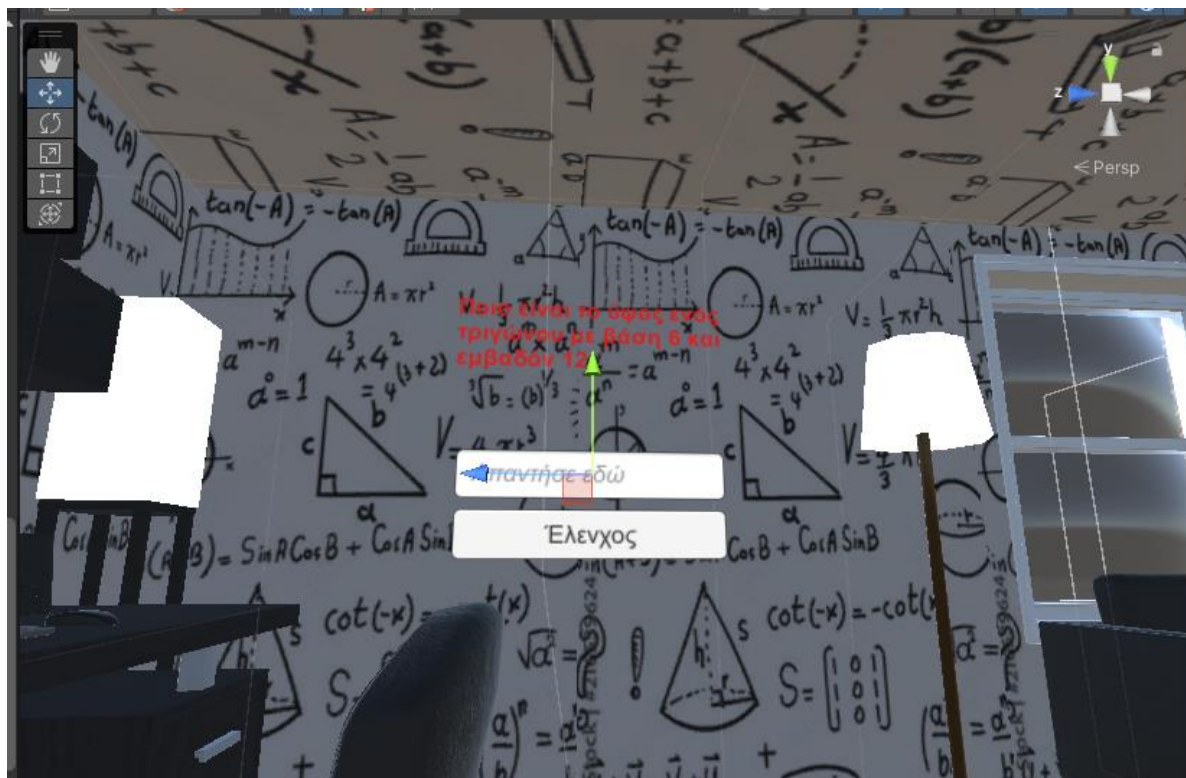
Εικόνα 4.21: Η εξίσωση πρώτου βαθμού.

Ο μαθητής πρέπει να υπολογίσει την γωνία ενός ορθογωνίου ισοσκελές τριγώνου (Εικόνα 4.22). Με την σωστή λύση εμφανίζεται ξανά μήνυμα συγχαρητηρίων και ταυτόχρονα ανάβει κίτρινο φως.



Εικόνα 4.22: Ο γρίφος που εμφανίζεται στην κουζίνα.

Πλέον, εμφανίζεται ο τελευταίος γρίφος και ο μαθητής πρέπει να υπολογίσει το ύψος ενός τριγώνου με δεδομένα στοιχεία, την βάση και το ύψος του (Εικόνα 4.23). Απαντώντας σωστά ανάβει το τελικό μπλε φως και παρουσιάζεται συγχαρητήριο μήνυμα που του ανακοινώνει ότι έχει ξέφυγε από το μουσείο και τον τρελό μαθηματικό.

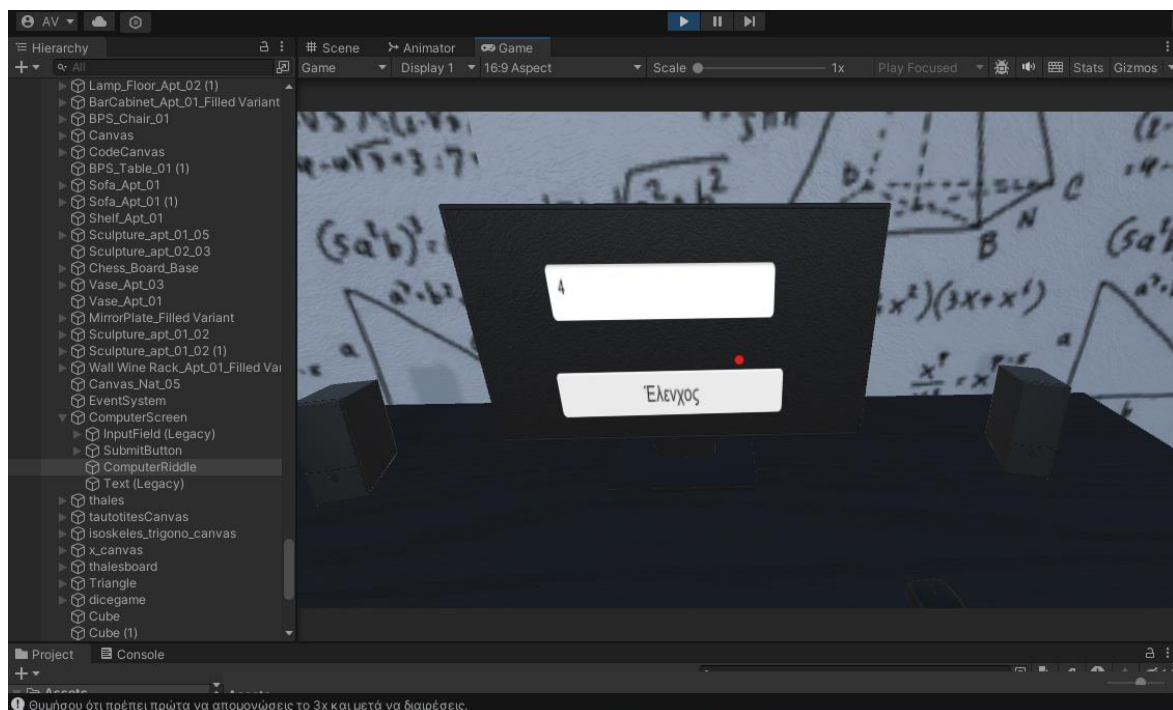


Εικόνα 4.23: Ο τελευταίος γρίφος του παιχνιδιού.

Για να γίνει πιο σαφές το είδος των γρίφων που καλούνται να επιλύσουν οι μαθητές, ακολουθεί ένα ενδεικτικό παράδειγμα από το πρώτο επίπεδο (ισόγειο). Ένας υπολογιστής που συναντά ο μαθητής στην άκρη του δωματίου απαιτεί την λύση της εξίσωσης " $3x+7=16$ ". Στο περιβάλλον του υπολογιστή υπάρχει ένα πεδίο κειμένου (Input Field) στο οποίο ο μαθητής πρέπει να εισάγει την σωστή τιμή του x . Αν επιλέξει λανθασμένη απάντηση, εμφανίζεται σχετικό μήνυμα και το hint (Εικόνα 4.24): "Θυμήσου ότι πρέπει πρώτα να απομονώσεις το $3x$ και μετά να διαιρέσεις...". Όταν τελικά εισάγεται το $x=3$, ο υπολογιστής επιβεβαιώνει ότι η λύση είναι σωστή. Στο επόμενο γρίφο, η εφαρμογή ανεβάζει ελαφρώς το επίπεδο δυσκολίας, ζητώντας από τον μαθητή να συνδυάσει περισσότερες πράξεις. Με αυτόν τον τρόπο, επιδιώκεται η διατήρηση της αίσθησης της ροής (flow), όπως αυτή ορίζεται από τον

Csikszentmihalyi (1990), καθώς ο μαθητής ούτε αποθαρρύνεται από υπερβολικά δύσκολες ασκήσεις, ούτε βαριέται από υπερβολικά εύκολες.

Ο συγκεκριμένος μηχανισμός παροχής hints εμπνεύστηκε από παλαιότερες μελέτες (Borrego et al,2019), όπου επισημαίνουν τη σημασία της ισορροπίας ανάμεσα σε εξωτερικά κίνητρα και εσωτερική ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης ενός προβλήματος. Εκτός από τις μαθηματικές γνώσεις, οι μαθητές ασκούν στρατηγικές δοκιμών ανάμεσα στις οποίες υπάρχει η περίπτωση λάθους (trial&error) και ταυτόχρονα καλλιεργούν σταδιακά την αυτοπεποίθηση τους, αφού βλέπουν ότι μπορούν να ξεπεράσουν τα εμπόδια σε ένα σαφές διασκεδαστικό περιβάλλον.

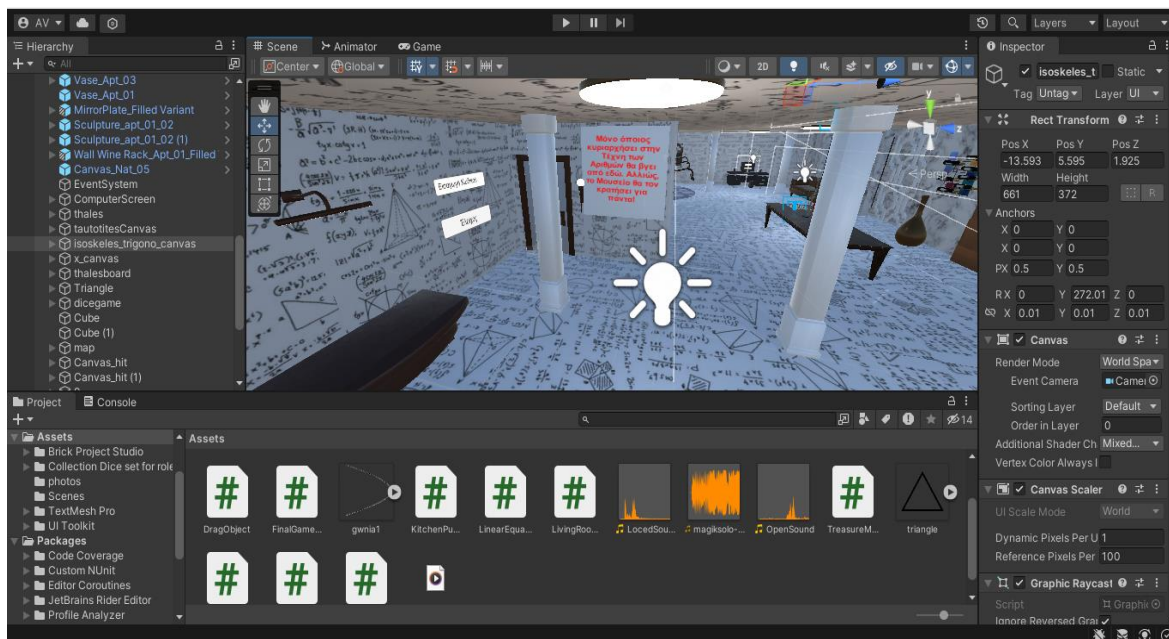


Εικόνα 4.24: Hint που δίνεται σε περίπτωση λάθους.

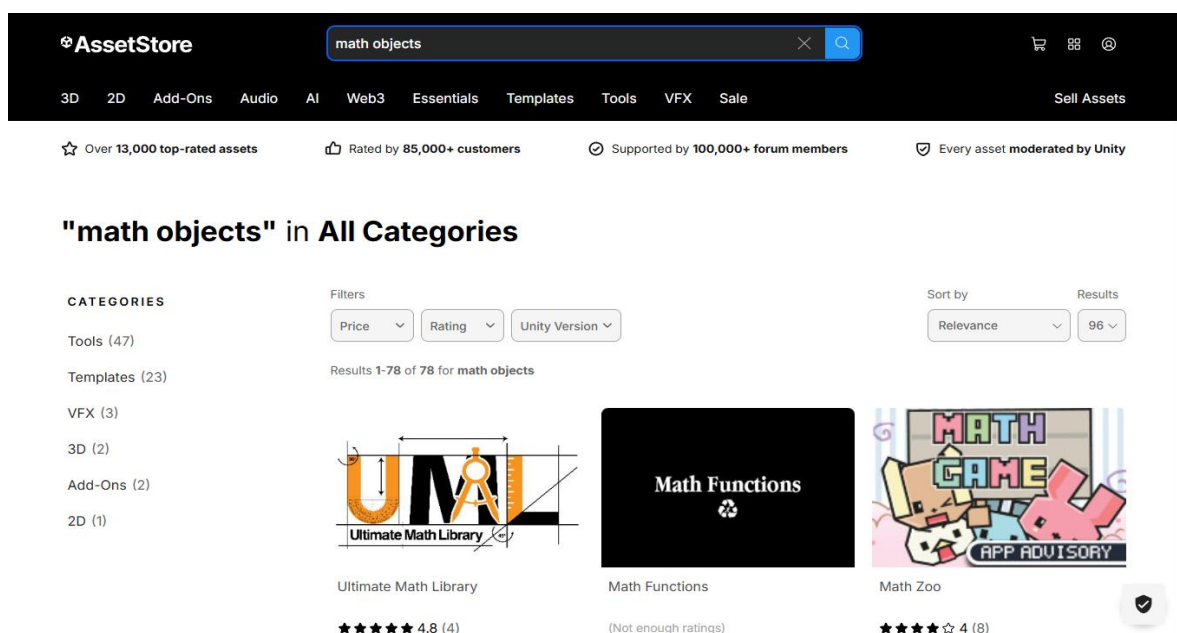
4.3 Τεχνολογίες και Εργαλεία

Για την υλοποίηση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα Unity (Εικόνα 4.25), που προσφέρει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον που επιτρέπει τη δημιουργία 2D και 3D μοντέλων και χώρων καθώς και την πλήρη διαχείριση αντικειμένων. Επιπρόσθετα, διαθέτει μεγάλη γκάμα σε έτοιμα πακέτα (assets) τα οποία μπορεί κάποιος να αγοράσει ή του παρέχονται δωρεάν. Η πλατφόρμα αυτή υποστηρίζει προγραμματισμό λογικής μέσω της γλώσσας C# καθώς και της διαχείρισης των

εργαλείων, μηνυμάτων και της ροής του παιχνιδιού. Από το Unity Asset Store (Εικόνα 4.26), χρησιμοποιήθηκαν έτοιμα μοντέλα επίπλων, ηχητικά εφέ, αντικείμενα, σχήματα και φωτογραφίες. Για την βέλτιστη εμπειρία του χρήστη προστέθηκαν σύντομα ηχητικά εφέ (π.χ. άνοιγμα πόρτας) καθώς και μουσική υπόκρουσης.



Εικόνα 4.25:Το περιβάλλον της πλατφόρμας Unity.



Εικόνα 4.26:Unity Asset Store.

4.4 Προκλήσεις, Περιορισμοί και Προτάσεις Βελτίωσης

Από τις δυσκολότερες προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν ήταν η εξισορρόπηση του επιπέδου δυσκολίας. Εάν οι μαθητές βρίσκουν τους γρίφους υπερβολικά δύσκολους, κινδυνεύουμε να τους απογοητεύσουμε και να τα παρατήσουν, ενώ αντίθετα εάν τους βρίσκουν υπερβολικά εύκολους, δεν θα προκαλείται το ενδιαφέρον τους. Έτσι χρησιμοποιήθηκαν γρίφοι βασισμένοι στο πρόγραμμα διδασκαλίας, με παροχή βοήθειας (hint), στα σημεία όπου κρινόταν απαραίτητο. Επιπλέον, η τρισδιάστατη απεικόνιση μπορεί να απαιτήσει υψηλότερες τεχνολογικές προδιαγραφές από τους κλασσικούς απλούς σχολικούς υπολογιστές. Επομένως, προτείνεται μια ελαφρύτερη έκδοση ή χρήση υποσυστήματος για cloud gaming σε μελλοντικές φάσεις.

Παρόλο που το παιχνίδι σχεδιάστηκε να είναι φιλικό προς την εφαρμογή του στο αναλυτικό πρόγραμμα, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να διαθέσουν τον απαραίτητο χρόνο και σημασία για να αξιοποιήσουν την εφαρμογή πλήρως και αποτελεσματικά. Προτείνεται να συμπεριληφθούν επιπλέον κεφάλαια των μαθηματικών (και για άλλες τάξεις) ή ακόμα και άλλων Γνωστικών Αντικειμένων(π.χ. Φυσική, Χημεία κ.τ.λ), καθώς και η δημιουργία μηχανισμού για την συνεργασία μεταξύ των μαθητών (multiplayer mode). Τέλος, σε μια επόμενη έκδοση του παιχνιδιού μπορεί να προσαρμοστεί τεχνολογία έτσι ώστε το παιχνίδι να αφορά και τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, χρησιμοποιώντας χρωματικές προσεγγίσεις, υποτίτλους καθώς και εναλλακτικούς τρόπους εισόδου απαντήσεων.

4.5 Παιδαγωγική Τεκμηρίωση των Γρίφων

Κατά την διαδικασία σχεδιασμού του κάθε γρίφου στο Unity, χρησιμοποιήθηκε μια συγκεκριμένη παιδαγωγική ακολουθία. Ο σχεδιασμός για τις Βασικές Εξισώσεις Πρώτου και Δευτέρου Βαθμού, βασίστηκε στις ενότητες του σχολικού βιβλίου όπως ακριβώς ορίζονται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα του Υπουργείου Παιδείας (2016). Για την υλοποίηση των γρίφων στην Γεωμετρία και την Τριγωνομετρία προστέθηκαν τριγωνομετρικά προβλήματα (π.χ απόσταση μεταξύ δύο σημείων σε ένα τρίγωνο). Ταυτόχρονα, δόθηκε έμφαση στη τρισδιάστατη απεικόνιση, αφού βοηθάει τους μαθητές να οπτικοποιήσουν το πρόβλημα (Tsai et al.,2022). Στην ενότητα των

Πιθανοτήτων εφαρμόστηκε μια προαιρετική υποενότητα-παιχνίδι ρίψης ζαριών (Εικόνα 4.15) μαζί με ερωτήσεις πιθανοτήτων. Αυτού του είδους μαθησιακά περιβάλλοντα, βοηθούν τους μαθητές να αντιληφθούν εμπειρικά δυσκολότερες έννοιες, όπως αυτή της τυχαίας μεταβλητής.

4.6 Τεχνικές Gamification: Ενίσχυση Κινήτρων

Στο πλαίσιο του παιχνιδιού που σχεδιάστηκε στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιήθηκαν κάποιες στοχευμένες τεχνικές Gamification, που είναι από τις πλέον πιο διαδομένες. Με την λογική της συλλογής αριθμών (π.χ τα τρία νούμερα που χρειάζεται να συλλέξει ο μαθητής για να ανοίξει την πόρτα), επιτυγχάνεται το αίσθημα της ευχαρίστησης και ταυτόχρονα παρακινείται ο μαθητής σε περεταίρω εξερεύνηση. Ακόμα, με την δημιουργία ξεχωριστών ορόφων-επιπέδων, και με την εφαρμογή σταδιακής αύξησης της δυσκολίας, ο μαθητής δεν νιώθει υπερβολικό άγχος και ταυτόχρονα δεν παρουσιάζει απώλεια ενδιαφέροντος. Επίσης, μέσα από τα σύντομα ηχητικά εφέ (π.χ. άνοιγμα-κλείσιμο πόρτας) και των φωτεινών ενδείξεων (τρία φώτα στο τελευταίο επίπεδο) που αφορούν την επιβράβευση, ενισχύεται το συναίσθημα της επιτυχίας (Kapp,2012). Έτσι με τον συνδυασμό των παραπάνω τεχνικών η εφαρμογή δεν αποτελεί ένα απλά διασκεδαστικό «κουίζ», αλλά ένα περιβάλλον παιγνιώδους μάθησης με επίκεντρο την ψυχολογική στήριξη του μαθητή.

Κεφάλαιο 5 Πρόταση για τη Χρήση σε Διαδικασίες Μάθησης και Αξιολόγηση

Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης ενός εκπαιδευτικού ψηφιακού παιχνιδιού, είναι ιδιαίτερα σημαντική η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του. Εφαρμογές που προορίζονται για το σχολικό περιβάλλον, πρέπει να σχεδιάζονται προσεκτικά και εμπειρικά, για να επιδιώκονται οι μαθησιακοί στόχοι. Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται οι βασικές αρχές σχεδιασμού μιας πιλοτικής εφαρμογής του "Μαθηματικού Μαγικού Κόσμου". Επιπλέον, αναπτύσσεται η μεθοδολογία που προτείνεται να ακολουθηθεί, για τη συλλογή δεδομένων από τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς στο σχολικό περιβάλλον. Ακόμη, αναφέρονται οι μεγαλύτερες δυσκολίες που παρουσιάζονται, αλλά και οι προτάσεις για ένταξη του παιχνιδιού στις αληθινές συνθήκες της Γ' τάξης Γυμνασίου, σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα και τις υποδομές των σχολείων. Στην παρούσα εργασία δεν θα παρουσιαστούν συγκεκριμένα αποτελέσματα βαθμολόγησης μαθητών, αφού ο σκοπός της δεν είναι η εμπειρική ερεύνα βασισμένη σε δείκτες, αλλά η τεκμηρίωση ενός ισχυρού πλαισίου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον.

Η φιλοσοφία της αξιολόγησης βασίζεται στις κατευθύνσεις των Borrego et al., (2019). Συγκεκριμένα, η πολυδιάστατη αξιολόγηση σε παιχνίδια που υλοποιήθηκαν με το μοντέλο «διαδραστικό παιχνίδι-μαθησιακά αποτελέσματα» πρέπει να αξιολογεί την ακαδημαϊκή επίδοση, αλλά ταυτόχρονα και την ενεργή συμμετοχή των μαθητών(συνεργασία, κίνητρα). Έτσι, πρέπει να εξεταστεί κατά πόσο οι μαθητές κατανοούν καλύτερα και άμεσα τις βασικές έννοιες της Άλγεβρας, Γεωμετρίας και Τριγωνομετρίας μετά από την εμπλοκή του με το παιχνίδι. Ταυτόχρονα, πρέπει να επισημανθεί το ενδιαφέρον που παρουσιάζεται μέσω του νέου ψηφιακού τρόπου μάθησης, δηλαδή πόσο θετική είναι η στάση των μαθητών προς το μάθημα. Επίσης, πρέπει να αναλυθεί πόσο εύκολο προς το χρηστή είναι το συγκεκριμένο 3D περιβάλλον, δηλαδή το ποσοστό αποδοχής του από τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς, αλλά ταυτόχρονα να εντοπιστούν τυχόν τεχνικά προβλήματα. Τέλος, πρέπει να εξεταστεί εάν η εφαρμογή είναι συμβατή με τους χρονικούς περιορισμούς που επιβάλλει το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών. Μέσα σε αυτό το

πλαίσιο προτείνεται μια προσέγγιση “Game Master” (Borrego et al.,2019) που συντονίζει την ροή του παιχνιδιού και καταγράφει παρατηρήσεις.

5.1 Χρήση σε Διαδικασίες Μάθησης.

Αρχικά, ο εκπαιδευτικός πρέπει να επιλέξει ένα τμήμα 20 με 25 μαθητών για να εφαρμόσει το παιχνίδι. Σε αυτό το τμήμα πρέπει να γίνει εισαγωγή και αναφορά (5 με 10 λεπτά) στους στόχους του παιχνιδιού και τους βασικούς κανόνες. Ο εκπαιδευτικός, στην παρούσα φάση, πρέπει να τονίσει ότι οι γρίφοι βασίζονται στην ύλη που έχει ήδη διδαχθεί. Στην συνέχεια, οι μαθητές παίζουν το παιχνίδι, είτε ατομικά, είτε σε ομάδες των 3, ανάλογα και με την διαθεσιμότητα των υπολογιστών του σχολείου. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να επιβλέπει τους μαθητές και ταυτόχρονα να απαντάει σε τυχόν τεχνικές απορίες χωρίς όμως να λύνει τους γρίφους. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ο εκπαιδευτικός, εάν επιθυμεί μπορεί να καταγραφεί σε χαρτί κατά πόσο οι μαθητές αντιμετωπίζουν τεχνικά προβλήματα που ενδεχομένως προκύπτουν, τον χρόνο που χρειάζονται για να λύσουν τους γρίφους, τις πιο συχνές παρερμηνείες και λάθη σε μαθηματικές έννοιες και πράξεις. Με αυτόν τον τρόπο, συλλέγονται τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά δεδομένα, που μπορούν να οδηγήσουν σε κρίσιμα συμπεράσματα και την επιπλέον βελτίωση της εφαρμογής.

5.2 Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων

Στην παρούσα υποενότητα, παρουσιάζονται εργαλεία για επιπρόσθετη συλλογή δεδομένων. Μετά την ολοκλήρωση του παιχνιδιού δίνεται ένα σύντομο ερωτηματολόγιο στον μαθητή, με σύντομες ερωτήσεις του τύπου «Ήταν κατανοητοί οι γρίφοι;» και στο τέλος μια γενική ερώτηση του τύπου «Τι σου έκανε εντύπωση στο παιχνίδι;». Ταυτόχρονα, ο εκπαιδευτικός, όπως αναφέραμε και στην προηγούμενη παράγραφο, θα σημειώνει σε ένα φύλλο τις παρατηρήσεις που έκανε κατά την διάρκεια του παιχνιδιού (π.χ. 4 στους 5 μαθητές απέτυχαν στον γρίφο με της τριγωνομετρίας και χρειάστηκαν hint). Μετά από το τέλος του παιχνιδιού σημαντικό είναι να γίνεται μια συζήτηση για επίλυση αποριών σχετικών με τη θεωρία που σχετίζεται με τους γρίφους. Ως αποτέλεσμα όσων προαναφέρθηκαν στην παρούσα παράγραφο, μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε κατά πόσο το παιχνίδι

είναι αντίστοιχο με το γνωστικό επίπεδο των μαθητών, αλλά και επιπλέον κρίσιμα συμπεράσματα (π.χ. εάν είναι κουραστικό ή βαρετό).

5.3 Πλαίσιο Ένταξης στα Ελληνικά Σχολεία

Το Ελληνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών της Γ΄ Γυμνασίου περιλαμβάνει τις ενότητες Άλγεβρας (εξισώσεις, ανισώσεις, συναρτήσεις), Γεωμετρίας (ιδιότητες τριγώνων, τετράπλευρων, μετρήσεις γωνιών), Πιθανότητες (βασικές έννοιες πιθανοτήτων, ορισμός) και Τριγωνομετρίας (σε βασικό επίπεδο). Ο «Μαθηματικός Μαγικός Κόσμος» είναι ήδη σχεδιασμένος να περιέχει γρίφους που βασίζονται σε αυτές τις ενότητες. Άρα, η ένταξη του στο αναλυτικό πρόγραμμα είναι εύκολα εφικτή, είτε ως συμπλήρωμα σε νέα ενότητα, είτε ως επαναληπτικό εργαλείο πριν τις εξετάσεις για την καλύτερη εμπέδωση των μαθηματικών εννοιών.

5.4 Επέκταση για Μελλοντική Πιλοτική Μελέτη

Στην περίπτωση που κάποιος εκπαιδευτικός ή ερευνητής (π.χ σε μεταπτυχιακό επίπεδο) θέλει να πραγματοποιήσει μια λεπτομερή ερευνητική αξιολόγηση θα πρέπει να προχωρήσει με αναλυτικότερες μεθόδους. Αρχικά, πρέπει να σχεδιαστεί ένα ερωτηματολόγιο πριν και ένα μετά το παιχνίδι, δηλαδή οι μαθητές πριν παίξουν να απαντούν σε 5 ερωτήσεις αξιολόγησης γνώσεων και στην συνέχεια αφού ολοκληρωθεί το παιχνίδι, να απαντήσουν ξανά σε παρόμοιες, για να καταγράψουν οι τυχόν γνωστικές βελτιώσεις. Επιπρόσθετα, πρέπει να γίνει διερεύνηση κινήτρων σε διεθνή κλίμακα, για να επιβεβαιωθεί κατά πόσο το στοιχείο της εκπαιδευτικής ψυχαγωγίας βελτιώνει την επιμονή των μαθητών να εξασκηθούν στη λύση του προβλήματος. Επίσης, να γίνουν συνέντευξης μικρής διάρκειας με ομάδες μαθητών που παρουσιάζουν την εμπειρία τους θα προσφέρει μια σαφέστερη εικόνα. Όμως τα παραπάνω βήματα υπερβαίνουν το εύρος της παρούσας μελέτης, αφού απαιτούνται οργανωμένες διαδικασίες για την συλλογή και επεξεργασία δεδομένων.

Κεφάλαιο 6 - Συμπεράσματα

6.1 Ανακεφαλαίωση Στόχων και Κύριων Συμπερασμάτων

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη σκοπιμότητα ενός ψηφιακού παιχνιδιού τύπου escape room που σκοπό έχει τη διδασκαλία των μαθηματικών της Γ΄ Γυμνασίου. Η εφαρμογή επιχειρεί να συνδυάσει της απαιτήσεις του Αναλυτικού Προγράμματος με την ελκυστική εμπειρία ενός ψηφιακού παιχνιδιού, η οποία είναι βασισμένη στη θεωρία της «Ροής» και τις αρχές της εποικοδομητικής ανάπτυξης.

Από την αναλυόμενη μεθοδολογία, διαπιστώνεται ότι αυτού του είδους οι εφαρμογές ανανεώνουν το ενδιαφέρον των μαθητών, αφού τους δίνεται η ευκαιρία να εμπλέκονται ενεργά και να έχουν υψηλότερα κίνητρα σε σχέση με τις κλασσικές μορφές διδασκαλίας. Επίσης, οι ψηφιακές αυτές εφαρμογές, ενισχύουν την αυτονομία των μαθητών, αφού η ανατροφοδότηση σε σταθερό χρόνο και η αφήγηση, δημιουργούν μια αίσθηση ελέγχου και υπευθυνότητας. Ακόμη, κινητοποιούν τη φαντασία των παιδιών, μέσω της εικονική εξερεύνηση, η οποία μπορεί να πυροδοτήσει τη δημιουργική σκέψη.

Για την πλήρη ενσωμάτωση του παιχνιδιού στις σχολικές δομές, απαιτούνται περαιτέρω δοκιμές, ώστε να αξιολογηθεί εμπειρικά η αποτελεσματικότητά του, σε διαφορετικά μαθησιακά προφίλ.

6.2 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Το παρόν ψηφιακό παιχνίδι, εισάγει μια καινοτόμο διάσταση στη διδασκαλία των μαθηματικών, αξιοποιώντας το περιβάλλον του παιχνιδιού και της εξερεύνησης. Με την επίλυση γρίφων, ο μαθητής καταφέρνει να διευκολυνθεί στην κατανόηση βασικών εννοιών με ένα πιο ψυχαγωγικό και αποτελεσματικό τρόπο. Η έρευνα αυτή επιβεβαιώνει ότι η βιωματική εμπλοκή, κυρίως όταν συνδυάζεται και με καλές πρακτικές σχεδιασμού, είναι ικανή να δημιουργήσει θετικές μαθησιακές εμπειρίες,

αφαιρώντας την μονοτονία και την αδράνεια που ενδεχόμενος να προκαλούν οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας. Παράλληλα, επισυνάπτεται η ανάγκη για τη διαρκή ανατροφοδότηση και ανανέωση του εκπαιδευτικού υλικού. Επιπρόσθετα, σημαντική είναι και η ενίσχυση των δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών, ώστε να μπορούν να ενσωματώσουν το εργαλείο στην καθημερινή τους διδασκαλία και να το προσαρμόσουν περεταίρω στις ανάγκες τους.

6.3 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Μελλοντικά, μπορούμε να κάνουμε κάποιες προσαρμογές για να βελτιώσουμε το αποτέλεσμα και την εμπειρία των χρηστών. Αρχικά, μπορούμε να προσαρμόσουμε το επίπεδο δυσκολίας με δυναμικούς αλγορίθμους που θα αλλάζουν τους γρίφους βάση της μαθησιακής πορείας κάθε μαθητή ξεχωριστά. Επιπρόσθετα, μπορεί να προστεθεί λειτουργία για ψηφιακό ομαδικό περιβάλλον συνεργασίας που θα λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο και θα υποστηρίζει την αλληλεπίδραση δυο ή περισσοτέρων μαθητών. Μια ακόμη μελλοντική επέκταση είναι η εμβάθυνση του σεναρίου ούτως ώστε να περιλαμβάνονται και άλλοι μαθησιακοί τομείς εκτός των μαθηματικών, ενισχύοντας την παιγνιώδη μάθηση σε όλους τους τομείς πιο αποτελεσματικά. Ενδιαφέρον θα είναι, μελλοντικά να υλοποιηθεί η εφαρμογή για να υποστηρίζει VR (Virtual Reality), αφού θα δίνει στον μαθητή τη δυνατότητα να κινείται και να αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον του παιχνιδιού ρεαλιστικά ενισχύοντας το ενδιαφέρον των μαθητών.

Επιπλέον, η ενσωμάτωση αναλυτικών δεδομένων για την καταγραφή της προόδου των μαθητών, καθώς και η λήψη στατιστικών δεδομένων, θα μπορούσαν να παρέχουν μια πιο συγκεκριμένη αναφορά στην πρόοδο των μαθητών, που θα βοηθάει τους εκπαιδευτικούς να έχουν μια καλύτερη εικόνα. Προτείνεται ακόμη, να γίνεται ενημέρωση των γονέων σε πραγματικό χρόνο, για όλα τα μαθήματα, έτσι ώστε να γνωρίζουν την πρόοδο των παιδιών τους ανά πάσα στιγμή. Επιπρόσθετα, να προτείνονται σημεία για επανάληψη ή σημεία στα οποία θα πρέπει να δοθεί περεταίρω σημασία, ούτως ώστε ο γονέας να βοηθήσει το παιδί του να επιτύχει το βέλτιστο αποτέλεσμα. Η εφαρμογή μπορεί να εφαρμοστεί σε πλατφόρμες με συστήματα Learning Management Systems (LMS) όπως το Moodle και το Eclass.

Παρόλες τις εξεταζόμενες πηγές, που παρουσιάζουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα, απαιτείται περεταίρω αξιολόγηση της εφαρμογής. Για το σκοπό αυτό, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μια ελεγχόμενη μελέτη σε τρία σχολεία, για τουλάχιστον τρεις εβδομάδες, έτσι ώστε να εξαχθούν ασφαλές συμπεράσματα. Επιπλέον, η χρήση εργαλείων καταγραφής όλων των κινήσεων του κάθε χρήστη, μπορεί να εξάγει δεδομένα που οι προηγούμενες μελέτες αδυνατούσαν να καταγράψουν. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούν να ανιχνευθούν τυχών μοτίβα αποτυχίας ή επιτυχίας και θα προσφέρουν συμπεράσματα για μελλοντικές προσαρμοσείς της εφαρμογής.

Βιβλιογραφία

- [1] C. Borrego, C. Fernández, I. Blanes and S. Robles. "Room escape at class: Escape games activities to facilitate the motivation and learning in computer science." *Journal of Technology and Science Education*, 9(2), 2019, pp. 145–159.
- [2] A. Veldkamp, L. van de Grint and M. C. Knippels. "Escape education: A systematic review on escape rooms in education." *Educational Research Review*, 31, 2020, p. 100364.
- [3] R. Pan and S. Nebel. "Digital escape rooms for learning mathematics: A randomized controlled study on the effects of game-based learning in middle school." *Computers & Education*, 187, 2022, p. 104576.
- [4] F. N. Souza and A. de Azevedo. "Using digital escape rooms to foster collaborative problem-solving in high school algebra." *British Journal of Educational Technology*, 52(6), 2021, pp. 2345–2362.
- [5] S. López-Pernas, A. Gordillo, E. Barra and J. Quemada. "Escaping from traditional teaching of programming: The use of escape rooms in higher education." *Interactive Learning Environments*, 27(8), 2019, pp. 982–996.
- [6] C. C. Tsai, Y. S. Chang and J. L. Shih. "Game-based learning in mathematics: Development of a digital escape room with augmented reality." *Interactive Learning Environments*, 30(6), 2022, pp. 1022–1041.
- [7] M. Csikszentmihalyi. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper & Row, 1990.
- [8] J. P. Gee. *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan, 2003.
- [9] J. Hogle. "Considering games as cognitive tools: In search of effective 'edutainment'." Technical Report, University of Georgia, 1996.
- [10] S. Papert. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980.
- [11] M. Prensky. "Digital game-based learning." *Computer Entertainment*, 1(1), 2003, pp. 21–29.
- [12] Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων. *Αναλυτικό Πρόγραμμα Μαθηματικών Γυμνασίου*. ΥΠΠΘ, 2016.
- [13] L. S. Vygotsky. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

- [14] M. A. Troncoso, L. F. Galeana and E. M. Rendón. "Digital Games in Mathematics Education: A Systematic Literature Review." In *Proc. 2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2019, pp. 345–349.
- [15] C. B. Dean, E. R. Hubbell, H. Pitler and B. Stone. *Classroom Instruction that Works: Research-Based Strategies for Increasing Student Achievement* (2nd ed.). Alexandria, VA: ASCD, 2012.
- [16] R. M. Felder and R. Brent. *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2016.
- [17] Y. B. Kafai and M. Resnick (Eds.). *Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World*. New York: Routledge, 1996.
- [18] K. M. Kapp. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2012.
- [19] J. Piaget. *The Development of Thought: Equilibration of Cognitive Structures*. New York: Viking Press, 1977.
- [20] Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. *Έκθεση για την αξιολόγηση και διδασκαλία της Τριγωνομετρίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2023.
- [21] Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD). *PISA 2022 Results (Volume I): Learning Trends*. Paris: OECD Publishing, 2022.
- [22] European Commission. *Study on Education Systems in EU Countries*. Brussels: EU Publications Office, 2022.

Παράρτημα

Κώδικες C#

Τα αρχεία κώδικα που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή Unity για την επεξεργασία και προσθήκη λογικής επισυνάπτονται στο σύνδεσμο:

<https://github.com/anastasis97b/Anastasis-Varnava.git>