



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**«Ανάπτυξη Ψηφιακών Μαθησιακών Εφαρμογών σε Περιβάλλον
Unity»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μακρή Ιωάννα

Τσιτσή Ειρήνη

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ

Τσουκαλάς Ελευθέριος	Πρόεδρος, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τσαλαπάτα Χαρίκλεια	Ε.ΔΙ.Π Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Βόλος, Μάρτιος 2019



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

«Design and Development of Digital Learning tools in Unity»

DIPLOMA THESIS

Makri Ioanna

Tsitsi Eirini

SUPERVISORS

Tsoukalas Lefteris	Chairman of Department, Professor
Tsalapata Hariklia	Laboratory Teaching Staff

Volos, May 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές μας κ. Ελευθέριο Τσουκαλά, Πρόεδρο του Τμήματός μας και την κ. Χαρίκλεια Τσαλαπάτα, για την εμπιστοσύνη που επέδειξαν στα πρόσωπα μας προσφέροντας μας την δυνατότητα να ασχοληθούμε με ένα τέτοιο θέμα και να αποκτήσουμε σημαντικά εφόδια μέσα από αυτήν την διαδικασία.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα την κ. Τσαλαπάτα για την άριστη συνεργασία, την συνεχή καθοδήγηση της και τις ουσιώδεις υποδείξεις της που μας βοήθησαν να ξεπεράσουμε τυχόν δυσκολίες και συνέβαλλαν στην διεκπεραίωση της εργασίας μας.

Επίσης θα θέλαμε να εκφράσουμε την εκτίμηση μας στους φίλους μας και στους συμφοιτητές μας για όλες τις στιγμές που περάσαμε κατά την διάρκεια των φοιτητικών μας χρόνων.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας για την απεριόριστη βοήθεια τους, την υπομονή τους καθώς και την ψυχολογική υποστήριξη που κατέβαλλαν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η εκπαίδευση STEM.....	11
2.1 Ορισμός STEM	11
2.2 Εκπαίδευση STEM	11
2.3 Τεκμηρίωση Εκπαίδευσης STEM.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ψηφιακά Παιχνίδια Μάθησης.....	16
3.1 Ορισμός Ψηφιακών Παιχνιδιών Μάθησης (Serious Games).....	16
3.2 Διαφορές μεταξύ Ψηφιακών Παιχνιδιών Μάθησης και Παιχνιδιών Ψυχαγωγίας ..	16
3.3 Ταξινόμηση Ψηφιακών Παιχνιδιών Μάθησης	17
3.4 Ορισμός Gamification.....	19
3.5 Gamification στην Εκπαίδευση	20
3.6 Θετικές επιδράσεις των Ψηφιακών Παιχνιδιών Μάθησης	21
3.7 Ψηφιακά Παιχνίδια Μάθησης και Μαθηματικά	23
3.7.1 Οι ιδιομορφίες της Επιστήμης των Μαθηματικών	24
3.7.2 Προκλήσεις Εκπαιδευτικών κατά την χρήση των Ψηφιακών Παιχνιδιών.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η πλατφόρμα Unity	26
4.1 Μηχανές Ανάπτυξης Παιχνιδιών	26
4.2 Εισαγωγή στο Unity Engine	26
.....	27
4.3 Στατιστικά Στοιχεία.....	28
4.4 Γλώσσες Προγραμματισμού.....	28
4.5 Παιχνίδια που κατασκευάστηκαν με το Unity	29
4.6 Εκδόσεις του Unity Game Engine.....	30

4.7 Ο ιστότοπος του Unity Game Engine	31
4.8 Το περιβάλλον σχεδίασης του Unity Game Engine	33
4.9 Βασικές Έννοιες του Unity Game Engine	35
4.10 Σημαντικά Components του Unity Game Engine	36
4.11 Τα βασικά στοιχεία της μπάρας Main Menu	39
4.12 Build Settings	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Σχεδίαση και Ανάπτυξη του “Math Runner”	42
5.1 Επιλογή Συστήματος Ανάπτυξης	42
5.2 Στόχος της εφαρμογής	42
5.3 Στοχευόμενο Κοινό	43
5.4 Ο ρόλος του παίκτη	43
5.5 Λειτουργία Αλληλεπίδρασης	44
5.6 Ο Κόσμος του Ψηφιακού Παιχνιδιού	44
5.7 Το Μενού Έναρξης	44
5.8 Η Σκηνή του Παιχνιδιού	47
5.8.1 Περιγραφή-Storytelling Παιχνιδιού	50
5.9 Τα κύρια στοιχεία του Παιχνιδιού	51
5.9.1 Αριθμητικό Πλαίσιο Αλγεβρικών Πράξεων	51
5.9.2 Διατήρηση των υψηλότερων σκορ	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Επίλογος	57
6.1 Συμπεράσματα	57
6.2 Βελτιώσεις και Μελλοντικά Σχέδια	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας, είναι γνωστό πως τα ψηφιακά παιχνίδια προσφέρουν με αμείωτο ρυθμό διασκέδαση στον χρήστη και αυτός είναι ίσως ο κυριότερος λόγος που αναπτύσσονται ραγδαία. Έτσι η βιομηχανία ανάπτυξης ψηφιακών παιχνιδιών εξελίσσεται ταχύτατα και οι σχεδιαστές και προγραμματιστές παιχνιδιών καλούνται να συνδυάσουν πολλά διαφορετικά στοιχεία και τεχνικές. Παράλληλα ο τομέας της εκπαίδευσης εμφανίζει μεγάλες αλλαγές σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες καθώς πλέον τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα έχουν ενεργό ρόλο στην διδασκαλία και στην μάθηση. Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύουμε την εκπαίδευση “Science Technology Engineering and Mathematics” (STEM) που αποτελεί μια νέα προσέγγιση στην εκπαιδευτική διαδικασία και παρουσιάζουμε στατιστικά στοιχεία της Ελλάδας σε σύγκριση με τις Ευρωπαϊκές χώρες στον τομέα των Μαθηματικών. Τα στατιστικά στοιχεία τεκμηριώνουν την προσπάθειά μας για βελτίωση του μαθηματικού υπόβαθρου των μαθητών. Έτσι χρησιμοποιούμε τεχνικές παιχνιδοποιημένης μάθησης (gamified learning) και Gamification και αναπτύσσουμε μια εφαρμογή στα πλαίσια των σοβαρών παιχνιδιών (serious games). Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιούμε την πλατφόρμα UNITY. Το σοβαρό ψηφιακό παιχνίδι που υλοποιούμε και παρουσιάζουμε συνδυάζει αρμονικά την ψυχαγωγία και την εκπαίδευση. Οι χρήστες του παιχνιδιού είναι κυρίως παιδιά Δημοτικού, και στόχος μας είναι η παροχή γνώσεων στον τομέα των Μαθηματικών μέσα από έξυπνα παιχνιδοποιημένες αλγεβρικές πράξεις. Το παιχνίδι ονομάζεται «Math Runner» και πιστεύουμε πως θα ωφελήσει τους χρήστες στην εκμάθηση αλγεβρικών πράξεων με πιο αποδοτικό τρόπο από την κλασική διδασκαλία.

ABSTRACT

Nowadays, it is a well-known fact that digital games provide undiminished entertainment to the user and perhaps this is the main reason that they are growing rapidly. Thus, the digital game industry is evolving rapidly and game designers and developers are forced to combine many different elements and techniques. At the same time, the education sector is revealing great changes over the past decades, as modern technological means have an active role in teaching and learning. In this diploma thesis we analyze the "Science Technology Engineering and Mathematics" (STEM) education, which is a new approach to the educational process and we present statistics of Greece compared to the European countries in the field of Mathematics. The statistics document our effort to improve students' mathematical background. Thusly, we use gamified learning and Gamification techniques and develop an application on the subject of serious games. We utilize the UNITY platform in order to develop the application. The serious digital game that we create and present combines entertainment and education harmoniously. Primary students constitute the main game users and our goal is to provide knowledge in the field of Mathematics through smartly gamified algebraic-mathematical operations. The game is called "Math Runner" and we believe it will benefit users in learning algebraic operations more efficiently than classical teaching.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

Η βιομηχανία των ψηφιακών παιχνιδιών έχει σημειώσει μεγάλα και ποικίλα άλματα τις τελευταίες δύο δεκαετίες, καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία. Η εμπειρία των ψηφιακών παιχνιδιών είναι πλέον πολύ διαφορετική σε σχέση με τον περασμένο αιώνα. Η ταχύτατη αυτή ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει φέρει μικρούς και μεγάλους σε άμεση επαφή με ποικίλα προϊόντα ψηφιακής ψυχαγωγίας [1].

Τα ψηφιακά παιχνίδια σήμερα αποτελούν μία από τις κύριες μορφές ψυχαγωγίας για τα παιδιά και οφείλουν να επιφέρουν διασκέδαση και αφοσίωση. Έκτος όμως από αυτά τα χαρακτηριστικά, πολλά σύγχρονα παιχνίδια διαθέτουν και άλλα στοιχεία. Ένα τέτοιο στοιχείο είναι η προσθήκη εκπαιδευτικού χαρακτήρα στο ψηφιακό παιχνίδι. Αυτό το χαρακτηριστικό θα ωφελήσει τον χρήστη σε καταστάσεις πραγματικής ζωής να μάθει και να εκπαιδευτεί διατηρώντας παράλληλα αμείωτο τον παράγοντα ψυχαγωγίας [2]. Τα εκπαιδευτικά ψηφιακά παιχνίδια ενσωματώνονται πλέον στην σύγχρονη διδασκαλία και αντικαθιστούν σε κάποιο βαθμό τις κλασικές μεθόδους διδασκαλίας. Η τεχνολογία είναι ενσωματωμένη στην καθημερινότητα των παιδιών και έτσι την αντιμετωπίζουν με οικειότητα.

Το ψηφιακό παιχνίδι που υλοποιήσαμε στην παρούσα διπλωματική εργασία διαθέτει εκτός από ψυχαγωγικό χαρακτήρα και μια εκπαιδευτική πτυχή που θα ωφελήσει τους χρήστες και θα τους παρέχει γνώσεις πάνω στον τομέα των Μαθηματικών, διατηρώντας ταυτόχρονα τον παράγοντα της ψυχαγωγίας σε υψηλό επίπεδο. Το παιχνίδι “Math Runner” είναι ένα παιχνίδι μάθησης μαθηματικών-αλγεβρικών πράξεων που απευθύνεται σε μαθητές Δημοτικού. Είναι δωρεάν προς την χρήση του και έχει αναπτυχθεί αξιοποιώντας νέα τεχνολογικά χαρακτηριστικά που βρίσκονται σε σύγχρονα smart phones και tablets. Για την ανάπτυξη του παιχνιδιού χρησιμοποιούμε μια πληθώρα στοιχείων που ποικίλλουν από κινούμενα σχέδια, σχεδιασμό, γραφικά και ήχο.

Η εργασία μας είναι χωρισμένη σε τρεις κύριες θεματικές ενότητες. Αρχικά, στην πρώτη θεματική ενότητα που περιλαμβάνει τα κεφάλαια 2 και 3, εστιάζουμε στην εκπαίδευση STEM και στους τρόπους που αυτή προάγεται μέσω των ψηφιακών παιχνιδιών. Παράλληλα, αναλύουμε τις έννοιες των σοβαρών παιχνιδιών (serious games) και του gamification και πως αυτές οι έννοιες συνδυάζονται αρμονικά στην εκπαίδευση

και στην μάθηση του χρήστη. Επιπλέον, γίνεται αναλυτική περιγραφή της συμβολής των ψηφιακών παιχνιδιών μάθησης στον τομέα της εκπαίδευσης και στο πως αυτά συνδράμουν στην μεταφορά και στην αφομοίωση της γνώσης από τους μαθητές. Στην δεύτερη θεματική ενότητα (κεφάλαιο 4) γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των διάφορων μηχανών παραγωγής παιχνιδιών και εν συνεχεία γίνεται εκτενέστερη περιγραφή όσον αφορά τα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες της πλατφόρμας Unity, η οποία είναι μια πλατφόρμα πρωτοπόρος στον τομέα ανάπτυξης ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Για την υλοποίηση της εφαρμογής χρησιμοποιήσαμε την πλατφόρμα Unity. Στην τρίτη θεματική ενότητα (κεφάλαιο 5) γίνεται εκτενής παρουσίαση της σχεδίασης και ανάπτυξης του παιχνιδιού “Math Runner”. Τέλος παρουσιάζονται συμπεράσματα και οι σκέψεις μας σχετικά με το μέλλον και την εφαρμογή του παρόντος παιχνιδιού στην εκπαίδευση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η εκπαίδευση STEM

Στις μέρες μας ο τομέας της εκπαίδευσης έχει αλλάξει σε μεγάλο βαθμό μορφή από αυτό που ήταν τις προηγούμενες δεκαετίες καθώς πλέον η εκπαίδευση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με όλες τις κοινωνικοπολιτικές αλλά και οικονομικές αλλαγές που συντελούνται σε παγκόσμιο επίπεδο. Έτσι ορισμένοι κλάδοι επιστημών και κατά συνέπεια κάποια μαθήματα στο σχολείο έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη βαρύτητα σε σχέση με τα υπόλοιπα. Οι εκπαιδευτικοί έχουν στα χέρια τους μια πληθώρα από εκπαιδευτικά ψηφιακά εργαλεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν προς όφελος του μαθητή. Για αυτόν τον λόγο κρίνεται απαραίτητο οι παραδοσιακές μέθοδοι εκπαίδευσης να εκσυγχρονίζονται σταδιακά και να εισάγονται καινοτόμοι και πιο αποτελεσματικοί τρόποι μάθησης όπως παραδείγματος χάρη το STEM που αποτελεί μια νέα προσέγγιση στην εκπαιδευτική διαδικασία.

2.1 Ορισμός STEM

Το ακρωνύμιο STEM αναφέρεται στους κλάδους των Φυσικών Επιστημών, στην Πληροφορική, στην Επιστήμη των Μηχανικών και στα Μαθηματικά και δημιουργήθηκε από το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών των ΗΠΑ κατά την δεκαετία του 1990. Αρχικά το ακρωνύμιο ήταν SMET και εν συνεχεία μετονομάστηκε σε STEM από τον Faletta και το Ίδρυμα Επιστημών έκανε αποδεκτή την αλλαγή αυτή [3].

2.2 Εκπαίδευση STEM

Ο όρος «Εκπαίδευση STEM» αναφέρεται στην ενοποιημένη διδασκαλία και την μάθηση που βασίζεται στους τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών. Το STEM είναι μία προσέγγιση στην εκπαίδευση που περιλαμβάνει δραστηριότητες που απευθύνονται σε άτομα όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης, από παιδιά προσχολικής ηλικίας μέχρι και άτομα σε μεταδιδακτορικό επίπεδο [4]. Στόχος της εκπαίδευσης STEM είναι τα παιδιά να κατανοήσουν το γεγονός ότι τα σύγχρονα προβλήματα είναι πολυπαραγοντικά και απαιτούν παραπάνω από ένα κλάδο επιστημών έτσι ώστε να επιλυθούν. Είναι απαραίτητη δηλαδή η σφαιρική αντίληψη των πραγμάτων και η συνύπαρξη πολλών διαφορετικών επιστημών μαζί.

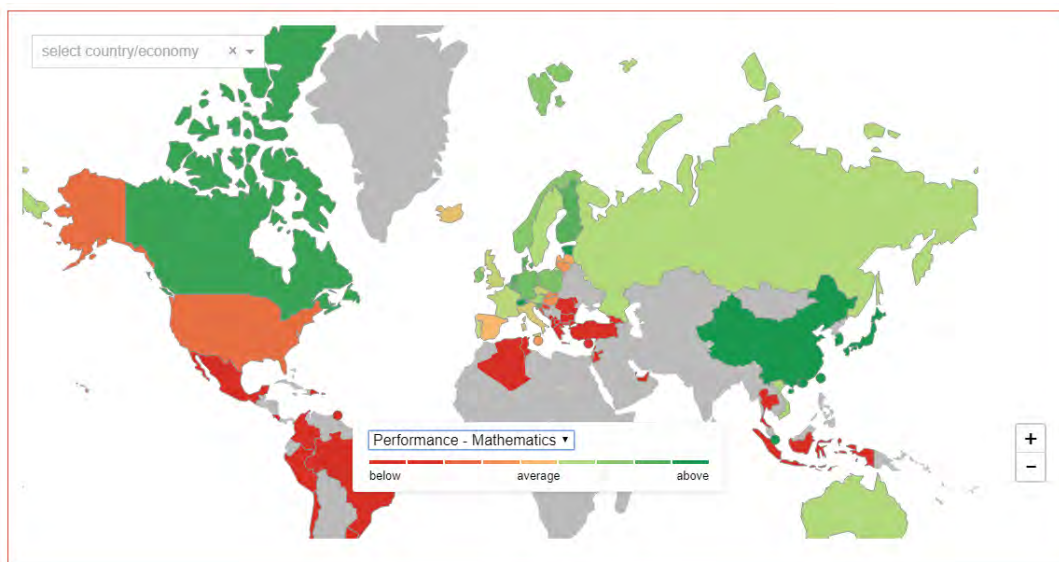
Σύμφωνα με την Morrison οι μαθητές που θα ακολουθήσουν μια εκπαίδευση βασισμένη στο STEM θα μάθουν να είναι:

- Ικανοί λύτες προβλημάτων (problem solvers): οι μαθητές θα είναι ικανοί να καθορίζουν τις ερωτήσεις και τα προβλήματα και να διεξάγουν συμπεράσματα τα οποία θα είναι σε θέση να χρησιμοποιούν και σε μετέπειτα καταστάσεις.
- Καινοτόμοι (innovators): οι μαθητές θα μάθουν να χρησιμοποιούν ορθά τις επιστήμες των Μαθηματικών και της Τεχνολογίας και θα τις εφαρμόζουν στον μηχανικό σχεδιασμό.
- Αυτο-εξυπηρετούμενοι (self-reliant): οι μαθητές θα είναι σε θέση να παίρνουν πρωτοβουλίες και να αναλαμβάνουν μόνοι τους δράση για την επίλυση διάφορων προβλημάτων και επίσης θα μάθουν να δουλεύουν με χρονικούς περιορισμούς.
- Λογικοί στοχαστές (logical thinkers): οι μαθητές θα μάθουν να χρησιμοποιούν λογικές διαδικασίες σκέψης των Επιστημών, των Μαθηματικών και της Τεχνολογίας με στόχο την καινοτομία και την εφεύρεση.
- Τεχνολογικά καταρτισμένοι (technologically literate): οι μαθητές θα κατανοήσουν την φύση της τεχνολογίας και θα αποκτήσουν όλες τις απαραίτητες δεξιότητες γύρω από αυτήν.
- Τέλος, η εκπαίδευση STEM στο σχολείο είναι στενά συνδεδεμένη με το μελλοντικό εργασιακό περιβάλλον των μαθητών, καθώς στόχος της είναι να τους παρέχει όλα τα απαραίτητα εφόδια για αυτό [4].

2.3 Τεκμηρίωση Εκπαίδευσης STEM

Η ενσωμάτωση της εκπαίδευσης STEM μέσα στο σημερινό εκπαιδευτικό σύστημα της Ελλάδας κρίνεται απαραίτητη καθώς έρευνα η οποία διεξήχθη από το PISA έδειξε ότι οι μαθητές Γυμνασίου παρουσιάζουν μαθησιακές δυσκολίες στο μάθημα των Μαθηματικών. Το PISA είναι ένα Πρόγραμμα Διεθνούς Αξιολόγησης Μαθητών το οποίο διεξάγει τριετείς διεθνείς έρευνες με στόχο την αξιολόγηση των εκπαιδευτικών συστημάτων παγκοσμίως ελέγχοντας τις γνώσεις και τις δεξιότητες των δεκαπεντάχρονων μαθητών. Η τελευταία έρευνα διεξήχθη το 2015 και σε αυτήν συμμετείχαν πάνω από μισό εκατομμύριο μαθητές, οι οποίοι εκπροσωπούσαν ουσιαστικά 27 εκατομμύρια μαθητές από 72 διαφορετικές χώρες. Η δοκιμή είχε διάρκεια δύο ώρες και οι μαθητές εξετάστηκαν

στην Επιστήμη, τα Μαθηματικά, την Ανάγνωση, τα Οικονομικά αλλά και στην συνεργατική επίλυση προβλημάτων. Στην Εικόνα 1 βλέπουμε τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας στον τομέα των Μαθηματικών, τα οποία δημοσιεύτηκαν τον Δεκέμβριο του 2016. Παρατηρούμε ότι στην Ελλάδα το επίπεδο των μαθητών είναι ιδιαίτερα χαμηλό και κάτω του μετρίου [5].



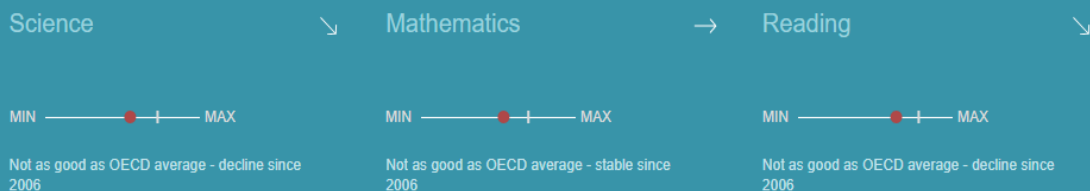
Εικόνα 2: Παγκόσμιος χάρτης αξιολόγησης μαθητών στα Μαθηματικά [5]

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την επίδοση των μαθητών στην Ελλάδα σε σύγκριση με τις μέσες και μεσοπρόθεσμες τάσεις του ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) παρατηρείται ότι στον τομέα της Επιστήμης και στην Ανάγνωση το επίπεδο των μαθητών δεν είναι τόσο καλό όσο ο μέσος όρος του ΟΟΣΑ και υπάρχει μείωση σε σχέση με το 2006. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και στο μάθημα των Μαθηματικών ενώ δεν παρατηρούνται αποκλίσεις σε σχέση με το 2006 (Εικόνα 2) [5].

Greece

This section presents country performance compared to the OECD average and medium term trends. It covers all the main PISA subject areas and a summary for the equity challenges the country might face. Scroll down for more detailed indicators and cross country comparisons.

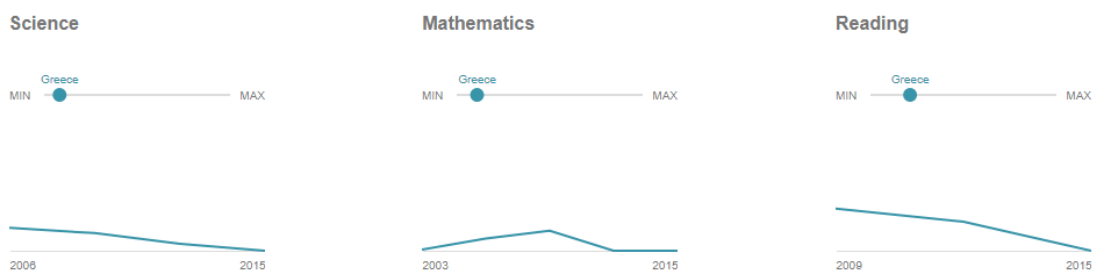
PERFORMANCE



Εικόνα 3: Η επίδοση των μαθητών στην Ελλάδα [5]

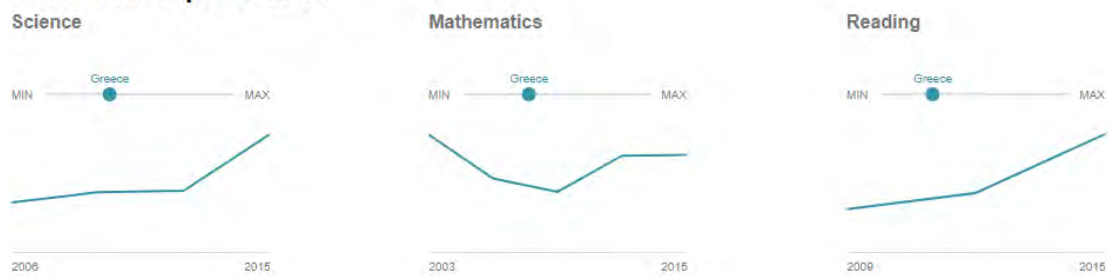
Όσον αφορά τα Μαθηματικά, οι κορυφαίοι μαθητές σε αυτό το μάθημα είναι ικανοί για προχωρημένη μαθηματική σκέψη και λογική (Εικόνα 3). Αντίθετα, οι μαθητές με χαμηλή απόδοση δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την κατά προσέγγιση τιμή ενός αντικειμένου σε διαφορετικό νόμισμα ή να συγκρίνουν την συνολική απόσταση μεταξύ δύο εναλλακτικών διαδρομών (Εικόνα 4) [5].

Share of top performers



Εικόνα 4: Κορυφαίοι Έλληνες μαθητές [3]

Share of low performers



Εικόνα 5: Οι Έλληνες μαθητές με την χαμηλότερη επίδοση [3]

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω δεδομένα, είναι ορατό ότι τα παιδιά στην Ελλάδα αντιμετωπίζουν αρκετές δυσκολίες στα Μαθηματικά καθώς και σε άλλες επιστήμες και υπάρχει εμφανής ανάγκη για βελτίωση του εκπαιδευτικού συστήματος έτσι ώστε οι μαθητές να σημειώσουν μεγαλύτερη πρόοδο. Επιπλέον σύμφωνα με στοιχεία και κριτήρια που παρουσιάζονται από το στατηγικό πλαίσιο για την Ευρωπαϊκή συνεργασία στον τομέα της εκπαίδευσης και της κατάρτισης (ΕΚ 2020) καθίσταται επιτακτική η ανάγκη βελτίωσης της εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα, το ευρωπαϊκό αυτό έργο θέτει ως στόχο προς επίτευξη το ποσοστό των παιδιών ηλικίας 15 ετών με χαμηλές επιδόσεις στην ανάγνωση, τα μαθηματικά και τις θετικές επιστήμες να μην υπερβαίνει το 15% σε ευρωπαϊκό επίπεδο [6].

Για να υπάρξει λοιπόν πρόοδος των μαθητών σε αυτούς τους τομείς των επιστημών και ειδικότερα στα Μαθηματικά θα πρέπει οι μαθητές να έρθουν σε επαφή από μικρή ηλικία με την επιστήμη των Μαθηματικών με σκοπό να αποκτήσουν γερές βάσεις ήδη από το Δημοτικό έτσι ώστε να ανταπεξέλθουν με μεγαλύτερη ευκολία στις μετέπειτα τάξεις του Γυμνασίου, στις οποίες το μάθημα είναι ακόμη πιο απαιτητικό. Αυτός ο στόχος μπορεί να επιτευχθεί αν η διδασκαλία στα σχολεία αποκτήσει χαρακτηριστικά της εκπαίδευσης STEM, δηλαδή αν υπάρχει ενοποιημένη διδασκαλία και τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα και οι ψηφιακές εφαρμογές χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς προς όφελος των μαθητών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ψηφιακά Παιχνίδια Μάθησης

3.1 Ορισμός Ψηφιακών Παιχνιδιών Μάθησης (Serious Games)

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία ο όρος Ψηφιακά Παιχνίδια Μάθησης (Serious Games) έχει λάβει πολλές διαφορετικές ερμηνείες μέσα στο πέρασμα των χρόνων. Ο πρώτος επίσημος ορισμός για την έννοια αυτή δόθηκε από τον Abt (1970) ο οποίος παρουσίασε στο βιβλίο του προσομοιώσεις και παιχνίδια για την βελτίωση της εκπαίδευσης τόσο εντός όσο και εκτός της σχολικής αίθουσας [7]. Το βιβλίο του Abt ώθησε και άλλους ερευνητές στο να δώσουν έναν ορισμό για τα Ψηφιακά Παιχνίδια Μάθησης, με πιο σημαντικό αυτόν του Sawyer (2002) ο οποίος αναφέρει ότι τα παιχνίδια αυτά δημιουργούν μια στενή σύνδεση μεταξύ της εκπαίδευσης και της τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, ο όρος «Σοβαρά Παιχνίδια» περιλαμβάνει παιχνίδια τα οποία χρησιμοποιούν την τεχνολογία των υπολογιστών και προηγμένα γραφικά με σκοπό την μάθηση και την κατάρτιση. Σήμερα, οι πιο πρόσφατοι ορισμοί των Ψηφιακών Παιχνιδιών Μάθησης λαμβάνουν ιδιαίτερη επιρροή από τον ορισμό του Sawyer και εντάσσονται σε ένα γενικότερο πλαίσιο το οποίο δηλώνει ότι οι σχεδιαστές των ηλεκτρονικών παιχνιδιών χρησιμοποιούν το ενδιαφέρον των ανθρώπων για αυτά τα παιχνίδια έτσι ώστε να τους τραβήξουν την προσοχή για θέματα και σκοπούς που δεν αφορούν πλέον αποκλειστικά και μόνο την ψυχαγωγία [8]. Έτσι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια που ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία έχουν και προστιθέμενη παιδαγωγική αξία εκτός από την ψυχαγωγία που αδιαμφισβήτητα προσφέρουν στον χρήστη .

3.2 Διαφορές μεταξύ Ψηφιακών Παιχνιδιών Μάθησης και Παιχνιδιών Ψυχαγωγίας

Τα «σοβαρά» ψηφιακά παιχνίδια (serious games) εμφανίζουν κάποιες διαφορές σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ψηφιακά παιχνίδια. Η βασική διαφορά ανάμεσα τους είναι ότι τα «σοβαρά» παιχνίδια χρησιμοποιούνται εκτός από την διασκέδαση και την ψυχαγωγία και για άλλους σκοπούς όπως είναι η ανάπτυξη διαφορετικών δεξιοτήτων των παικτών. Αυτό το γεγονός διαφαίνεται και από τον ορισμό που δίνει ο Zyda (2005) στα «σοβαρά» παιχνίδια αναφέροντας ότι τα «σοβαρά» παιχνίδια δεν διαθέτουν μόνο

διασκέδαση και λογισμικό. Υπάρχει η προσθήκη της παιδαγωγικής που καθιστά αυτά τα παιχνίδια «σοβαρά» [9]. Πιο συγκεκριμένα, τα παιχνίδια αυτά περιέχουν δραστηριότητες που έχουν ως στόχο να εκπαιδεύσουν και να διδάξουν τον χρήστη μεταδίδοντας του έτσι την γνώση ή τις ικανότητες. Σαφέστατα αυτό το γεγονός δεν σημαίνει ότι τα «σοβαρά» παιχνίδια παύουν να είναι διασκεδαστικά και ευχάριστα, απλώς είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να επιτελούν και άλλους σκοπούς. Εξάλλου, η εκπαίδευση μπορεί να έχει και διασκεδαστική μορφή. Μια ακόμη σημαντική διαφορά είναι ότι τα παιχνίδια ψυχαγωγίας έχουν ως στόχο να προσφέρουν ακόμη και στους πιο απαιτητικούς παίκτες την πλουσιότερη δυνατή εμπειρία ενώ τα «σοβαρά» παιχνίδια εστιάζουν κυρίως στην επίλυση προβλημάτων και στην εκπαίδευση των παικτών. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο στα «σοβαρά» παιχνίδια δίνεται ιδιαίτερη και περισσότερη σημασία στο μοντέλο ή στην προσομοίωση που θα χρησιμοποιηθεί για την επίλυση του εκάστοτε προβλήματος σε σχέση με τα παιχνίδια που απλώς προσφέρουν ψυχαγωγία στον χρήστη [10].

3.3 Ταξινόμηση Ψηφιακών Παιχνιδιών Μάθησης

Στην βιβλιογραφία εντοπίζεται μια πληθώρα διαφορετικών ταξινομήσεων όσον αφορά τα ψηφιακά παιχνίδια μάθησης. Μέχρι στιγμής κανένα σύστημα ταξινόμησης δεν έχει λάβει γενικότερη αποδοχή για αυτό και θα παρουσιάσουμε σε αυτήν την ενότητα κάποια από αυτά τα συστήματα. Τα συστήματα ταξινόμησης στα οποία θα εστιάσουμε είναι τα εξής:

- Ταξινόμηση με βάση την αγορά (Market-based Classification)
- Ταξινόμηση με βάση τον σκοπό (Purpose-based Classification)
- Ταξινόμηση με πολλαπλά κριτήρια (Multiple Criteria)
- Ταξινόμηση με το μοντέλο G/P/S

Αρχικά, τα πρώτα συστήματα ταξινόμησης βασίστηκαν στην χρήση ενός μόνο κριτηρίου. Οι Sawyer και Smith (2008) αναφέρουν πως τα μοντέλα αυτά μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες οι οποίες είναι τα μοντέλα ταξινόμησης με βάση την αγορά (market-based classifications) και τα μοντέλα ταξινόμησης με βάση τον σκοπό (purpose-based classifications) [11].

Τα μοντέλα ταξινόμησης με βάση την αγορά ουσιαστικά ταξινομούν τα ψηφιακά παιχνίδια μάθησης με κριτήριο το κοινό στο οποίο απευθύνονται, δηλαδή τους χρήστες στους οποίους «στοχεύουν». Σε αυτό το μοντέλο ταξινόμησης το πλήθος των κατηγοριών που δημιουργείται διαφέρει ανάλογα με την εκάστοτε έρευνα. Για παράδειγμα, ο Zyda (2005) ταξινόμησε τα ψηφιακά παιχνίδια μάθησης με βάση αυτό το μοντέλο ταξινόμησης σε επτά κατηγορίες μερικές από τις οποίες είναι η υγεία (health), η δημόσια πολιτική (public policy), η εκπαίδευση (education) και η στρατηγική επικοινωνία (strategic communication) [9]. Από την άλλη, οι Chen και Michael (2005) ταξινόμησαν με γνώμονα την αγορά τα μαθησιακά παιχνίδια σε οχτώ διαφορετικές κατηγορίες οι οποίες είναι: τα στρατιωτικά παιχνίδια (military games), τα κυβερνητικά παιχνίδια (government games), τα εκπαιδευτικά παιχνίδια (educational games), τα πολιτικά παιχνίδια (political games), τα θρησκευτικά παιχνίδια (religious games), τα παιχνίδια τέχνης (art games), τα παιχνίδια φροντίδας υγείας (healthcare games) και τα εταιρικά παιχνίδια (corporate games) [12]. Τα μοντέλα ταξινόμησης με βάση την αγορά εμφανίζουν δύο σημαντικά μειονεκτήματα. Πρώτον η αγορά διαρκώς μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου και έτσι δημιουργούνται συνέχεια νέες κατηγορίες και δεύτερον οι ταξινομήσεις βάσει της αγοράς παρέχουν πληροφορίες μόνο για την χρήση των παιχνιδιών και όχι για το περιεχόμενο τους.

Στα μοντέλα ταξινόμησης με βάση τον σκοπό τα ψηφιακά παιχνίδια μάθησης κατατάσσονται ουσιαστικά σε κατηγορίες με κριτήριο τον σκοπό τον οποίο εξυπηρετούν. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ταξινόμησης αυτής της μορφής είναι αυτό που αναφέρουν οι Djaouti, Alvarez και Jessel οι οποίοι κατηγοριοποίησαν τα παιχνίδια αυτά σε έξι κατηγορίες διαφορετικού σκοπού: edugames, advergames, newsgames, activism games, edumarket games, training and simulation games. Οι ταξινομήσεις με βάση τον σκοπό φαίνονται περισσότερο πολύπλοκες σε σχέση με τις ταξινομήσεις με βάση την αγορά διότι πολλές φορές οι κατηγορίες παρουσιάζουν ετερογένεια μεταξύ τους και αυτό το γεγονός δεν τις καθιστά ιδιαίτερα αξιόπιστες. Από την άλλη πλευρά όμως οι ταξινομήσεις αυτού του είδους επικεντρώνονται σε μεγαλύτερο βαθμό στο περιεχόμενο των «σοβαρών» παιχνιδιών [8].

Οι Sawyer και Smith (2008) στηριζόμενοι στα δύο προηγούμενα μοντέλα ταξινόμησης δημιούργησαν ένα ακόμη καινούριο μοντέλο ταξινόμησης το οποίο

στηρίζεται και στο μοντέλο ταξινόμησης με βάση την αγορά (market-based classification) και στο μοντέλο ταξινόμησης με βάση τον σκοπό (purpose-based classification). Το μοντέλο αυτό στηρίζεται ουσιαστικά σε πολλαπλά κριτήρια και ονομάστηκε «Serious Game Taxonomy». Αυτό το μοντέλο ταξινομεί τα «σοβαρά» παιχνίδια χρησιμοποιώντας δύο κριτήρια: την αγορά (market) στην οποία ανήκουν πχ η εκπαίδευση (education), η επικοινωνία, το μάρκετινγκ (communication & marketing), η βιομηχανία (industry) και τον σκοπό (purpose) στον οποίο ανήκουν τα εκπαιδευτικά παιχνίδια (games for education), τα παιχνίδια που αφορούν την υγεία (games for health) και τα παιχνίδια που αφορούν τις επιστήμες και την έρευνα (games for science & research). Έτσι όπως έχει διαμορφωθεί το μοντέλο υπάρχουν 49 κατηγορίες ταξινόμησης καθώς και αρκετές υποκατηγορίες. Το «Serious Game Taxonomy» μοντέλο κατάφερε με την συγχώνευση των δύο προηγούμενων μοντέλων να κατηγοριοποιήσει με μεγαλύτερη ακρίβεια τα «σοβαρά» παιχνίδια χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι και σε αυτό το μοντέλο εντοπίζονται προβλήματα και περιορισμοί που εμπίπτουν κατά κύριο λόγο στο κριτήριο του σκοπού (purpose) [11].

Τέλος, το 2012 οι Djaouti, Alvarez και Jessel πρότειναν ένα ακόμη μοντέλο ταξινόμησης των «σοβαρών» παιχνιδιών το οποίο ονόμασαν G/P/S model. Αυτό το μοντέλο είναι βασισμένο σε τρεις πτυχές οι οποίες είναι: το παιχνίδι (Gameplay), ο σκοπός (Purpose) και το πεδίο αναφοράς (Scope). Ο όρος Gameplay προσδιορίζει τον τύπο παιχνιδιού που χρησιμοποιείται, ο όρος Purpose αναφέρεται στον επιδιωκόμενο σκοπό του παιχνιδιού και αντιπροσωπεύει τον τελικό στόχο αυτού εκτός από την ψυχαγωγία και ο όρος Scope προσδιορίζει τις πραγματικές χρήσεις του «σοβαρού» παιχνιδιού, δηλαδή ποιο θα είναι το κοινό που θα κάνει χρήση του παιχνιδιού και ποιο είναι το είδος της αγοράς που στοχεύει. Οι δημιουργοί του G/P/S model θεωρούν ότι με αυτό το μοντέλο μπορούν να ταξινομηθούν και «σοβαρά» παιχνίδια αλλά και παιχνίδια ψυχαγωγίας [8].

3.4 Ορισμός Gamification

Η χρήση της τεχνολογίας για την βελτίωση της μάθησης και της διδασκαλίας έχει διερευνηθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια. Ο όρος Gamification αναφέρεται στην εφαρμογή διάφορων στοιχείων σχεδίασης παιχνιδιών σε δραστηριότητες εκτός

παιχνιδιού και έχει εφαρμοστεί σε ποικίλα πλαίσια όπως για παράδειγμα στη υγειονομική περίθαλψη, στην οικολογία και στην παραγωγικότητα καθώς και στον τομέα της εκπαίδευσης. Όσον αφορά την εκπαίδευση, πολλά είναι τα στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί στο Gamification έτσι ώστε να αυξηθεί η αφοσίωση του χρήστη στο παιχνίδι. Μερικά παραδείγματα τέτοιων στοιχείων είναι η ιστορία που υπάρχει γύρω από το εκάστοτε παιχνίδι αλλά και οι πίνακες με τα σκορ που μπορεί να περιέχει κάποιο παιχνίδι [13]. Τα σύγχρονα εκπαιδευτικά ιδρύματα δίνουν πλέον ιδιαίτερη βαρύτητα στο Gamification και οι εκπαιδευτικοί δημιουργούν ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον που στηρίζεται σε παιχνίδια με στόχο την ενεργή εμπλοκή των μαθητών και την βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

3.5 Gamification στην Εκπαίδευση

Σύμφωνα με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με το Gamification σε εκπαιδευτικό και μαθησιακό πλαίσιο εντοπίστηκαν διάφορα στοιχεία σχεδίασης παιχνιδιών που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση και έχουν ιδιαίτερα σημαντικό αντίκτυπο σε αυτήν. Παρακάτω, παρουσιάζουμε σχετικές ερευνητικές μελέτες καθώς και τα αποτελέσματά τους.

Αρχικά, η σχεδίαση ενός μαθήματος Πληροφοριακών Συστημάτων και Μηχανικής Υπολογιστών κάνοντας χρήση πολλαπλών στοιχείων σχεδίασης παιχνιδιών έδειξε ότι υπήρξε μεγαλύτερη συμμετοχή των μαθητών σε online δραστηριότητες. Τέτοια στοιχεία σχεδίασης παιχνιδιών είναι για παράδειγμα τα επίπεδα (levels), οι κορυφαίοι πίνακες σκορ (leaderboards) και τα εμβλήματα (badges) [14]. Ακόμη με αυτήν την προσέγγιση υπήρχε και θετική επίδραση κατά την διάρκεια των διαλέξεων αφού η συμμετοχή των μαθητών ήταν αυξημένη. Παρ' όλα αυτά, οι βαθμολογίες των μαθητών δεν βελτιώθηκαν κατά το αναμενόμενο.

Οι χρήσεις του Gamification στην ανώτερη εκπαίδευση λαμβάνουν χώρα σε αρκετές μελέτες. Οι Berkling και Thomas (2013) δημιούργησαν κάνοντας χρήση του Gamification μια πλατφόρμα η οποία είχε ως στόχο να διδάξει Μηχανική Λογισμικού (Software Engineering) και περιείχε στοιχεία παιχνιδιού όπως διάφορα επίπεδα (levels), ένδειξη πρόοδου (progress), άμεση ανατροφοδότηση (immediate feedback) και πίνακες

σκορ (leaderboards). Το αποτέλεσμα όμως αυτής της πλατφόρμας δεν ήταν το επιθυμητό διότι οι μαθητές δεν την βρήκαν ιδιαίτερα βοηθητική. Αυτό το γεγονός ώθησε τους ερευνητές να καταλάβουν ότι η μετάβαση από την κλασική διδασκαλία σε μία νέα περισσότερο ανανεωμένη και διαφορετική είναι αρκετά δύσκολη για τους μαθητές [15].

Από την άλλη, ένα άλλο και διαφορετικό σύστημα-πλατφόρμα, με όνομα “Classroom Live”, για το μάθημα της Πληροφορικής σε προπτυχιακούς μαθητές είχε θετική έκβαση καθώς οι μαθητές βρήκαν την μαθησιακή εμπειρία πιο ευχάριστη και η συμμετοχή τους σε αυτή ενισχύθηκε. Τα στοιχεία σχεδιασμού της επιτυχημένης αυτής πλατφόρμας περιλαμβάνουν κάποια σημεία εμπειρίας (experience points), διάφορα επίπεδα (levels) και διάφορες επιβραβεύσεις (in-game rewards) [16].

Παράλληλα, στοιχεία ψηφιακών παιχνιδιών όπως κονκάρδες (badges), πίνακες σκορ (leaderboards) και σημεία (points) έχουν την δυνατότητα να αυξήσουν τον ανταγωνισμό και να σηματοδοτήσουν την επίτευξη του στόχου. Οι κονκάρδες μπορούν επίσης να παρακινήσουν τους μαθητές να βελτιώσουν την απόδοσή τους και να αποκτήσουν περισσότερες δεξιότητες αφιερώνοντας περισσότερο χρόνο στην μάθηση. Ο συνδυασμός των παραπάνω συνιστάται για την καλύτερη και ταχύτερη επίτευξη στόχων και αποτελεσμάτων [17].

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Kapp το Gamification μπορεί να αυξήσει την συμμετοχή του μαθητή κατά την διαδικασία της μάθησης. Στην σχετική έρευνα του χρησιμοποιήθηκαν δύο ακόμη στοιχεία σχεδιασμού παιχνιδιών: η αφήγηση (storytelling) και η ανατροφοδότηση (feedback). Η αφήγηση αναφέρεται στην ιστορία του εκάστοτε παιχνιδιού και χρησιμοποιείται για την διατήρηση της μαθησιακής ικανότητας των μαθητών και του ενδιαφέροντος τους. Η συχνότητα και η ένταση της ανατροφοδότησης είναι επίσης σημαντική για την διατήρηση του ενδιαφέροντος κατά την διάρκεια της μάθησης. Επισημαίνεται ότι χρειάζεται να υπάρχει ισορροπία μεταξύ παιχνιδιού και μάθησης έτσι ώστε να είναι επιτυχής αυτή η νέα μορφή διδασκαλίας [18].

3.6 Θετικές επιδράσεις των Ψηφιακών Παιχνιδιών Μάθησης

Αναμφίβολα τα ψηφιακά παιχνίδια αποτελούν την κύρια μορφή ψυχαγωγίας και είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής πολλών παιδιών και νέων ανθρώπων. Σύμφωνα με

έρευνα που διεξήχθη από τους Κουτρομάνο και Νικολοπούλου (2010) το 88% του δείγματος τους, το οποίο αποτελείται από μαθητές και μαθήτριες πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, παίζουν ψηφιακά παιχνίδια [19]. Αυτή η έρευνα ενισχύει την άποψη πολλών ότι τα ψηφιακά παιχνίδια μάθησης πρέπει σταδιακά να αρχίσουν να εισέρχονται όλο και περισσότερο στον τομέα της εκπαίδευσης καθώς δίνουν κίνητρο στους μαθητές και καθιστούν την μάθηση πιο ελκυστική. Ταυτόχρονα με αυτήν την άποψη είναι εμφανές ότι τα παιχνίδια μάθησης διευκολύνουν σε μεγάλο βαθμό τους δάσκαλους-καθηγητές στην εκπαίδευση των μαθητών τους και παράλληλα προσφέρουν μια πληθώρα θετικών επιδράσεων σε αυτούς.

Αρχικά, η χρήση των ψηφιακών παιχνιδιών κατά την διάρκεια της διδασκαλίας καθιστά την διαδικασία του μαθήματος πιο ευχάριστη σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας στις οποίες ο καθηγητής λειτουργεί ως αυθεντία και οι μαθητές είναι απλώς παθητικοί αποδέκτες του μαθήματος. Άλλωστε τα παιδιά πλέον χειρίζονται τα ψηφιακά εργαλεία με μεγάλη άνεση και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αποκτούν κίνητρο για να παρακολουθήσουν το μάθημα και να εστιάζουν την προσοχή τους σε αυτό με μεγαλύτερη ευκολία [20].

Παράλληλα, η χρήση των ψηφιακών παιχνιδιών στην εκπαίδευση διευκολύνει την ανάπτυξη ορισμένων γνωστικών λειτουργιών των μαθητών. Πιο συγκεκριμένα οι μαθητές επιδίδονται στην επίλυση προβλημάτων, επεξεργάζονται παράλληλα πολλές και διαφορετικές πληροφορίες ενώ ταυτόχρονα καλλιεργείται η φαντασία τους και η επικοινωνία. Επιπλέον, οι μαθητές χρησιμοποιώντας την τεχνολογία και τα σύγχρονα ψηφιακά παιχνίδια κατά την διαδικασία του μαθήματος αναπτύσσουν διάφορες δεξιότητες όπως πχ αντανακλαστικά, κοινωνικές και οπτικοακουστικές δεξιότητες. Αναμφισβήτητα η χρήση ψηφιακών παιχνιδιών μέσα στο μάθημα συμβάλλει στην εξοικείωση των μαθητών με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό αφού αυτοί είναι πλέον άρρηκτα συνδεδεμένοι με όλους τους τομείς της σύγχρονης ζωής. Ακόμη ανάλογα με τον τομέα με τον οποίο σχετίζεται το εκάστοτε ψηφιακό παιχνίδι ο μαθητής αποκτά εμπειρία και εμπλουτίζει τις γνώσεις του σε μια συγκεκριμένη θεματική περιοχή. Κάποιες μελέτες επίσης έδειξαν ότι η χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών μέσα στην σχολική αίθουσα συμβάλλει στην ενίσχυση των

δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα μέσα στην τάξη και ενισχύει το ενδιαφέρον των μαθητών [19].

3.7 Ψηφιακά Παιχνίδια Μάθησης και Μαθηματικά

Τα Μαθηματικά συνιστούν την γλώσσα των αριθμών και είναι αναντίρρητο το γεγονός ότι επηρέασαν και συνεχίζουν να επηρεάζουν την εξέλιξη του κόσμου και του ανθρώπου αφού αποτελούν το φυσικό υπόβαθρο κάθε επιστήμης. Ιδιαίτερα σήμερα τα Μαθηματικά συμβάλλουν στην εξέλιξη της τεχνολογίας καθώς και στην ανάπτυξη των επιτευγμάτων του ανθρώπινου νου. Για αυτό τον λόγο το σχολείο παίζει καθοριστικό ρόλο στην μύηση των μαθητών στην επιστήμη των Μαθηματικών. Είναι ευρύτερα γνωστό ότι στόχος του εκάστοτε εκπαιδευτικού συστήματος είναι να συμβάλλει στην ανάπτυξη και στην καλλιέργεια της προσωπικότητας των μαθητών μεταλλαμπαδεύοντας τους γνώσεις και αξίες και παράλληλα να προετοιμάσει τους μαθητές για την είσοδο τους στην αγορά εργασίας κατά την ενήλικη ζωή τους.

Το μάθημα των Μαθηματικών θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικό και ταυτόχρονα αποτελεί και ένα δύσκολο γνωστικό αντικείμενο ειδικά όταν το μάθημα αυτό απευθύνεται σε μαθητές Δημοτικού που έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με αυτό. Εδώ και αρκετές δεκαετίες ο τρόπος διδασκαλίας των Μαθηματικών στις πρώτες τάξεις του Δημοτικού έχει παραμείνει σταθερός παρά το γεγονός ότι υπάρχει ιδιαίτερη εξέλιξη στον τομέα των εκπαιδευτικών λογισμικών και τεχνολογιών. Αυτές οι εκπαιδευτικές εφαρμογές θα μπορούσαν αν όχι να αντικαταστήσουν πλήρως τις κλασσικές δασκαλοκεντρικές εκπαιδευτικές μεθόδους διδασκαλίας τουλάχιστον να υποβοηθήσουν τις ήδη υπάρχουσες μεθόδους έτσι ώστε να συμβάλλουν στο να γίνει το μάθημα πιο διασκεδαστικό και ελκυστικό προς τους μικρούς μαθητές. Τα καινούρια εργαλεία μάθησης εκτελούν ακριβώς την ίδια εργασία με τα παλιά και ταυτόχρονα δίνουν έναν πιο ευχάριστο χαρακτήρα στο μάθημα. Ιδιαίτερα στα Μαθηματικά τα οποία είναι ένα αρκετά απαιτητικό αντικείμενο υπάρχει η ανάγκη το μάθημα να γίνει πιο διαδραστικό για τους μαθητές και πιο πρακτικό. Αυτό το γεγονός μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση Ψηφιακών Παιχνιδιών Μάθησης [21].

3.7.1 Οι ιδιομορφίες της Επιστήμης των Μαθηματικών

Τα Μαθηματικά αποτελούν ένα αρκετά απαιτητικό και ιδιαίτερο μάθημα και είναι πιθανό πολλοί από τους μαθητές να αντιμετωπίσουν δυσκολίες κατανόησης και έτσι να απογοητευτούν γρήγορα και να χάσουν το ενδιαφέρον τους για το μάθημα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα Μαθηματικά παρουσιάζουν πολλές ιδιομορφίες. Αρχικά τα Μαθηματικά είναι μια αφηρημένη έννοια και πολλές από τις μαθηματικές έννοιες δεν παρουσιάζονται με άμεσο τρόπο γεγονός που δυσχεραίνει την αφομοίωση τους από τους μαθητές. Η δεύτερη δυσκολία που εμφανίζουν τα Μαθηματικά είναι η στενή σχέση που παρουσιάζουν με μια «τυπική» γλώσσα η οποία αποτελείται από σύμβολα, σχήματα αλλά και ειδικές λέξεις οι οποίες έχουν συγκεκριμένη ερμηνεία. Οι μικροί σε ηλικία μαθητές παρουσιάζουν δυσκολίες στο να αναγνωρίσουν και να χρησιμοποιήσουν σωστά αυτήν την τυπική γλώσσα. Μια ακόμη ιδιομορφία που παρατηρείται σύμφωνα με έρευνες, είναι ότι η τυπική αυτή γλώσσα που χρησιμοποιείται στα Μαθηματικά έχει διπλό ρόλο. Πιο συγκεκριμένα, οι όροι και οι παραστάσεις που χρησιμοποιούνται σε μια δραστηριότητα έχουν τυπικές αλλά και αναφορικές λειτουργίες. Έτσι ο μαθητής αντιμετωπίζει μεγαλύτερη δυσκολία στο να αναγνωρίζει κάθε φορά το είδος της γλώσσας που χρησιμοποιείται. Τέλος, εκτός από τους παραπάνω παράγοντες που αφορούν την ιδιομορφία των Μαθηματικών υπάρχουν και κάποιοι άλλοι παράγοντες που δυσχεραίνουν την εκμάθηση των Μαθηματικών. Κάποιοι από αυτούς σχετίζονται με την μέθοδο διδασκαλίας του συγκεκριμένου μαθήματος αλλά και με την επιλογή του εκπαιδευτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί κατά την διαδικασία της μάθησης. Ακόμη, πολλές φορές τα Μαθηματικά δεν διδάσκονται με πρακτικές δραστηριότητες αλλά βασίζονται στην μηχανική απομνημόνευση [22].

3.7.2 Προκλήσεις Εκπαιδευτικών κατά την χρήση των Ψηφιακών Παιχνιδιών

Την σημερινή εποχή ο εκπαιδευτικός και συγκεκριμένα ο μαθηματικός έχει στην διάθεση του μια πληθώρα τεχνολογικών μέσων έτσι ώστε να μετατρέψει την διδασκαλία των Μαθηματικών σε μια ευχάριστη δραστηριότητα για τους μαθητές. Για να είναι σε θέση βέβαια ο μαθηματικός να χρησιμοποιήσει αυτές τις νέες τεχνολογίες θα πρέπει να κατέχει βαθιά το γνωστικό αντικείμενο και να έχει λάβει την ανάλογη επιμόρφωση έτσι ώστε να μπορεί να διακρίνει πότε και με ποιον τρόπο θα χρησιμοποιήσει αυτά τα

ηλεκτρονικά παιχνίδια μάθησης προς όφελος των μαθητών. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει ακόμη να έχει την ικανότητα να διαχωρίζει τις εφαρμογές μάθησης με γνώμονα την εκπαιδευτική βαθμίδα στην οποία ανήκουν έτσι ώστε να τις χρησιμοποιεί αποτελεσματικά. Το κυριότερο όμως χαρακτηριστικό που πρέπει να διαθέτει ο σύγχρονος εκπαιδευτικός είναι η θέληση να καταβάλλει προσπάθεια έτσι ώστε να διευρύνει τις επιστημονικές του γνώσεις αλλά και τις τεχνικές του δεξιότητες. Τέλος, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να πάψει να αντιμετωπίζει με καχυποψία τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα και θα πρέπει να κατανοήσει βαθιά ότι η εξέλιξη είναι αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης και πρέπει να συμβαδίζει με αυτήν. Εξάλλου ο ρόλος του ίδιου του εκπαιδευτικού είναι αναντικατάστατος και οι σύγχρονες εφαρμογές μάθησης που έχει πλέον στα χέρια του μπορούν να λειτουργήσουν μόνο ωφέλιμα για τους μαθητές [21].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η πλατφόρμα Unity

4.1 Μηχανές Ανάπτυξης Παιχνιδιών

Με τον όρο μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών (game engine) εννοούμε ένα πλαίσιο που αποτελείται από μία συλλογή διαφορετικών εργαλείων, βοηθητικών προγραμμάτων και διεπαφών που οδηγούν στην σύνθεση ενός παιχνιδιού [23]. Πιο συγκεκριμένα, είναι δηλαδή ένα περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού που έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε οι προγραμματιστές να κατασκευάζουν παιχνίδια για κονσόλες, κινητές συσκευές αλλά και για προσωπικούς υπολογιστές. Οι βασικές λειτουργίες που παρέχει μια μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών στο χρήστη είναι 2D ή 3D γραφικά, συστήματα ανίχνευσης σύγκρουσης, ήχους, βίντεο και τεχνητή νοημοσύνη. Κάθε μηχανή όμως παρέχει στον χρήστη διαφορετικές λειτουργίες και δυνατότητες. Οι μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών που χρησιμοποιούνται περισσότερο σήμερα είναι οι εξής:

- Unreal Engine.
- Unity Engine.
- Godot Engine.

4.2 Εισαγωγή στο Unity Engine



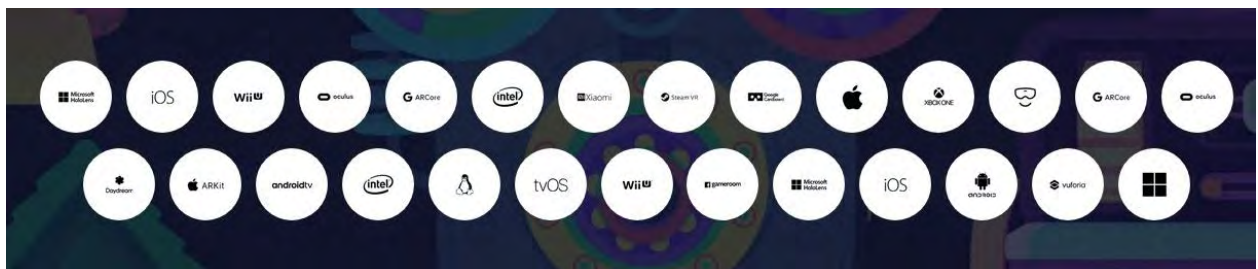
Εικόνα 5: Το λογότυπο της πλατφόρμας Unity

Το Unity (Εικόνα 5) αποτελεί μια από τις πιο δημοφιλείς πλατφόρμες ανάπτυξης ηλεκτρονικών παιχνιδιών σε πολλές και διαφορετικές πλατφόρμες (cross-platform) η οποία δημιουργήθηκε από την εταιρεία Unity Technologies και ήρθε στην κυκλοφορία το 2005.

Αρχικά η πλατφόρμα Unity υποστήριζε μόνο το OS X της Apple αλλά εν συνεχεία μετατράπηκε έτσι ώστε να υποστηρίζει πολυ-πλατφορμική έξοδο, δηλαδή να επιτρέπει την παραγωγή του παιχνιδιού προς οποιαδήποτε πλατφόρμα. Σήμερα υποστηρίζει πάνω

από 25 διαφορετικά λειτουργικά συστήματα (Εικόνα 6). Πιο συγκεκριμένα, οι πλατφόρμες που υποστηρίζονται από το Unity είναι οι εξής [24]:

Android	Intel
Windows	Facebook Gameroom
Vuforia	Hololens
Steam VR	iOS
Win	Gear VR
WebGL	Windows Mixed Reality
Google Cardboard	Xiaomi
PS Vita	TVOS
Apple	ARKit
Nintendo Switch	Linux
Nintendo 3DS	Android TV
PlayStation VR	PS4
Daydream	



Εικόνα 6: Υποστηριζόμενες πλατφόρμες ό το Unity

Το Unity δίνει την δυνατότητα στον χρήστη για δημιουργία όχι μόνο διδιάστατων (2D) αλλά και τρισδιάστατων (3D) παιχνιδιών καθώς και για προσομοιώσεις σε υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και smart TVs αφού διαθέτει ένα φιλικό και ευέλικτο προς τον χρήστη περιβάλλον ανάπτυξης. Μέχρι και σήμερα έχουν κυκλοφορήσει διάφορες εκδόσεις του Unity με τελευταία την 2018.3.1 η οποία κυκλοφόρησε τον Δεκέμβριο 2018 [25].

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό του Unity είναι ότι παρέχεται στον χρήστη η δυνατότητα να ενσωματώσει διάφορες διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιείται το OpenGL es API για συστήματα Android και iOS, το OpenGL για συστήματα Linux, macOS και Windows. Για το λειτουργικό σύστημα Windows χρησιμοποιείται επιπλέον και η διεπαφή Vulkan καθώς και η Direct3D.

Παράλληλα, το Unity είναι ο δημιουργός της πιο εξελιγμένης πλατφόρμας ανάπτυξης 3D σε πραγματικό χρόνο (real time 3D) δίνοντας έτσι στους προγραμματιστές σε όλον τον κόσμο τα εργαλεία δημιουργίας διαδραστικών εμπειριών 2D, 3D, VR και AR [26].

4.3 Στατιστικά Στοιχεία

Είναι άξιο αναφοράς το γεγονός ότι το Unity κατέχει κυρίαρχη θέση στην παγκόσμια βιομηχανία ανάπτυξης ηλεκτρονικών παιχνιδιών και μάλιστα σύμφωνα με έρευνες θα βρίσκεται στην πρώτη θέση μέχρι και το 2025. Επιπλέον σύμφωνα με τα επίσημα στατιστικά στοιχεία στην ιστοσελίδα του, το Unity έχει εγκατασταθεί 24 δισεκατομμύρια φορές τους τελευταίους 12 μήνες και χρησιμοποιείται από 4.5 εκατομμύρια προγραμματιστές παγκοσμίως. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι το Unity δουλεύει πλέον και με συνεργάτες όπως το Facebook, το Google αλλά και η Microsoft [26].

4.4 Γλώσσες Προγραμματισμού

Οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του Unity Game Engine ήταν οι C++ και C#. Οι γλώσσες προγραμματισμού που έχει στην διάθεση του ο εκάστοτε προγραμματιστής και οι οποίες υποστηρίζονται από το Unity είναι τρεις:

- **C# (C sharp):** Αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού, ανεπτυγμένη από την Microsoft.
- **UnityScript:** Μια εκδοχή της διερμηνευμένης γλώσσας προγραμματισμού JavaScript, επηρεασμένη από τη C.
- **Boo:** Στατική γενικού σκοπού γλώσσα προγραμματισμού εμπνευσμένη από την σύνταξη της Python.

Ο πιο σημαντικός λόγος που αυτές οι τρεις γλώσσες έχουν υιοθετηθεί από το Unity είναι ότι διαθέτουν ένα βασικό κοινό χαρακτηριστικό, δηλαδή είναι και οι τρεις αντικειμενοστραφείς. Το Unity δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να επεξεργαστεί τα scripts του είτε χρησιμοποιώντας το Visual Studio ή το MonoDevelop αλλά και διάφορα άλλα εργαλεία συγγραφής κώδικα τα οποία προσφέρουν άμεση επικοινωνία και αποσφαλμάτωση του κώδικα μέσα από το ίδιο το Unity [27].

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα επικεντρωθούμε στην χρήση της γλώσσας προγραμματισμού C# και θα κάνουμε χρήση του Visual Studio ως editor.



4.5 Παιχνίδια που κατασκευάστηκαν με το Unity

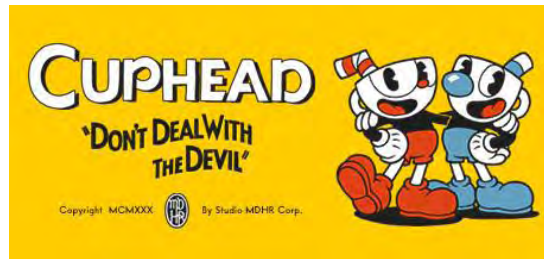
Όπως προαναφέραμε το Unity δίνει την δυνατότητα στον προγραμματιστή να δημιουργήσει διαφόρων ειδών ηλεκτρονικά παιχνίδια. Το πρώτο παιχνίδι που κατασκευάστηκε το 2005 με την χρήση του Unity ήταν ένα Mac video game που έφερε το όνομα “Gooball” (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Το παιχνίδι Gooball

Μερικά από τα πιο γνωστά δισδιάστατα παιχνίδια (2D games) που δημιουργήθηκαν από προγραμματιστές με την χρήση της πλατφόρμας Unity είναι τα εξής:

- “Cuphead” της “StudioMDHR” (Εικόνα 8).
- “Ori and the Blind Forest” της Moon Studios.
- “Rick and Morty: Virtual Rick-ality” της Owlchemy.
- “Heartstone” της Blizzard Entertainment.



Εικόνα 8: Το λογότυπο του 2D παιχνιδιού “Cuphead”

Μερικά από τα πιο γνωστά τρισδιάστατα παιχνίδια (3D games) που δημιουργήθηκαν από προγραμματιστές με την χρήση της πλατφόρμας Unity είναι τα εξής [28]:

- “Wasteland 2” της inXile Entertainment (Εικόνα 9).
- “Assassin’s Creed: Identity” της Ubisoft.
- “Satellite Reign” της 5 Lives Studios.



Εικόνα 9: Το λογότυπο του 3D παιχνιδιού “Wasteland 2”

4.6 Εκδόσεις του Unity Game Engine

Στην Εικόνα 10 παρουσιάζονται οι τρεις βασικές εκδόσεις του Unity οι οποίες έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

Unity Basic	Unity Plus	Unity Pro
<ul style="list-style-type: none"> • Δωρεάν • Για αρχάριους, φοιτητές και χομπίστες που θέλουν να εξερευνήσουν και να δημιουργήσουν με το Unity. 	<ul style="list-style-type: none"> • \$35 το μήνα • Για σχεδιαστές που ενδιαφέρονται να φέρουν εις πέρας ένα σοβαρό project και να το δημοσιεύσουν. 	<ul style="list-style-type: none"> • \$125 το μήνα • Για επαγγελματίες που θέλουν απόλυτη ελαστικότητα και advanced tools και analytics.

Εικόνα 10: Οι εκδόσεις του Unity

Η βασική διαφορά μεταξύ της δωρεάν έκδοσης του Unity και των Plus και Pro είναι ότι με τις δύο τελευταίες εκδόσεις μπορούν να δημιουργηθούν πιο σύνθετα, πιο εξελιγμένα και πιο όμορφα σε επίπεδο γραφικών παιχνίδια. Επιπλέον οι δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά των παιχνιδιών που κατασκευάστηκαν με αυτές τις εκδόσεις αυξάνονται για τις κονσόλες και κυρίως για τα κινητά τηλέφωνα [29].

4.7 Ο ιστότοπος του Unity Game Engine













Η διεύθυνση www.unity3d.com αποτελεί την ιστοσελίδα της μηχανής παιχνιδιών Unity (Εικόνα 11). Σε αυτήν την σελίδα ο εκάστοτε προγραμματιστής μπορεί να βρει οτιδήποτε τον ενδιαφέρει σχετικά με την κατασκευή των παιχνιδιών του, είτε αυτό αφορά θέματα κώδικα είτε αντικείμενα του “Store”. Επιπλέον το Unity παρέχει την δυνατότητα στον χρήστη να λύσει τυχόν απορίες του στο “Forum” που διαθέτει.



Εικόνα 11: Η ιστοσελίδα του Unity Game Engine

Παράλληλα, εκτός από το “Forum” το Unity μέσα από την ενότητα “Learn” δίνει στον προγραμματιστή την ευκαιρία να βρει οδηγίες για το πώς θα κατασκευάσει ένα παιχνίδι από το μηδέν καθώς υπάρχει μια πληθώρα από tutorials, να βρει κομμάτια κώδικα μαζί με τις επεξηγήσεις τους τα οποία μπορεί να τα χρησιμοποιήσει ελεύθερα αλλά και να εκθέσει τυχόν απορίες του. Στην ενότητα “Projects” (Εικόνα 12) παρουσιάζονται αναλυτικά διάφορα παιχνίδια που έχουν δημιουργηθεί με την χρήση του Unity.
























Projects

 Interactive Tutorials (4) Get Started with Unity.	 Roll-a-ball tutorial (9) Build your first simple game and Learn to code in C#	 2D Game Kit (38) Create your own 2D platform game without writing any code.	 3D Game Kit (33) Explore and create in this 3D game kit without writing any code.
 Space Shooter tutorial (19) Blast some Asteroids!	 Survival Shooter tutorial (12) They mostly come at night...	 2D UFO tutorial (9) New? Want to make 2D games? Start here.	 Space Chicken (19) Never tried Unity? No coding skills? Perfect! Make your first game & share using "Ready."
 Tanks tutorial (8) 2-players, 1 keyboard. Tank vs Tank.	 Adventure Game tutorial (7) Learn to create the systems used to develop an adventure game in this intermediate level project.	 2D Roguelike tutorial (14) Procedural level Survive-em-up!	 Tower Defense Template (10) Learn how to create your own Tower Defense game

Εικόνα 12: Projects

Τέλος, το Unity διαθέτει και την ενότητα “Topics” (Εικόνα 13) η οποία είναι χωρισμένη σε υποενότητες σε καθεμία από τις οποίες αναλύονται λεπτομερώς όλες οι δυνατότητες που προσφέρει το Unity. Πιο συγκεκριμένα, τα θέματα που αναλύονται είναι τα εξής:

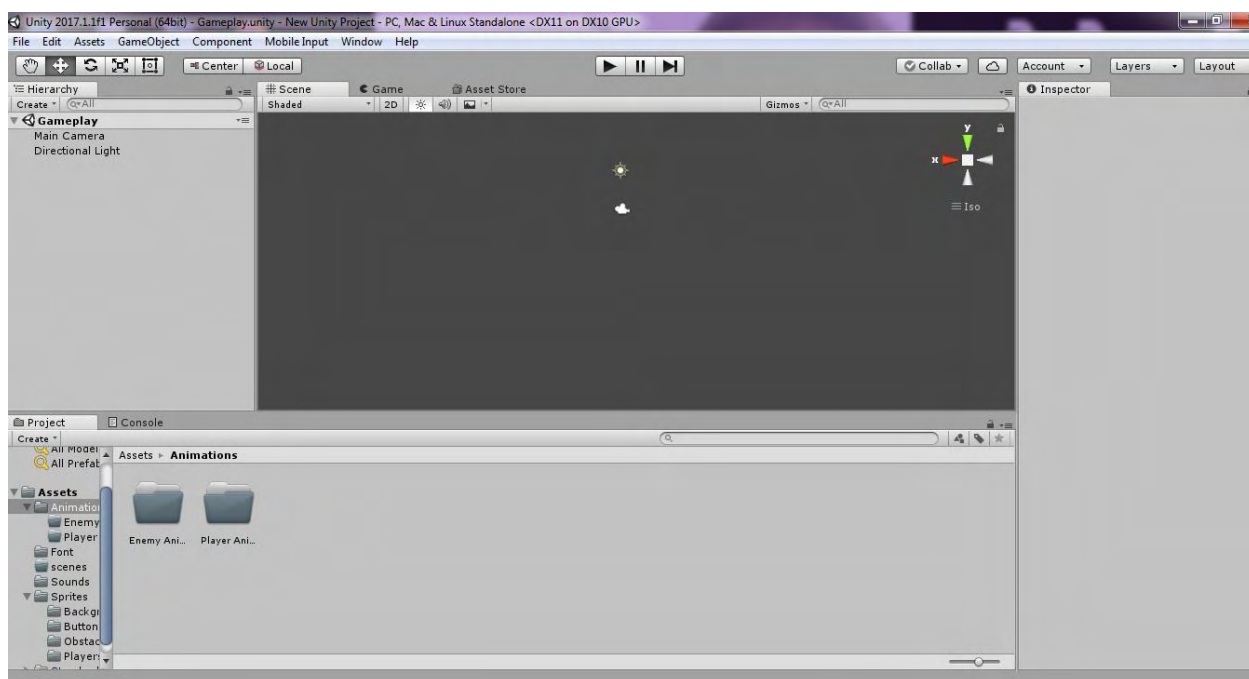
Topics

 Interface & Essentials (18)	 2D Game Creation (67)
 Scripting (139)	 Unity For Artists (60)
 Best Practices (33)	 Performance Optimization (5)
 Graphics (108)	 Physics (27)
 Audio (12)	 Animation (35)
 User Interface (UI) (47)	 Mobile & Touch (15)
 Navigation (26)	 Tips (20)
 Ads & Analytics (9)	 Mini Tutorials (12)
 Cloud Build (4)	 XR (20)
 Multiplayer Networking (21)	 The Asset Store (38)
 Developer Advice (7)	 Game Performance Reporting (1)
 Production (2)	

Εικόνα 13: Topics

4.8 Το περιβάλλον σχεδίασης του Unity Game Engine

Στην Εικόνα 14 απεικονίζεται το εύχρηστο και φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον του Unity. Το περιβάλλον αυτό αποτελείται από διάφορα υποπαράθυρα τα οποία διαθέτουν ξεχωριστές λειτουργίες το καθένα έτσι ώστε να επιτρέπουν στον χρήστη να δημιουργήσει το εκάστοτε παιχνίδι του με ιδιαίτερη ευκολία.



Εικόνα 14: Το περιβάλλον σχεδίασης του Unity

Τα κυριότερα παράθυρα του Unity Engine είναι τα εξής:

- Scene Window
- Game Window
- Hierarchy Window
- Project Window
- Inspector Window
- Console Window
- Animation Window
- Animator Window

Πιο αναλυτικά:

Scene Window: Το Scene Window φαίνεται πως καθιστά το υποπαράθυρο που συνδέει ουσιαστικά τον χρήστη με το παιχνίδι που δημιουργεί καθώς τον φέρνει σε άμεση επαφή με αυτό. Σε αυτό το παράθυρο ο χρήστης έχει την δυνατότητα να βλέπει την τρέχουσα σκηνή του παιχνιδιού του και να την επεξεργάζεται τροποποιώντας, προσθέτοντας ή αφαιρώντας τα αντικείμενα που αποτελούν την εκάστοτε σκηνή του παιχνιδιού [30].

Game Window: Μέσα από το Game Window δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να τεστάρει το αποτέλεσμα των ενεργειών του πάνω στο παιχνίδι που δημιουργεί, χωρίς να χρειάζεται να το εξάγει πρώτα σε εκτελέσιμη μορφή. Αναλυτικότερα, αυτό το παράθυρο ουσιαστικά προσομοιώνει το τρέχων στάδιο του παιχνιδιού από την οπτική γωνία του παίκτη [31].

Hierarchy Window: Στο Hierarchy Window εμφανίζονται όλα τα 2D και 3D αντικείμενα που υπάρχουν μέσα στην σκηνή που επεξεργάζεται ο χρήστης. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα μέσα από αυτό το παράθυρο να τοποθετήσει τα αντικείμενα του σε μια ιεραρχία έτσι ώστε να είναι πιο εύκολα στην χρήση καθώς και στην αναζήτηση. Τα αντικείμενα σε αυτό το παράθυρο ταξινομούνται με ιεραρχία του τύπου γονιός-παιδί [32].

Project Window: Στο Project Window περιέχονται όλα τα assets του εκάστοτε project που δημιουργεί ο χρήστης. Τα assets μπορεί να είναι 2D ή 3D αντικείμενα, scripts με κώδικα, ηχητικά κομμάτια καθώς και ολόκληρες σκηνές του παιχνιδιού [33].

Inspector Window: Ο χρήστης χρησιμοποιώντας το Inspector Window έχει την δυνατότητα να προσθέσει επιπλέον στοιχεία στα αντικείμενα του παιχνιδιού του και μπορεί παράλληλα είτε να ενεργοποιήσει είτε να απενεργοποιήσει κάποιο από τα αντικείμενα του. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο χρήστης δύναται να τροποποιήσει τα αντικείμενα του και να προσδώσει σε αυτά παραπάνω ιδιότητες και διαφορετικές συμπεριφορές [34].

Console Window: Το Console Window δίνει την ευκαιρία στον χρήστη να εντοπίσει τυχόν λάθη που πιθανώς να έχει ο κωδικός του καθώς σε αυτό το υποπαράθυρο εμφανίζονται προειδοποιήσεις για τις ενέργειες του χρήστη και μηνύματα σφαλμάτων [35].

Animation Window: Το Animation Window δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει ο ίδιος τα «κινούμενα σχέδια» των χαρακτήρων του, δηλαδή να δώσει κίνηση σε διάφορα αντικείμενα του παιχνιδιού του. Ο χρήστης μπορεί ακόμη να εκμεταλλευτεί και τον χρόνο του εκάστοτε animation [36].

Animator Window: Σε αυτό το υποπαράθυρο ο χρήστης μπορεί εφόσον έχει δημιουργήσει ένα animation να δει τις καταστάσεις αυτού και να τις επεξεργαστεί ανάλογα έτσι ώστε να δημιουργήσει την κίνηση που επιθυμεί για το αντικείμενο του [37].

4.9 Βασικές Έννοιες του Unity Game Engine

Ορισμένες από τις βασικές έννοιες που είναι απαραίτητο να γνωρίζει κάποιος έτσι ώστε να ασχοληθεί με το Unity Engine είναι οι εξής:

- Game Object
- Prefab
- Component

Πιο αναλυτικά:

Game Object: Με τον όρο Game Object εννοούμε όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται και χρησιμοποιούνται σε μια σκηνή. Τα Game Objects δεν έχουν από μόνα τους ιδιότητες για αυτό και τις κληρονομούν από τα Components που περιέχουν [27].

Prefab: Ο όρος Prefab χρησιμοποιείται για να περιγράψει όλα τα αντικείμενα τα οποία είναι αποθηκευμένα στους φακέλους του παιχνιδιού με σκοπό να δημιουργούνται άμεσα

αντίγραφα αυτών μέσα στην σκηνή για να χρησιμοποιηθούν. Μια αλλαγή στο αποθηκευμένο αντικείμενο σημαίνει αυτόματα και την ίδια αλλαγή στα αντίγραφα του. Βέβαια τα αντίγραφα μπορούν να τροποποιηθούν χωρίς να αλλάξουν το Prefab τους [38].

Component: Με τον όρο Component εννοούμε όλα τα εργαλεία που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης για να τροποποιήσει την συμπεριφορά και τις ιδιότητες ενός Game Object [27].

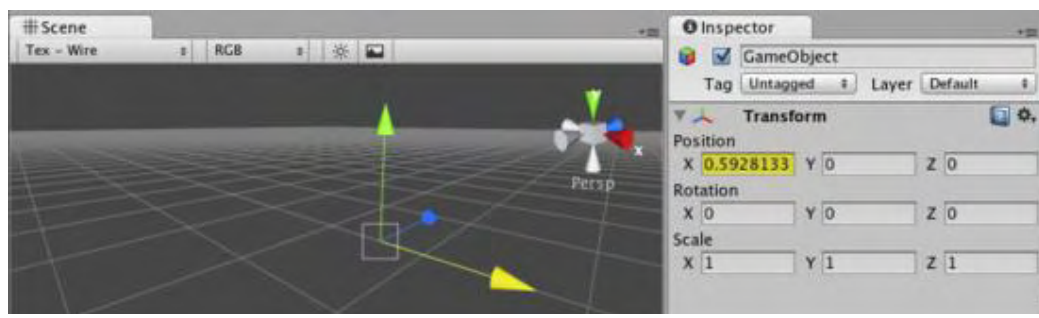
4.10 Σημαντικά Components του Unity Game Engine

Το Unity Engine παρέχει στον χρήστη μία πληθώρα από components τα οποία παρέχουν στα αντικείμενα (game objects) αρκετές και διαφορετικές ιδιότητες. Τα components αυτά προστίθενται στο εκάστοτε αντικείμενο μέσα από το υποπαράθυρο Inspector Window. Κάποια από τα πιο σημαντικά components τα οποία χρησιμοποιήσαμε και για την ανάπτυξη του παιχνιδιού μας είναι τα εξής:

- Transform
- Collider
- Rigidbody
- Canvas
- Button
- Text

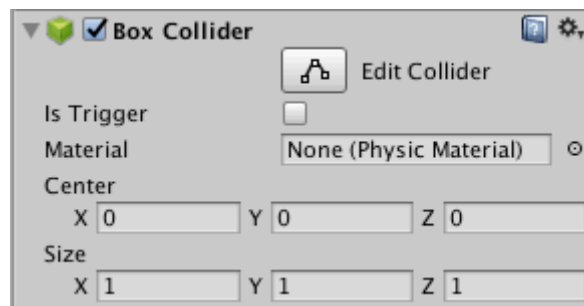
Πιο αναλυτικά:

Transform: Ο χρήστης κάνοντας χρήση του Transform έχει την δυνατότητα να επεξεργαστεί και να αλλάξει ανάλογα με την προτίμηση του την θέση, την περιστροφή καθώς και την κλίμακα ενός αντικειμένου (game object) στο παιχνίδι του (Εικόνα 15) [39].



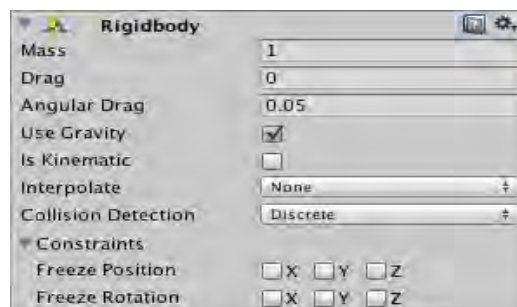
Εικόνα 15: Το Transform Component

Collider: Ο χρήστης χρησιμοποιώντας το Collider Component (Εικόνα 16) μπορεί να καθορίσει το σχήμα ενός αντικείμενου (game object) έτσι ώστε να προσδιορίσει τις συγκρούσεις του με άλλα αντικείμενα. Τα κυριότερα είδη Collider για τον 3D χώρο είναι το Box Collider, το Sphere Collider και το Capsule Collider και αντίστοιχα για τον 2D χώρο το Box Collider 2D και το Circle Collider 2D. Η κάθε κατηγορία συνδέεται με το εκάστοτε σχήμα και προσφέρει στο αντικείμενο τις ανάλογες ιδιότητες. Άλλο ένα χαρακτηριστικό του Collider είναι η δυνατότητα του να μετατραπεί σε Trigger. Πιο συγκεκριμένα, αν ένα Collider μετατραπεί σε Trigger τότε το στοιχείο της σύγκρουσης εξαφανίζεται και πυροδοτείται ένα νέο γεγονός όπως πχ την αναπαραγωγή ενός ήχου κτλ [40].



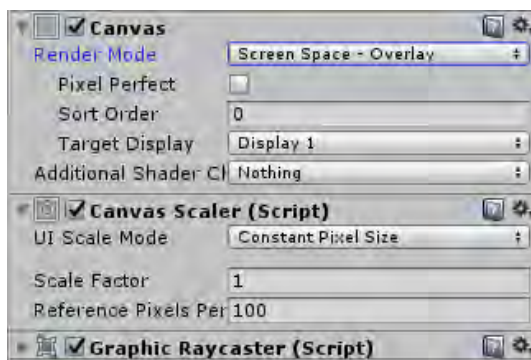
Εικόνα 16: Το Box Collider Component

Rigidbody: Το Rigidbody Component (Εικόνα 17) δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να ελέγχει το αντικείμενο του μέσω προσομοίωσης της φυσικής, δηλαδή το αντικείμενο επηρεάζεται από διάφορες δυνάμεις όπως η βαρύτητα και οι ροπές [41].



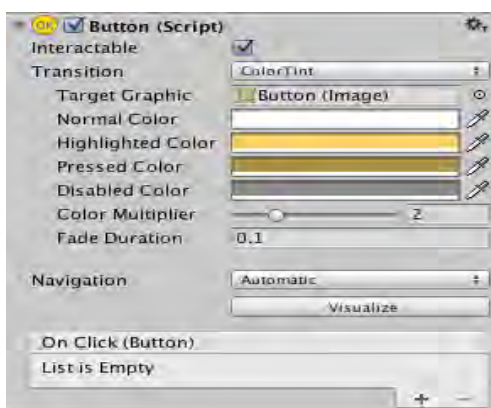
Εικόνα 17: Το Rigidbody Component

Canvas: Το Canvas Component (Εικόνα 18) δημιουργεί τον καμβά δηλαδή τον χώρο του παιχνιδιού μέσα στον οποίο θα τοποθετηθούν όλα τα UI Elements όπως πχ κουμπιά ή εικόνες [42].



Εικόνα 18: Το Canvas Component

Button: Το Button Component (Εικόνα 19) είναι ουσιαστικά το κουμπί το οποίο δημιουργεί ο χρήστης και έχει την δυνατότητα να επιλέξει την ενέργεια που θα εκτελείται όταν αυτό πατηθεί. Το κουμπί συνήθως αποτελείται από μία εικόνα ή ένα κείμενο το οποίο περιγράφει στον παίκτη την λειτουργικότητα του [43].



Εικόνα 19: Το Button Component

Text: Με την χρήση του Text Component (Εικόνα 20) ο χρήστης μπορεί να γράψει ένα κείμενο μέσα στο παιχνίδι του και να το επεξεργαστεί όπως ο ίδιος επιθυμεί, δηλαδή έχει την δυνατότητα να επιλέξει την γραμματοσειρά καθώς επίσης μπορεί να επιλέξει το μέγεθος και το χρώμα του κειμένου του [44].

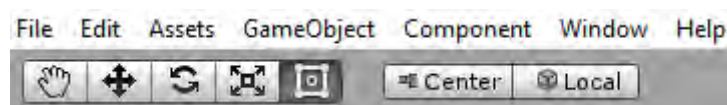


Εικόνα 20: Το Text Component

4.11 Τα βασικά στοιχεία της μπάρας Main Menu

Στο Main Menu του Unity Editor ο χρήστης έχει την δυνατότητα να βρεί όλες τις βασικές επιλογές για την ανάπτυξη ενός παιχνιδιού (Εικόνα 21). Το Main Menu αποτελείται από τις εξής καρτέλες:

- File
- Edit
- Assets
- GameObject
- Component
- Window
- Help



Εικόνα 21: Το κεντρικό Menu του Unity Game Engine

Στην καρτέλα **File** ο χρήστης μπορεί ουσιαστικά να ξεκινήσει να κατασκευάζει το παιχνίδι του καθώς μπορεί να επιλέξει να δημιουργήσει ένα νέο πρότζεκτ ή να δημιουργήσει μία νέα σκηνή για το παιχνίδι του και επίσης μπορεί να διαλέξει την πλατφόρμα στην οποία θα κυκλοφορήσει αυτό.

Η καρτέλα **Edit** παρέχει στον χρήστη κάποιες βασικές εντολές όπως cut, copy, paste κτλ.

Η καρτέλα **Assets** επιτρέπει στον χρήστη να εισάγει στο πρότζεκτ του καινούρια στοιχεία όπως materials, scenes, prefab καθώς και να εισάγει ολόκληρα πακέτα στοιχείων (import packages).

Η καρτέλα **GameObject** είναι η καρτέλα από την οποία ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει οποιοδήποτε αντικείμενο επιθυμεί για το παιχνίδι που κατασκευάζει. Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει είτε 2D είτε 3D αντικείμενα. Έχει επίσης την επιλογή να εισάγει κάποιο φως στο παιχνίδι του (directional light, spotlight), ήχους (audio) ακόμη και μία νέα κάμερα (camera).

Η καρτέλα **Component** περιέχει όλες τις ιδιότητες τις οποίες μπορεί να προσθέσει ο χρήστης στα αντικείμενά του. Μερικές από τις πιο σημαντικές είναι οι εξής: physics, physics 2D, audio, effects, scripts.

Η καρτέλα **Window** περιλαμβάνει ως επιλογές όλα τα παράθυρο του Unity Engine όπως είναι τα Scene, Game, Hierarchy Window κτλ.

Τέλος, η καρτέλα **Help** περιλαμβάνει βασικές πληροφορίες για το Unity Engine (About Unity, Unity Manual) και δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να απευθυνθεί στο Unity Forum για να επιλύσει τυχόν απορίες ή προβλήματα που αντιμετωπίζει κατά την κατασκευή ενός παιχνιδιού.

4.12 Build Settings

Το παράθυρο Build Settings έχει εξαιρετική σημασία για την δημιουργία ενός παιχνιδιού. Ο χρήστης μπορεί να βρεί το παράθυρο Build Settings το οποίο αποτελεί και το τελευταίο βήμα για την δημιουργία ενός παιχνιδιού στην καρτέλα Menu. Το Build Settings επιτρέπει στον χρήστη να προσαρμόσει τις ρυθμίσεις για την κατασκευή του παιχνιδιού έτσι ώστε να ξεκινήσει την διαδικασία της δημιουργίας και τελικά να επιλέξει την πλατφόρμα προορισμού του παιχνιδιού. Μόλις ο χρήστης καθορίσει τις ρυθμίσεις δημιουργίας του (build settings) τότε μπορεί να ενεργοποιήσει το κουμπί Build έτσι ώστε να κατασκευαστεί το παιχνίδι ή να ενεργοποιήσει το κουμπί Build and Run έτσι ώστε να

κατασκευαστεί και να εκτελεστεί η κατασκευή στην πλατφόρμα που ο ίδιος ο χρήστης έχει ορίσει.

Εξίσου σημαντικό είναι και το υποπαράθυρο Scenes in Build στο οποίο φαίνονται οι σκηνές του από το παιχνίδι του χρήστη που θα συμπεριληφθούν στην κατασκευή του. Εάν δεν εμφανίζονται κάποιες από τις σκηνές που επιθυμεί ο χρήστης έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το κουμπί Add Current Scene έτσι ώστε να ενταχθεί και αυτή η σκηνή στην κατασκευή. Παράλληλα ο χρήστης μπορεί να απενεργοποιήσει σκηνές από αυτήν την λίστα έτσι ώστε να τις αποκλείσει από την κατασκευή χωρίς όμως να τις καταργήσει από την λίστα. Εάν ο χρήστης δεν χρειαστεί ποτέ κάποια σκηνή στην κατασκευή του τότε μπορεί να την αφαιρέσει από την λίστα σκηνών με το κουμπί Delete.

Όλες οι διαθέσιμες πλατφόρμες για την κατασκευή παιχνιδιού ανάλογα με την εκάστοτε έκδοση Unity εμφανίζονται κάτω από την περιοχή των σκηνών (scenes in build area). Οι πλατφόρμες που εμφανίζονται με γκρί χρώμα δεν αποτελούν μέρος της έκδοσης που χρησιμοποιεί ο χρήστης. Εάν ο χρήστης αποφασίσει να αλλάξει την πλατφόρμα προορισμού τότε θα πρέπει να χρησιμοποιήσει το κουμπί Switch Platform για να εφαρμοστεί η αλλαγή. Μερικές από τις πιο γνωστές πλατφόρμες κατασκευής παιχνιδιών είναι οι: PC, Mac, Linux Standalone, iOS, Android, WebGL, Xiaomi, Samsung TV [45].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Σχεδίαση και Ανάπτυξη του “Math Runner”

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζουμε αναλυτικά όλα τα στοιχεία και τους μηχανισμούς που συνθέτουν το ψηφιακό μας παιχνίδι, το οποίο ονομάζουμε “Math Runner”. Στις παρακάτω υποενότητες γίνεται εκτενής παρουσίαση της ροής της σκέψης μας η οποία οδήγησε στην ανάπτυξη του συγκεκριμένου παιχνιδιού. Επιπλέον γίνεται επεξήγηση όλων των εργαλείων που χρειάστηκαν για την σχεδίαση και την υλοποίησή του. Στο εξής, αναλύονται όλα τα στοιχεία που απαρτίζουν το ψηφιακό παιχνίδι μας καθώς επίσης και οι συμπεριφορές των αντικειμένων που εμπεριέχονται σε αυτό.

5.1 Επιλογή Συστήματος Ανάπτυξης

Η πλατφόρμα Unity είναι ιδιαίτερα ευέλικτη διότι υποστηρίζει τα περισσότερα συστήματα που είναι ικανά να εκτελέσουν εφαρμογές παιχνιδιών. Επιλέξαμε να αναπτύξουμε το ψηφιακό παιχνίδι για υπολογιστές λειτουργικού Windows και όχι σε κάποιο άλλο σύστημα όπως για παράδειγμα τα κινητά τηλέφωνα με λογισμικό Android. Οι μαθητές έρχονται από πολύ μικρή ηλικία σε επαφή με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και είναι εξοικειωμένοι με αυτούς. Επιπλέον στόχος μας αποτελεί η εφαρμογή να είναι ικανή να χρησιμοποιηθεί και στο σχολικό περιβάλλον στο οποίο είναι εύκολότερη η πρόσβαση σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές παρά σε οποιοδήποτε άλλο μέσο. Επιπλέον, οι υπολογιστές επιδέχονται συχνές βελτιώσεις υλικού οι οποίες οδηγούν στην αποδοτικότερη εκτέλεση του παιχνιδιού σε μεγαλύτερες αναλύσεις οθόνης με καλύτερη ποιότητα γραφικών. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν πολύ περισσότερες λύσεις δικτύωσης αλλά και τροποποίησης του παιχνιδιού όταν αυτό εκτελείται σε έναν υπολογιστή, συμβάλλοντας έτσι στην εξέλιξή του.

Για την υλοποίηση του παιχνιδιού μας χρησιμοποιήσαμε την 2017.4.1f1 έκδοση του Unity Game Engine.

5.2 Στόχος της εφαρμογής

Τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα έχουν κατακλύσει όλους τους τομείς της ανθρώπινης καθημερινότητας. Ειδικότερα, στον τομέα της εκπαίδευσης έχουν αρχίσει

σταδιακά και χρησιμοποιούνται διάφορα εκπαιδευτικά λογισμικά και ψηφιακές εφαρμογές τα οποία έχουν ως στόχο να υποβοηθούν τον εκπαιδευτικό κατά την διάρκεια του μαθήματος και να ενισχύουν την διδασκαλία. Στην Ελλάδα λειτουργεί ο εθνικός συσσωρευτής εκπαιδευτικού περιεχομένου που ονομάζεται Φωτόδενδρο. Το Φωτόδενδρο περιέχει ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό όπως για παράδειγμα ψηφιακές εφαρμογές και εκπαιδευτικά λογισμικά για διάφορα σχολικά μαθήματα που αφορούν την Πρωτοβάθμια και την Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση [46].

Το ψηφιακό παιχνίδι “Math Runner” υλοποιήθηκε με γνώμονα την εκπαίδευση. Στόχος της εφαρμογής μας είναι η ψυχαγωγία να συνδυαστεί ταυτόχρονα και με την εκπαίδευση. Πιο συγκεκριμένα, μέσα από την ψυχαγωγία και την διασκέδαση που προσφέρουν τα ψηφιακά παιχνίδια στα παιδιά στοχεύουμε παράλληλα και στην εκμάθηση αλγεβρικών παραστάσεων. Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε ο χρήστης να απαντάει μαθηματικές-αλγεβρικές πράξεις κατά την διάρκεια του παιχνιδιού. Σκοπός της εφαρμογής είναι μέσα από το παιχνίδι να διατηρείται αμείωτο το ενδιαφέρον και ταυτόχρονα ο χρήστης μέσα από πρακτικές ασκήσεις να εξασκείται και να εμπλουτίζει τις γνώσεις του πάνω στα Μαθηματικά.

5.3 Στοχευόμενο Κοινό

Η ψηφιακή εφαρμογή “Math Runner” απευθύνεται σε μαθητές με τυπικό εύρος ηλικίας μεταξύ 6 και 12 ετών. Το παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί δηλαδή στην εκπαιδευτική βαθμίδα του Δημοτικού στην οποία οι μαθητές έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με το μάθημα των Μαθηματικών και αρχίζουν να εξασκούνται πάνω στις βασικές αλγεβρικές πράξεις.

5.4 Ο ρόλος του παίκτη

Στόχος του παίκτη στο “Math Runner” είναι να προσπεράσει όσο περισσότερα εμπόδια μπορεί είτε πηδώντας πάνω από αυτά είτε απαντώντας-λύνοντας επιτυχώς τις πράξεις που εμφανίζονται όταν δεν καταφέρνει να προσπεράσει ένα εμπόδιο.

5.5 Λειτουργία Αλληλεπίδρασης

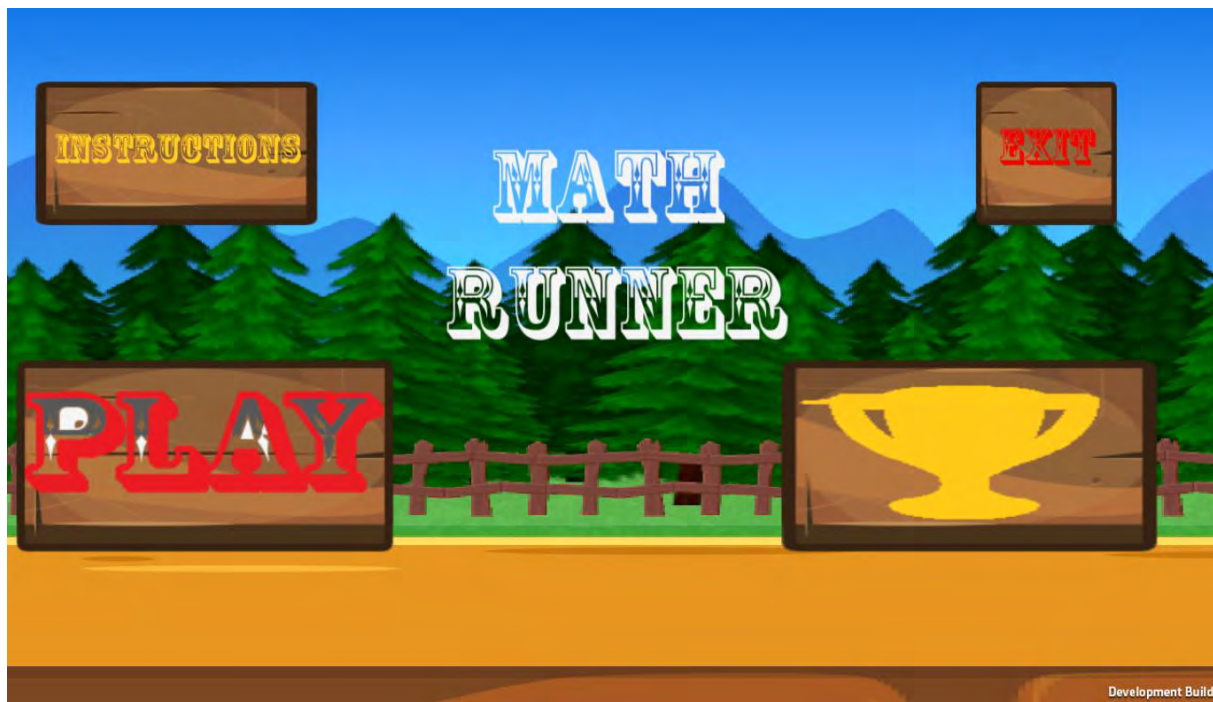
Στο ψηφιακό παιχνίδι “Math Runner” υπάρχει μόνο ένας παίκτης, ο οποίος αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του παιχνιδιού κάνοντας κλικ σε διάφορα σημεία. Το παιχνίδι δεν βασίζεται κατά κύριο λόγο στον ανταγωνισμό αλλά οι παίκτες έχουν την δυνατότητα να γνωρίζουν την εξέλιξη τους αφού μπορούν να βλέπουν τα καλύτερα σκορ που σημειώνονται στο παιχνίδι.

5.6 Ο Κόσμος του Ψηφιακού Παιχνιδιού

Το περιβάλλον του ψηφιακού παιχνιδιού είναι δύο διαστάσεων (2D dimensional game). Ο κόσμος του παιχνιδιού συναρμολογείται με την βοήθεια δύο δισδιάστατων εικόνων φόντου, από τον παίκτη και από άλλα διαδραστικά αντικείμενα όπως είναι τα εμπόδια και ο εχθρός που συναντά κατά την διάρκεια του παιχνιδιού.

5.7 Το Μενού Έναρξης

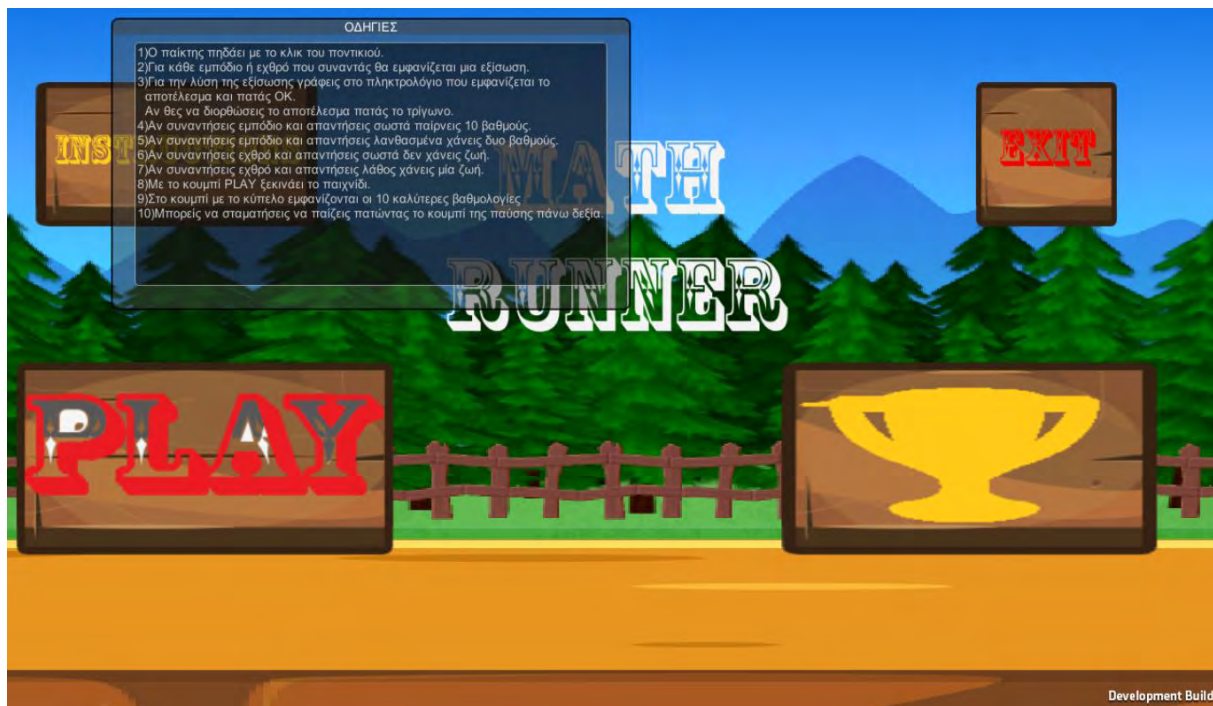
Το μενού έναρξης αποτελεί το κυριότερο σημείο διεπαφής του χρήστη με το παιχνίδι και στόχος του είναι να προσφέρει στον χρήστη όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζεται έτσι ώστε να ξεκινήσει να παίζει. Έχουμε δημιουργήσει μία δισδιάστατη σκηνή η οποία περιέχει ως φόντο δύο κινούμενες εικόνες και το λογότυπο του παιχνιδιού. Για να είναι πιο δυναμικό το αρχικό μας μενού προσθέσαμε και κίνηση στο λογότυπο του παιχνιδιού “Math Runner”. Στην σκηνή υπάρχουν τέσσερα κουμπιά, τα οποία θα επιτελούν τις βασικές λειτουργίες του μενού. Στην Εικόνα 22, παρουσιάζουμε μια προεπισκόπηση του μενού έναρξης του παιχνιδιού.



Εικόνα 22: Η προεπισκόπηση του Μενού Έναρξης

Αναλυτικότερα όσον αφορά τα κουμπιά, το μενού έναρξης του παιχνιδιού διαθέτει:

- **Play Game Button:** Με το κουμπί αυτό ουσιαστικά ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει να παίζει το παιχνίδι. Πιο συγκεκριμένα, το κουμπί Play Game φορτώνει την επόμενη σκηνή, δηλαδή ο παίκτης μεταβαίνει στην σκηνή του παιχνιδιού.
- **Exit Game Button:** Το κουμπί αυτό ευθύνεται για τον τερματισμό της εφαρμογής και με το πάτημά του εκτελείται η μέθοδος `doexit()` (Εικόνα 24).
- **Instructions Button:** Ο χρήστης κάνοντας κλικ στο κουμπί αυτό έρχεται σε επαφή με ένα νέο υποπαράθυρο στο οποίο εμφανίζονται οι βασικές οδηγίες του παιχνιδιού (Εικόνα 23). Έτσι ο χρήστης έχει την δυνατότητα να ενημερωθεί για αυτές καθώς και τον τρόπο που υπολογίζεται το σκορ του κατά την διάρκεια του παιχνιδιού.
- **Scores Button:** Ο χρήστης κάνοντας κλικ στο κουμπί αυτό έρχεται σε επαφή με ένα νέο υποπαράθυρο στο οποίο εμφανίζονται τα δέκα καλύτερα σκορ που έχουν σημειωθεί στο παιχνίδι από τους παίκτες (Εικόνα 25).



Εικόνα 23: Το υποπαράθυρο οδηγιών του παιχνιδιού

```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4
5  public class ExitScript : MonoBehaviour {
6
7      public void doexit() {
8
9          Application.Quit();
10
11     }
12 }
13

```

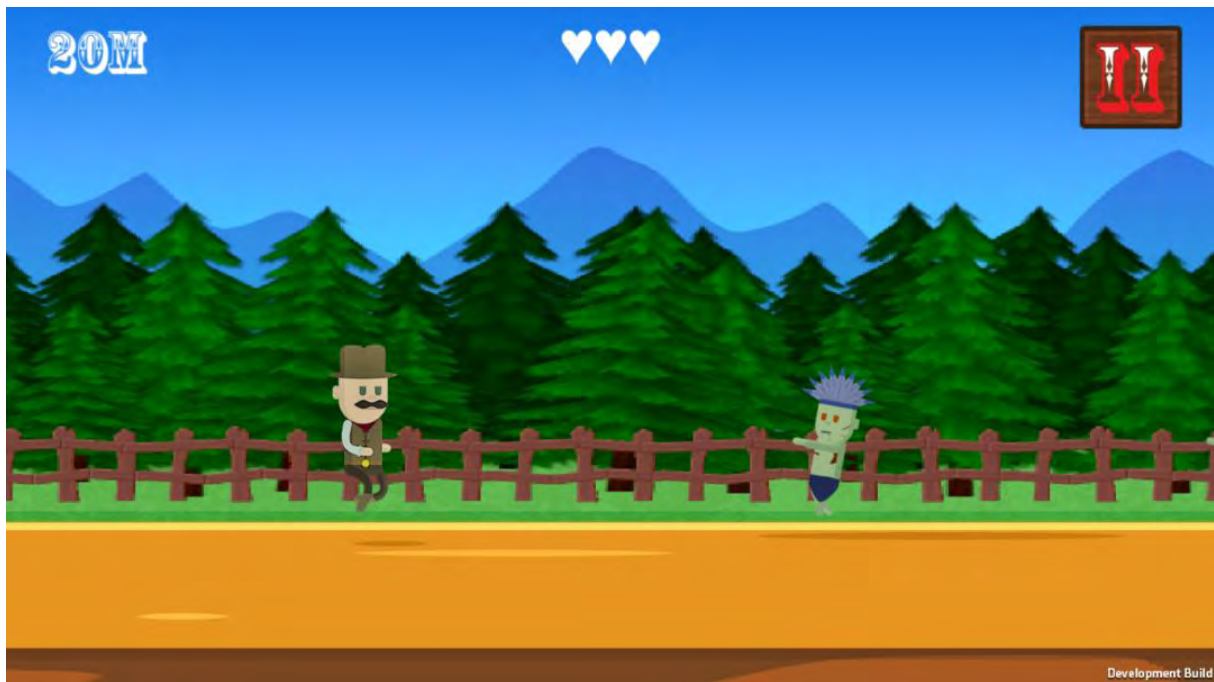
Εικόνα 24: Το Exit Script που εκτελείται με το Exit Button



Εικόνα 25: Το υποπαράθυρο στο οποίο εμφανίζονται τα 10 καλύτερα σκορ του παιχνιδιού

5.8 Η Σκηνή του Παιχνιδιού

Ο χρήστης αποκτά πρόσβαση στην κεντρική σκηνή του παιχνιδιού κάνοντας κλικ στο κουμπί με τίτλο “PLAY” στο αρχικό μενού έναρξης. Η κεντρική σκηνή του παιχνιδιού έχει ως φόντο και πάλι τις δύο κινούμενες εικόνες που υπάρχουν και στο αρχικό μενού έναρξης. Στην Εικόνα 26 παρουσιάζουμε μια προεπισκόπηση της κεντρικής σκηνής του παιχνιδιού.



Εικόνα 26: Η κεντρική σκηνή του παιχνιδιού

Στην κεντρική σκηνή του παιχνιδιού διακρίνουμε στην πάνω αριστερή γωνία την βαθμολογία-σκορ που συγκεντρώνει ο παίκτης καθώς παίζει. Στο κέντρο διακρίνουμε τις ζωές που διαθέτει ο παίκτης κάθε στιγμή και τέλος πάνω δεξιά υπάρχει το κουμπί Pause Game Button, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιήσει ο παίκτης εάν θέλει κάποια στιγμή να σταματήσει να παίζει και να επιστρέψει στο αρχικό μενού έναρξης. Εάν ο χρήστης πατήσει το κουμπί Pause Game εκτελείται η μέθοδος `PauseButton()` (Εικόνα 28) και εμφανίζεται ένα panel που ονομάσαμε `Pause Panel` (Εικόνα 27). Το `PausePanel` διαθέτει δύο κουμπιά τα οποία είναι τα εξής: το πρώτο κουμπί είναι το `Resume Game Button`, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης αν θέλει να επιστρέψει και παιχνίδι και να συνεχίσει από εκεί που σταμάτησε και το δεύτερο κουμπί έχει τίτλο `Menu` και αν το πατήσει ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιστρέψει στο αρχικό μενού έναρξης. Στο `Resume Game Button` εκτελείται η μέθοδος `ResumeGame()` (Εικόνα 29) και στο `Menu Button` εκτελείται η μέθοδος `GoToMenu()` (Εικόνα 30).



Εικόνα 27: Το Pause Panel του παιχνιδιού

```
public void PauseButton() {  
  
    Time.timeScale = 0f;  
    pausePanel.SetActive(true);  
    numberPanel.SetActive(false);  
    restartGameButton.onClick.RemoveAllListeners();  
    restartGameButton.onClick.AddListener(() => ResumeGame());  
  
}
```

Εικόνα 28: Η μέθοδος PauseButton()

```
public void ResumeGame() {  
  
    Time.timeScale = 1f;  
    pausePanel.SetActive(false);  
  
}
```

Εικόνα 29: Η μέθοδος ResumeGame()

```
public void GoToMenu() {  
    Time.timeScale = 1f;  
    UnityEngine.SceneManagement.SceneManager.LoadScene("MainMenu");  
}
```

Εικόνα 30: Η μέθοδος GoToMenu()

5.8.1 Περιγραφή-Storytelling Παιχνιδιού

Στην κεντρική σκηνή του παιχνιδιού ο χρήστης έρχεται σε επαφή με τα τρία βασικά στοιχεία του. Τα στοιχεία αυτά είναι τα εξής:

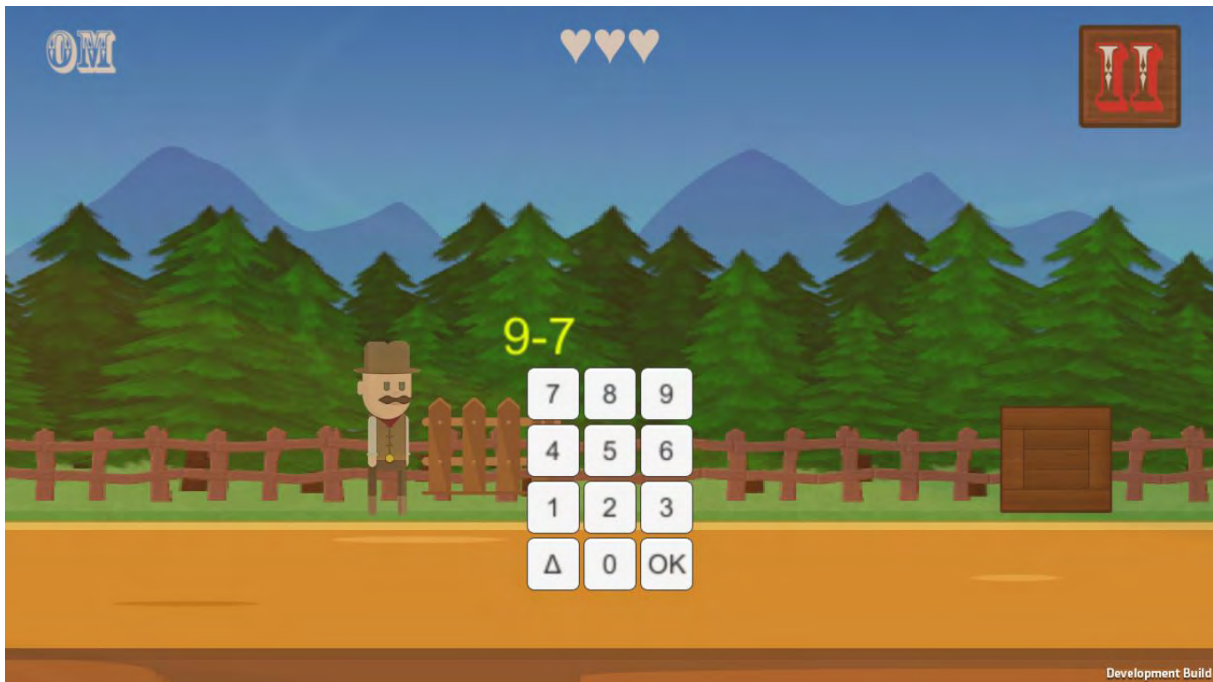
- Ο **παίκτης** του χρήστη.
- Μια πληθώρα από διαφορετικά **εμπόδια** τα οποία εμφανίζονται σταδιακά.
- Ένας **εχθρός** τον οποίο ο παίκτης πρέπει να αποφύγει.

Αρχικά εμφανίζεται ο παίκτης, ο οποίος βρίσκεται εν κινήσει και τρέχει. Ο παίκτης διαθέτει αρχικά τρεις ζωές. Εν συνεχεία εμφανίζονται σταδιακά και με τυχαία σειρά ορισμένα εμπόδια και κάποιοι εχθροί, τα οποία ο παίκτης θα πρέπει να προσπεράσει έτσι ώστε να μπορέσει να συνεχίσει στο παιχνίδι και να μην χάσει. Για να προσπεράσει ο παίκτης τα εμπόδια και τον εχθρό θα πρέπει να καταφέρει να τα υπερπηδήσει. Αν ο παίκτης αποτύχει να προσπεράσει είτε τα εμπόδια είτε τον εχθρό τότε είναι υποχρεωμένος για να συνεχίσει το παιχνίδι του να απαντήσει σωστά σε μια αλγεβρική πράξη που εμφανίζεται στην οθόνη του. Οι αλγεβρικές πράξεις που εμφανίζονται στον παίκτη είναι τυχαίες και στις πράξεις συμπεριλαμβάνονται η πρόσθεση, η αφαίρεση, ο πολλαπλασιασμός και η διαίρεση. Στην περίπτωση που ο παίκτης δεν καταφέρει να προσπεράσει κάποιο εμπόδιο τότε θα πρέπει να λύσει σωστά την αλγεβρική πράξη έτσι ώστε να κερδίσει επιπλέον πόντους. Διαφορετικά, αν δεν επιλύσει σωστά την αλγεβρική πράξη τότε αφαιρούνται πόντοι από το σκορ του. Στην περίπτωση που ο παίκτης βρεθεί αντιμέτωπος κάποιον εχθρό και δεν έχει καταφέρει να τον προσπεράσει με υπερπήδηση τότε θα πρέπει και πάλι να απαντήσει σωστά σε μια αλγεβρική πράξη έτσι ώστε να μπορέσει να συνεχίσει. Αν απαντήσει λανθασμένα τότε χάνει μία ζωή. Εάν ο παίκτης χάσει και τις τρεις ζωές που διαθέτει αρχικά τότε την επόμενη φορά που θα συναντήσει εχθρό και είτε αποτύχει να τον υπερπηδήσει είτε επιλύσει λανθασμένα την αλγεβρική πράξη, θα χάσει οριστικά και το παιχνίδι.

5.9 Τα κύρια στοιχεία του Παιχνιδιού

5.9.1 Αριθμητικό Πλαίσιο Αλγεβρικών Πράξεων

Το αριθμητικό πλαίσιο που εμφανίζεται στον χρήστη όταν πρέπει να επιλύσει μία αλγεβρική πράξη έχει σχεδιαστεί σε έναν καμβά και η λειτουργία του ρυθμίζεται στην κλάση `PlayerAnimation`. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται μια προεπισκόπηση του αριθμητικού πλαισίου.



Εικόνα 31: Το αριθμητικό πλαίσιο πράξεων

Κάθε φορά που ο παίκτης συγκρούεται με έναν εχθρό ή με κάποιο εμπόδιο τότε ο καμβάς ενεργοποιείται και εμφανίζεται. Παράλληλα απενεργοποιείται ο ήχος που έχουμε προσθέσει στον παίκτη ενώ ενεργοποιούνται οι `listeners` όλων των πλήκτρων του αριθμητικού πλαισίου. Επίσης δημιουργείται μια ερώτηση-αριθμητική πράξη με την κλήση της μεθόδου `getQuestion`. Η `getQuestion` επιλέγει δύο τυχαίους αριθμούς και με επίσης τυχαίο τρόπο μία πράξη που εφαρμόζεται μεταξύ των δύο αυτών αριθμών. Αφού σχηματιστεί η ερώτηση και προβληθεί στο αντίστοιχο `textbox`, στη συνέχεια υπολογίζεται με την μέθοδο `correctAnswer` η σωστή απάντηση της αριθμητικής παράστασης.

Ο χρήστης μπορεί τότε να κάνει κλικ στα αριθμητικά πλήκτρα του πλαισίου. Κάθε αριθμός που πληκτρολογείται εμφανίζεται στο `textbox` της απάντησης διαδοχικά. Οι `listeners` για τα αριθμητικά πλήκτρα (0-9) καθορίζονται με την μέθοδο

`addNumberKeyboardListener()` (Εικόνα 32) η οποία καλεί την μέθοδο `_NClick()` (Εικόνα 33) με παράμετρο τον αριθμό που αντιστοιχεί σε κάθε πλήκτρο. Η `_NClick()` προσθέτει τα αριθμητικά ψηφία στο `textbox` της απάντησης. Αν η παράμετρος `_NClick` είναι `R`, δηλαδή έχει γίνει κλικ στο πλήκτρο `R`, τότε τα περιεχόμενα του `textbox` της απάντησης σβήνονται. Αν ο παίκτης κάνει κλικ στο πλήκτρο `OK` τότε εκτελείται μια άλλη μέθοδος `ResumeGame()` (Εικόνα 34) η οποία ελέγχει αν η απάντηση που δόθηκε είναι ίδια με την σωστή που έχει υπολογιστεί με την μέθοδο `correctAnswer()` (Εικόνα 35). Αν η απάντηση είναι ορθή και ο χρήστης είχε συγκρουστεί με κάποιο εμπόδιο τότε προσθέτονται 10 βαθμοί στην επίδοσή του. Αν η απάντηση του ήταν ορθή και είχε συγκρουστεί με εχθρό τότε δεν υφίσταται κάποια μεταβολή στο πλήθος των ευκαιριών που έχει να κάνει σφάλμα. Αντίθετα αν η απάντηση είναι λανθασμένη και είχε συγκρουστεί με εμπόδιο τότε ο χρήστης χάνει από την επίδοσή του 2 βαθμούς. Αν η απάντηση του είναι λανθασμένη και είχε συγκρουστεί με εχθρό τότε το πλήθος των ευκαιριών που διαθέτει ο χρήστης για να κάνει σφάλμα μειώνεται κατά 1. Σε κάθε περίπτωση το αντικείμενο με το οποίο συγκρούστηκε καταστρέφεται ενώ η εκτέλεση του παιχνιδιού συνεχίζεται.

```

void addNumberKeyboardListener() {
    _0.onClick.RemoveAllListeners();
    _0.onClick.AddListener(() => _NClick("0"));

    _1.onClick.RemoveAllListeners();
    _1.onClick.AddListener(() => _NClick("1"));

    _2.onClick.RemoveAllListeners();
    _2.onClick.AddListener(() => _NClick("2"));

    _3.onClick.RemoveAllListeners();
    _3.onClick.AddListener(() => _NClick("3"));

    _4.onClick.RemoveAllListeners();
    _4.onClick.AddListener(() => _NClick("4"));

    _5.onClick.RemoveAllListeners();
    _5.onClick.AddListener(() => _NClick("5"));

    _6.onClick.RemoveAllListeners();
    _6.onClick.AddListener(() => _NClick("6"));

    _7.onClick.RemoveAllListeners();
    _7.onClick.AddListener(() => _NClick("7"));

    _8.onClick.RemoveAllListeners();
    _8.onClick.AddListener(() => _NClick("8"));

    _9.onClick.RemoveAllListeners();
    _9.onClick.AddListener(() => _NClick("9"));

    _R.onClick.RemoveAllListeners();
    _R.onClick.AddListener(() => _NClick("R"));
}

```

Εικόνα 32: Η μέθοδος `addNumberKeyboardListener()`

```

void _NClick(string n) {
    if (n != "R") {
        answerText.text = answerText.text + n;
    }
    else {
        answerText.text = "";
    }
}

```

Εικόνα 33: Η μέθοδος `_NClick()`

```

public void ResumeGame(Collision2D target) {
    if (correctAnswer(pauseText.text) == int.Parse(answerText.text)) {
        if (target.gameObject.tag == "Enemy") {

            audioSigh.Play();
            int lives = livesText.text.Length;
            livesText.text = "";
            for (int i = 0; i < lives; i++) {
                char heart = '♥';
                livesText.text += heart.ToString();
            }
        }
        else {
            audioSuccess.Play(0);
            score += 10;
        }
    }
    else {
        if (target.gameObject.tag == "Enemy") {

            audioDie.Play(0);
            int lives = livesText.text.Length;
            lives--;
            livesText.text = "";
            for (int i = 0; i < lives; i++) {
                char heart = '♥';
                livesText.text += heart.ToString();
            }
        }
        else {
            audioFailure.Play(0);
            score -= 2;
        }
    }
    scoreText.text = score + "M";
    Destroy(target.gameObject);
    Time.timeScale = 1f;
    pausePanel.SetActive(false);
    numberPanel.SetActive(false);
    audioSteps.UnPause();
}
}

```

Εικόνα 34: Η μέθοδος ResumeGame() - 2

```

int correctAnswer(string s) {
    int k = 0;

    string[] A;
    if (s.Contains("+")) {
        A = s.Split('+');
        k = int.Parse(A[0]) + int.Parse(A[1]);
    }
    if (s.Contains("-")) {
        A = s.Split('-');
        k = int.Parse(A[0]) - int.Parse(A[1]);
    }
    if (s.Contains("X")) {
        A = s.Split('X');
        k = int.Parse(A[0]) * int.Parse(A[1]);
    }
    if (s.Contains(":")) {
        A = s.Split(':');
        k = int.Parse(A[0]) / int.Parse(A[1]);
    }
    return k;
}

```

Εικόνα 35: Η μέθοδος correctAnswer()

5.9.2 Διατήρηση των υψηλότερων σκορ

Η διατήρηση των 10 καλύτερων επιδόσεων για το παιχνίδι γίνεται σε επίπεδο εγκατάστασης της εφαρμογής σε συσκευή. Για κάθε εγκατάσταση διατηρείται μια ταξινομημένη λίστα με τις καλύτερες επιδόσεις που σημειώθηκαν στο παιχνίδι από την μεγαλύτερη προς την μικρότερη. Στην ουσία δημιουργείται μια βάση δεδομένων στο μηχάνημα που εγκαθίσταται η εφαρμογή.

Η υλοποίηση αυτής της λίστας έγινε με την χρήση των μεταβλητών PlayerPrefs. Το Unity δίνει την δυνατότητα του προσδιορισμού καθολικών μεταβλητών για κάθε εγκατάσταση του παιχνιδιού. Οι τιμές των μεταβλητών αυτών μπορούν να τροποποιηθούν κατά την διάρκεια εκτέλεσης της εφαρμογής. Με τον τερματισμό λειτουργίας της εφαρμογής οι τιμές αυτές δεν χάνονται, αλλά είναι και πάλι διαθέσιμες αναλλοίωτες μετά την επανεκκίνηση της εφαρμογής.

Στην παρούσα εφαρμογή δημιουργήθηκαν 10 τέτοιες μεταβλητές με όνομα High<x>, όπου x είναι ο αύξων αριθμός της μεγαλύτερης επίδοσης. Πιο συγκεκριμένα, αυτό σημαίνει ότι η μέγιστη επίδοση που έχει επιτευχθεί για την τρέχουσα εγκατάσταση

της εφαρμογής αποθηκεύεται στην μεταβλητή High1, η δεύτερη μεγαλύτερη στην μεταβλητή High2 κ.ο.κ.

Όταν ένα παιχνίδι ολοκληρώνεται γίνεται έλεγχος για το αν θα πρέπει η επίδοση να καταγραφεί σε κάποια από τις προαναφερθείσες μεταβλητές. Αυτό το γεγονός υλοποιείται στην μέθοδο GameOver() (Εικόνα 36). Η τρέχουσα επίδοση καταχωρείται στην μεταβλητή s. Η τιμή της μεταβλητής s συγκρίνεται με την τιμή της μεταβλητής High1. Αν είναι μεγαλύτερη ή ίση τότε οι μεταβλητές ανταλλάσσουν τις τιμές τους και η σύγκριση γίνεται πλέον μεταξύ της νέας τιμής του s και της High2. Οι συγκρίσεις εκτελούνται μέχρι να ελεγχθούν και οι 10 PlayerPrefs μεταβλητές. Όταν σε κάποια από τις συγκρίσεις βρεθεί ότι το s είναι μικρότερο από την PlayerPrefs μεταβλητή με την οποία συγκρίνεται τότε απλά ο βρόχος συνεχίζεται στην επόμενη επανάληψη του. Αν σε κάποια επανάληψη του βρόχου διαπιστωθεί ότι δεν έχει καταχωρηθεί η αντίστοιχη τιμή του High<x> (την πρώτη φορά που εκτελείται η εφαρμογή μετά την εγκατάσταση της) τότε πριν γίνει η σύγκριση λαμβάνει την τιμή 0 μέσω της εντολής `int current = PlayerPrefs.GetInt(hs,0)`.

```
void GameOver() {  
    int i;  
    int s = int.Parse(scoreText.text.Replace("M", ""));  
    for (i = 0; i < 10; i++) {  
        string hs = "High" + i;  
        int current = PlayerPrefs.GetInt(hs, 0);  
        if (s >= current) {  
            int temp = s;  
            s = current;  
            PlayerPrefs.SetInt(hs, temp);  
        }  
    }  
}
```

Εικόνα 36: Η μέθοδος GameOver()

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Επίλογος

6.1 Συμπεράσματα

Τα σχολεία και τα πανεπιστήμια αρχίζουν να υιοθετούν ανοιχτά μεθόδους μάθησης βασισμένες στο παιχνίδι για τους μαθητές τους. Αρχίζουν να συνειδητοποιούν τα οφέλη της μάθησης μέσω ψηφιακών παιχνιδιών (gamified learning). Επίσης, οι εταιρείες βρίσκουν πιο αποτελεσματική αυτή τη μέθοδο εκπαίδευσης των εργαζομένων τους από τις παραδοσιακές μεθόδους.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία ασχοληθήκαμε με την σχεδίαση και ανάπτυξη ενός σοβαρού ψηφιακού παιχνιδιού (serious game), με όνομα “Math Runner”, κάνοντας χρήση της μηχανής παιχνιδιών Unity Game Engine. Το παιχνίδι που κατασκευάσαμε εκτός από ψυχαγωγικό χαρακτήρα αποτελεί και ένα εργαλείο μάθησης στα χέρια των εκπαιδευτικών. Η εφαρμογή εντάσσεται στα πλαίσια της εκπαίδευσης STEM, απευθύνεται σε μαθητές Δημοτικού και στόχος μας είναι η εξοικείωση των μαθητών με τα Μαθηματικά και πιο συγκεκριμένα με τις βασικές αλγεβρικές πράξεις, δηλαδή την πρόσθεση, την αφαίρεση, τον πολλαπλασιασμό και την διαίρεση.

Η ιδέα και στόχος μας ήταν το παιχνίδι να διαθέτει ένα φιλικό, χαρούμενο και κατανοητό περιβάλλον με σκοπό την εύκολη χρήση του από τα παιδιά. Η εφαρμογή διαθέτει μια πληθώρα από χαρακτηριστικά που σκοπό έχουν να τραβήξουν το ενδιαφέρον των παιδιών-μαθητών του Δημοτικού. Μέσα σε αυτά τα χαρακτηριστικά ανήκουν τα ηχητικά εφέ, εικόνες και παράθυρα που αναδύονται κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού με στόχο να δημιουργήσουν και να εντείνουν τον ενθουσιασμό και την συμμετοχή των μαθητών. Τα παιδιά σήμερα μεγαλώνουν σε έναν «ψηφιακό κόσμο» και αποκτούν από μικρή ηλικία ιδιαίτερη οικειότητα με τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα. Έτσι είναι εμφανές ότι θα μπορέσουν με ευκολία να διαχειριστούν το παιχνίδι μας μιας και έχει σχεδιαστεί με γνώμονα να είναι εύχρηστο στους μαθητές. Παράλληλα, ο βαθμός δυσκολίας του παιχνιδιού έχει σχεδιαστεί κατάλληλα έτσι ώστε να μην απωθεί τους μαθητές από το να παίξουν αλλά ταυτόχρονα να επιτελεί και τον εκπαιδευτικό του σκοπό, δηλαδή να προσφέρει στους μαθητές γνώσεις.

6.2 Βελτιώσεις και Μελλοντικά Σχέδια

Όσον αφορά τις βελτιώσεις που επιδέχεται η εφαρμογή, αυτές μπορούν να διαχωριστούν σε δύο διαφορετικές κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά κυρίως τις πρακτικές βελτιώσεις που έχουν σχέση με τεχνικά θέματα ως προς την εκτέλεση και την εμφάνιση του παιχνιδιού και η δεύτερη κατηγορία αφορά βελτιώσεις που πηγάζουν από την ανατροφοδότηση των χρηστών της εφαρμογής.

Αναφορικά με τις πρακτικές βελτιώσεις, σχεδιάζουμε την προσθήκη επιπέδων (levels) στην εφαρμογή τα οποία δίνουν ένα επιπρόσθετο κίνητρο στον χρήστη να συνεχίσει να ασχολείται με το παιχνίδι και ταυτόχρονα παρατείνεται η διάρκεια ζωής του ίδιου του παιχνιδιού. Επιπλέον, η βάση δεδομένων θα εμπλουτιστεί και με περισσότερα στοιχεία των χρηστών που διατηρούν τα πιο υψηλά σκορ. Μία τέτοιου είδους προσθήκη θα κρατούσε το ενδιαφέρον των παιδιών αμείωτο διότι θα τους έδινε την δυνατότητα να παίζουν και να συγκρίνουν με πιο άμεσο τρόπο τα αποτελέσματά τους με τους συμμαθητές τους δημιουργώντας έτσι ευγενή συναγωνισμό μεταξύ τους. Επιπρόσθετα, στα κοντινά μελλοντικά μας σχέδια βρίσκεται και η δημιουργία ενός υποσυστήματος πιο άμεσης επιβράβευσης του παίχτη. Ως επιβράβευση ο χρήστης θα μπορούσε να αποκτά επιπλέον χαρακτηριστικά και δυνατότητες μέσα στο παιχνίδι όπως για παράδειγμα να αποκτήσει την δυνατότητα να κάνει διπλό άλμα ή κυβίσθηση.

Η ανατροφοδότηση από τους χρήστες της εφαρμογής θα πρέπει να ληφθεί μέσω πιλοτικής λειτουργίας της εφαρμογής σε τάξεις Δημοτικού σχολείου. Η δημιουργία ενός ερωτηματολογίου και οι απαντήσεις που θα δώσουν οι ίδιοι οι μαθητές που κάνουν χρήση του παιχνιδιού θα συμβάλλουν σε μια ενδεχόμενη βελτιστοποίηση της εφαρμογής. Μέσα από το ερωτηματολόγιο θα αντλήσουμε πληροφορίες για το αν οι μαθητές βρήκαν το εκπαιδευτικό παιχνίδι που δημιουργήσαμε αρκετά διασκεδαστικό και αν μέσα από το παιχνίδι εξασκήθηκαν στα Μαθηματικά, βελτιώθηκαν και απέκτησαν περαιτέρω γνώσεις. Με γνώμονα αυτά τα δεδομένα που θα συλλέξουμε, θα είμαστε σε θέση να ελέγξουμε σε ποιο βαθμό έχουμε καταφέρει να συνδυάσουμε την έννοια της ψυχαγωγίας με την μάθηση που αποτελεί και τον βασικό στόχο της εφαρμογής μας. Στηριζόμενοι σε αυτά τα δεδομένα είναι πιθανό να υπάρξουν περαιτέρω προσθήκες στην εφαρμογή μας και βελτιώσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Marchand A. & Hennig-Thurau T., “Value Creation in the Video Game Industry: Industry Economics, Consumer Benefits, and Research Opportunities”, Journal of Interactive Marketing, vol.27, 2013, p. 141-157, Retrieved from:

<https://doi.org/10.1016/j.intmar.2013.05.001>

[2] Granic I., Lobel A. & Engels R. C. M. E., “The Benefits of Playing Video Games”, American Psychologist, vol.69(1), Jan 2014, p. 66-78, Retrieved from:

<http://dx.doi.org/10.1037/a0034857>

[3] Sanders M., “STEM, STEM Education, STEMmania”, The Technology Teacher, 2009, p. 20-26, Retrieved from:

<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[4] Morrison J., “Attributes of STEM Education The Student The Academy The Classroom”, 2006, Retrieved from:

https://www.partnersforpubliced.org/uploadedFiles/TeachingandLearning/Career_and_Technical_Education/Attributes%20of%20STEM%20Education%20with%20Cover%20%20.pdf

[5] PISA – Programme for International Student Assessment, Available:

<http://www.oecd.org/pisa/>

[6] Ευρωπαϊκή Πολιτική Συνεργασία (πλαίσιο EK2020), Available:

https://ec.europa.eu/education/policies/european-policy-cooperation/et2020-framework_el

[7] Abt, “C.C Serious Games”, Viking, New York, 1970

[8] Djaouti D., Alvarez J., Jessel J., “Classifying serious games: The G/P/S model”, 2012, Retrieved from:

http://www.ludoscience.com/files/ressources/classifying_serious_games.pdf

[9] Zyda M., “From visual simulation to virtual reality to games”, 2005, Retrieved from:

<http://ja.games.free.fr/These/Articles:Fiches:Interviews:Mémoires:Textes/Serious%20Games/Zyda-IEEE-Computer-Sept2005.pdf>

[10] Susi T., Johannesson M., Backlund P., “Serious Games – An Overview”, 2007, Retrieved from:

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:2416/FULLTEXT01.pdf>

[11] Sawyer B., Smith P., “Serious Game Taxonomy”, 2008

[12] Michael D., Chen S., “Serious Games: Games that Educate, Train, Inform”, 2005

[13] Nah F.FH., Zeng Q., Telaprolu V.R., Ayyappa A.P., Eschenbrenner B., “Gamification of Education: A Review of Literature”, In Nah F.FH. (eds) HCI in Bussiness. HCIB 2014, Lecture Notes in Computer Science, vol 8527, Springer, Cham, 2014, Retrieved from:

https://doi.org/10.1007/978-3-319-07293-7_39

[14] Barata G., Gama S., Jorge J., Goncalves D., “Engaging Engineering Students with Gamification”, In: 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, p. 1-8, 2013, Retrieved from:

https://www.researchgate.net/publication/259821679_Engaging_Engineering_Students_with_Gamification

[15] Berkling K., Thomas C., “Gamification of a Software Engineering Course”, In: International Conference on Interactive Collaborative Learning, p. 525-530, 2013, Retrieved from:

http://www.vksi.de/wp-content/uploads/2015/01/gamification_ICL_BerklingFullPaper.pdf

[16] de Freitas A.A., de Freitas M.M., “Classroom Live: A Software-assisted Gamification Tool”, Computer Science Education, p. 186-206, 2013, Retrieved from:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08993408.2013.780449>

[17] Gibson D., Ostashewski N., Flintoff K., Grant S., Knight E., “Digital Badges in Education”, Education and Information Technology, Springer, 2013, Retrieved from:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-013-9291-7>

[18] Kapp K.M., "Games, Gamification and the Quest for Learner Engagement", Training and Development, p. 64-68, 2012, Retrieved from:

https://www.researchgate.net/publication/291676296_Games_gamification_and_the_quest_for_learner_engagement

[19] Γ. Κουτρομάνος, Κ. Νικολοπούλου, «Διερεύνηση Χρήσης Ψηφιακών Παιχνιδιών από Μαθητές/τριες Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης», Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, 3(2), 97-112, 2010, Retrieved from:

<http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete/article/view/88/61>

[20] Ε.Φωκίδης, Γ. Παχίδης, «Ψηφιακά Εκπαιδευτικά Παιχνίδια, Μαθηματικά και Μαθητές Δημοτικού. Αποτελέσματα από πιλοτικό πρόγραμμα», Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία, vol.13, no 2, 77-96, 2017, Retrieved from:

https://www.researchgate.net/publication/322442032_Psephiaka_ekpaideutika_paichnidia_mathematika_kai_mathetes_tou_demotikou_Apotelesmata_apo_pilotiko_programma

[21] Κωστήνος Δ., «Διδασκαλία των Μαθηματικών: χθες και σήμερα», Ανοικτή Εκπαίδευση: Το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία, 8(1), 44-52, 2012, Retrieved from:

<https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/openjournal/article/view/9784>

[22] Σκουμπουρδή Χ., Καλαβάσης Φ., «Σχεδιασμός ένταξης του παιχνιδιού στη μαθηματική εκπαίδευση για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία», Θέματα Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, 137-156, 2007, Retrieved from:

https://www.researchgate.net/publication/262560717_Skoumpourde_CH_Kalabases_PH_2007_Schediasmos_entaxes_tou_paichnidiou_ste_mathematike_ekpaideuse_gia_ten_proscholike_kai_prote_scholike_elikia_Sto_PH_Kalabases_A_Kontakos_epim_Themata_Ekpaideutikou_Sch

[23] Sherrod A., "Ultimate 3D Game Engines Design & Architecture", Charles River Media, 2007

[24] Unity 3D, “Unity features”, 2019 [online], Retrieved from:

<https://unity3d.com/unity/features/multiplatform>

[25] Unity 3D, “Unity – Release notes”, 2019 [online], Retrieved from:

<https://unity3d.com/unity/whats-new/2018.3.1>

[26] Unity 3D, “Unity – Public Relations”, 2019 [online], Retrieved from:

<https://unity3d.com/public-relations>

[27] Unity 3D, “Unity – Programming in Unity”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://unity3d.com/programming-in-unity>

[28] Unity 3D, “Unity – Games made with Unity”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://unity3d.com/games-made-with-unity>

[29] Unity Store, “Unity - Store”, 2019 [online] Retrieved from:

https://store.unity.com/?_ga=2.19071676.568719104.1547507125-2062819806.1543745343

[30] “Unity – The Scene View”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/UsingTheSceneView.html>

[31] “Unity – The Game View”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/GameView.html>

[32] “Unity – The Hierarchy Window”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/Hierarchy.html>

[33] “Unity – The Project Window”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/ProjectView.html>

[34] “Unity – The Inspector Window”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/UsingTheInspector.html>

[35] “Unity – Console Window”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/Console.html>

[36] “Unity – Animation Window Guide”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/AnimationEditorGuide.html>

[37] “Unity – The Animator Window”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/AnimatorWindow.html>

[38] “Unity – Prefabs”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/Prefabs.html>

[39] “Unity – Scripting API: Transform”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Transform.html>

[40] “Unity - Scripting API: Collider”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Collider.html>

[41] “Unity – Manual: Rigidbody”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/class-Rigidbody.html>

[42] “Unity - Canvas”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/UICanvas.html>

[43] “Unity - Button”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/script-Button.html>

[44] “Unity - Text”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/UI.Text.html>

[45] “Unity – Build Settings”, 2019 [online] Retrieved from:

<https://docs.unity3d.com/Manual/BuildSettings.html>

[46] Φωτόδενδρο-Εθνικός Συσσωρευτής Εκπαιδευτικού Περιεχομένου, 2019 [online]

Retrieved from: <http://photodentro.edu.gr/aggregator/>

