

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Παιδαγωγικό Παιχνίδι και Παιδαγωγικό Υλικό στην Πρώτη Παιδική Ηλικία»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΟΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗ
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΔΕΚΑΔΙΚΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ»

ΒΙΛΛΑ ANNA ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΒΟΛΟΣ 2016

1ος Επιβλέπων: Καρασαββίδης Ηλίας, Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΠΕ/ΠΘ

1^{ος} Συνεπιβλέπων: Τριανταφυλλίδης Τριαντάφυλλος, Αναπληρωτής Καθηγητής,
ΠΤΔΕ/ΠΘ

2^{ος} Συνεπιβλέπων: Κόλλιας Βασίλης, Επίκουρος Καθηγητής, ΠΤΔΕ/ΠΘ

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	6
Περίληψη.....	7
Abstract.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΠΑΙΧΝΙΔΙ.....	10
1.1. Ορισμός.....	10
1.2. Βασικά χαρακτηριστικά των παιχνιδιών.....	11
1.3. Ο ρόλος του παιχνιδιού.....	11
1.4. Παιχνίδι και μάθηση.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΨΗΦΙΑΚΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ.....	13
2.1. Ορισμός.....	13
2.2. Δομικοί παράγοντες και χαρακτηριστικά ψηφιακών παιχνιδιών.....	13
2.3. Κατηγοριοποίηση παιχνιδιών.....	14
2.3.1. Παιχνίδια Δράσης.....	14
2.3.2. Παιχνίδια Περιπέτειας.....	15
2.3.3. Παιχνίδια Στρατηγικής.....	15
2.3.4. Παιχνίδια Γρίφων.....	16
2.3.5. Παιχνίδια Προσομοίωσης.....	16
2.3.6. Μαζικά διαδικτυακά παιχνίδια πολλών παικτών.....	16
2.3.7. Παιχνίδια Ρόλων.....	17
2.3.8. Παιχνίδια Μάχης.....	17

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΨΗΦΙΑΚΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	18
3.1. Χαρακτηριστικά που καθιστούν ένα ψηφιακό παιχνίδι αποτελεσματικό και ελκυστικό.....	18
3.2. Σοβαρό Ψηφιακό Παιχνίδι.....	24
3.2.1. Ορισμός.....	24
3.2.2. Σοβαρά ψηφιακά παιχνίδια και μάθηση.....	25
3.3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τα ψηφιακά παιχνίδια με θέμα τους δεκαδικούς αριθμούς.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΕΚΑΔΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ.....	32
4.1. Δυσκολίες στην κατανόηση των δεκαδικών αριθμών και συχνές αιτίες παρανοήσεων.....	32
4.2. Η ενδεδειγμένη προσέγγιση για τη διδασκαλία των δεκαδικών αριθμών.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΟΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ.....	37
5.1. Στάδια ανάπτυξης ενός Ψηφιακού παιχνιδιού.....	37
5.2. Μοντέλο IGENAC.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ.....	41
6.1. Γενικά στοιχεία για το παιχνίδι.....	41
6.1.1. Σενάριο.....	41
6.1.2. Σκοπός.....	41
6.1.3. Μαθησιακό Περιεχόμενο.....	42
6.1.4. Χαρακτήρες.....	42

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΟΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΔΕΚΑΔΙΚΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ	4
6.1.5. Προοπτική.....	43
6.1.6. Διεπαφή.....	43
6.2. Αναλυτική περιγραφή σεναρίου.....	43
6.2.1. Μηχανισμός.....	43
6.2.2. Συστατικοί κανόνες.....	44
6.2.3. Εισαγωγή.....	44
6.2.3.1. Λειτουργικοί κανόνες.....	44
6.2.3.2. Σχεδιασμός εισαγωγής.....	44
6.2.4. 1 ^ο Επίπεδο.....	45
6.2.4.1. Εμπόδια και μέσα.....	46
6.2.4.2. Λειτουργικοί κανόνες.....	46
6.2.4.3. Σχεδιασμός 1 ^{ου} επιπέδου.....	47
6.2.5. 2 ^ο Επίπεδο.....	51
6.2.5.1. Εμπόδια και μέσα.....	51
6.2.5.2. Λειτουργικοί κανόνες.....	51
6.2.5.3. Σχεδιασμός 2 ^{ου} επιπέδου.....	55
6.2.6. 3 ^ο Επίπεδο.....	60
6.2.6.1. Εμπόδια και μέσα.....	60
6.2.6.2. Λειτουργικοί κανόνες.....	61
6.2.6.3. Σχεδιασμό 3 ^{ου} επιπέδου.....	62
6.3. Ενσωμάτωση Μηχανισμού με Μαθησιακό Περιεχόμενο.....	65
6.4. Αναμενόμενη συνεισφορά.....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ.....	69
7.1. Λογισμικό ανάπτυξης.....	69

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΟΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΔΕΚΑΔΙΚΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ	5
7.2. Πόροι.....	70
7.3. Παραχθέν υλικό.....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ.....	72
8.1. Μέθοδος.....	72
8.1.1. Συμμετέχοντες.....	72
8.1.2. Εργαλεία και υλικό.....	72
8.2. Διαδικασία.....	75
8.3. Αποτελέσματα.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	98
Βιβλιογραφικές παραπομπές.....	102
Παραρτήματα.....	108

Ευχαριστίες

Θα ήθελα αν ευχαριστήσω τους επιβλέποντες καθηγητές μου, τον κύριο Ηλία Καρασαββίδη και τον κύριο Τριαντάφυλλο Τριανταφυλλίδη για την καθοδήγηση και την υποστήριξη που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου. Για τη δημιουργία του ψηφιακού παιχνιδιού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής, ήταν απαραίτητες οι γνώσεις τόσο για την κατασκευή ψηφιακού παιχνιδιού, όσο και για τη διδασκαλία των Μαθηματικών. Οπότε, ήταν πολύ σημαντική η συνεισφορά τους, ειδικά στην αρχική δύσκολη φάση του σχεδιασμού του ψηφιακού παιχνιδιού.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η σχεδίαση, ανάπτυξη και η πιλοτική εφαρμογή ενός σοβαρού παιχνιδιού για τη διδασκαλία των δεκαδικών αριθμών. Τα σοβαρά ψηφιακά παιχνίδια αποτελούν ένα σύνθετο είδος ψηφιακών παιχνιδιών, καθώς συνδυάζουν το στοιχείο της ψυχαγωγίας με αυτό της μάθησης. Πιο συγκεκριμένα, στον σχεδιασμό τους ενσωματώνουν διάφορες αρχές μάθησης, έτσι ώστε να είναι αποτελεσματικά όσον αφορά το κομμάτι της μάθησης. Το ολιστικό μοντέλο σχεδιασμού IGENAC είναι αυτό που επιλέχθηκε για τον σχεδιασμό του παρόντος ψηφιακού παιχνιδιού. Η θεματική ενότητα στην οποία αναφέρεται το συγκεκριμένο παιχνίδι, είναι οι δεκαδικοί αριθμοί. Οι δεκαδικοί αριθμοί επιλέχθηκαν διότι αποτελούν ένα πολύ απαιτητικό κομμάτι των Μαθηματικών, το οποίο έχει αποδειχτεί μέσα από έρευνες ότι δυσκολεύει ακόμη και τους ενήλικες. Οπότε, με αυτή τη νέα προσέγγιση στη διδασκαλία των δεκαδικών αριθμών, έγινε προσπάθεια να εξαλειφθούν οι παρανοήσεις όσον αφορά την αξία θέσης ψηφίου, την πυκνότητα, την ποσότητα και τις σχέσεις ανάμεσα στους δεκαδικούς αριθμούς. Μέσα στο παιχνίδι, τα παιδιά εκτελούν διάφορες δραστηριότητες, όπου υπάρχουν και οπτικές αναπαραστάσεις των δεκαδικών αριθμών, σκοπός των οποίων είναι να βοηθήσουν τα παιδιά να τους κατανοήσουν καλύτερα. Μόλις ολοκληρώθηκε η ανάπτυξη του ψηφιακού παιχνιδιού, ακολούθησε μία πιλοτική εφαρμογή σε έξι μαθητές της ΣΤ΄ Δημοτικού, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο ήταν εύκολο στον χειρισμό, αλλά και κατά πόσο προέκυψαν μαθησιακά αποτελέσματα μέσα από αυτό. Το παιχνίδι φάνηκε σχετικά εύκολο στον χειρισμό και σχεδόν όλοι οι μαθητές κατάφεραν να το τερματίσουν χωρίς βοήθεια. Όσον αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα, δεν καταγράφηκε ιδιαίτερη πρόοδος σε κανέναν από τους μαθητές. Στο μέλλον, μετά την ανάπτυξη όλων των επιπέδων του παιχνιδιού, θα μπορούσε να διεξαχθεί μια έρευνα με

μεγαλύτερο δείγμα παιδιών, περισσότερα εργαλεία, αλλά και ατομική συνέντευξη με κάθε μαθητή, για να αναδειχθεί καλύτερα η επίδραση που έχει στους μαθητές όσον αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Abstract

The aim of this thesis is the design, the development and the pilot application of a serious game for teaching decimal numbers. Serious games are a composite type digital games, as they combine the element of entertainment with that of learning. More specifically, in their design they embody various principles of learning, so as to be effective as regards to their learning content. The holistic model IGENAC has been chosen for the design of this digital game. The module which this game refers to, is that of decimal numbers. Decimal numbers were chosen because they are a very demanding section in Mathematics, and it has been proven through research that they are difficult even for adults. So, with this new approach for teaching decimal numbers, there was an attempt to eliminate any misunderstanding about place value, density, quantity and relationships between decimals. Within the game, the children can perform various tasks which include visual representations of decimal numbers, whose purpose is to help children understand decimals better. After the development of the digital game, a pilot application with six students who attended the 6th Grade followed, to determine whether it was easy to handle, and whether it resulted to any learning outcomes. The game seemed relatively easy to handle and almost every student managed to finish it without assistance. Regarding the learning outcomes, no progress was recorded in any of the students. In the future, after the development of all the levels of the game, another research could take place with a larger sample of children, more materials and an individual interview with each student, in order to better highlight the effect it has on students in terms of learning outcomes.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΑΙΧΝΙΔΙ

Σε αυτό το κεφάλαιο αρχικά θα οριστεί ο όρος «παιχνίδι» και στη συνέχεια θα παρουσιαστεί ο ρόλος του παιχνιδιού και η σχέση του με τη μάθηση.

1.1. Ορισμός

Το παιχνίδι, άρχισε να αποτελεί αντικείμενο έρευνας σχετικά πρόσφατα, χάρη στο πρωτοποριακό έργο του J. Huizinga. Σύμφωνα με τον Huizinga (2014), το παιχνίδι δεν είναι «σοβαρό» και η σημαντικότερη πτυχή του είναι η διασκέδαση. Ωστόσο επεσήμανε κι άλλα πέντε χαρακτηριστικά του: i) αποτελεί μία δραστηριότητα στην οποία συμμετέχουμε ελεύθερα και με τη θέλησή μας, ii) διαφέρει από τη «συνηθισμένη» ή «αληθινή» ζωή, iii) διακρίνεται από αυτήν ως προς την τοποθεσία και τη διάρκεια, iv) είναι οργανωμένο, έχει πάντα κανόνες και v) δεν στοχεύει σε υλικά οφέλη, ούτε υπηρετεί κάποιο συμφέρον.

Αργότερα, ο Caillois (2006), υποστήριξε ότι ενώ μέσα από το έργο του Huizinga επισημάνθηκε η σημασία του παιχνιδιού για την ανάπτυξη του πολιτισμού, υπήρχαν αρκετά κενά όσον αφορά την ίδια την έννοια του παιχνιδιού, αφού είχε συμπεριλάβει σε αυτήν μόνο το ανταγωνιστικό παιχνίδι. Επιπρόσθετα, ο Caillois (2006) προχώρησε και σε μία κατηγοριοποίηση για τις μορφές του παιχνιδιού, αφού διέκρινε το παιχνίδι με τον όρο «play», που είναι πιο ελεύθερο από το παιχνίδι με τον όρο «game», το οποίο είναι πιο οργανωμένο, οριοθετημένο και με κανόνες.

Ο ορισμός που θα υιοθετηθεί στα πλαίσια αυτής της εργασίας είναι ο εξής: “το παιχνίδι είναι ένα σύστημα όπου οι παίκτες συμμετέχουν σε μια τεχνητή σύγκρουση, η οποία οριοθετείται από κανόνες, και καταλήγει σε ένα μετρήσιμο αποτέλεσμα” (Salen and Zimmerman, 2004, σελ. 80).

1.2. Βασικά χαρακτηριστικά των παιχνιδιών

Σύμφωνα με την Garvey (1990, σ.σ.13-14), τα κύρια χαρακτηριστικά του παιχνιδιού είναι τα εξής:

- Το παιχνίδι είναι ευχάριστο, διασκεδαστικό και έχει θετική αντιμετώπιση από αυτόν που παίζει.
- Το παιχνίδι έχει συγκεκριμένους στόχους και οι παίκτες έχουν κίνητρα για να παίξουν, τα οποία δεν εξυπηρετούν κανέναν άλλον σκοπό. Η επίτευξη του στόχου όμως δεν είναι αυτή που απασχολεί τους παίκτες, όσο η απόλαυση και η ευχαρίστηση που αντλούν μέσα από αυτό. Ουσιαστικά, το παιχνίδι από την φύση του είναι μη παραγωγικό.
- Το παιχνίδι είναι αυθόρμητο και εθελοντικό, καθώς δεν είναι υποχρεωτικό, αλλά επιλέγεται ελεύθερα από τον παίκτη.
- Επίσης, απαιτεί αρκετή δραστηριότητα από την πλευρά του παίκτη.
- Το παιχνίδι διαθέτει συγκεκριμένες συστηματικές σχέσεις με ό,τι δεν αποτελεί παιχνίδι.

1.3. Ο ρόλος του παιχνιδιού

Το παιχνίδι έχει μία εξέχουσα θέση στην καθημερινότητα των παιδιών, ή τουλάχιστον θα έπρεπε να έχει. Σύμφωνα με την Garvey (1990), αυτό συμβαίνει καθώς δεν είναι μόνο ένας ευχάριστος τρόπος για να περάσουν τα παιδιά τον ελεύθερο χρόνο τους, αλλά συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό και στην ανάπτυξη του παιδιού. Μέσα από το παιχνίδι, μπορούν να αναπτυχθούν οι αισθήσεις, η κοινωνικότητα και η φαντασία ενός παιδιού. Επιπρόσθετα, τα παιχνίδια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο και στον χειρισμό και την παραγωγή της προφορικής και της γραπτής γλώσσας. Τα οφέλη του παιχνιδιού όμως δεν τελειώνουν εκεί. Το παιχνίδι βοηθάει το παιδί να σχηματίσει την αντίληψή

του για την πραγματικότητα και να αποκτήσει αυτογνωσία, προετοιμάζοντάς το παράλληλα και για την ικανότητά του να δημιουργήσει πολιτισμό (Garvey, 1990).

1.4. Παιχνίδι και μάθηση

Η συμβολή του παιχνιδιού στην ολόπλευρη ανάπτυξη του παιδιού αλλά και της σκέψης του, έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας αρκετών ερευνητών. Υπάρχουν σημαντικά ευρήματα τα οποία υπογραμμίζουν την ανάγκη ενσωμάτωσης του παιχνιδιού στη διαδικασία της μάθησης. Με το παιχνίδι, το παιδί αφομοιώνει την πραγματικότητα και συνδυάζει τις καινούργιες του εμπειρίες με όσες είχε αποκτήσει νωρίτερα (Piaget, 1951). Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τον Vygotsky, το παιχνίδι αποτελεί ένα μέσο με το οποίο τα παιδιά μικρότερης ηλικίας μπορούν να αναπτύξουν τις ανώτερες νοητικές τους λειτουργίες και να ξεπεράσουν τον εαυτό τους (όπως αναφέρεται στο Bodrova & Leong, 2015).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΨΗΦΙΑΚΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ

Ακολουθώντας τον προσδιορισμό του όρου «παιχνίδι», θα παρουσιαστεί ο όρος «ψηφιακό παιχνίδι» και οι βασικές κατηγορίες των ψηφιακών παιχνιδιών.

2.1. Ορισμός

Στην παρούσα εργασία το ψηφιακό παιχνίδι, θα οριστεί με βάση τον ορισμό των Salen και Zimmerman (2004), για το παιχνίδι, μόνο που στο σύστημά του περιλαμβάνεται και ψηφιακή τεχνολογία.

2.2. Δομικοί παράγοντες και χαρακτηριστικά ψηφιακών παιχνιδιών

Οι Wouters, Van Nimwegen, Van Oostendorp και Van Der Spek (2013), αναφέρουν διάφορα χαρακτηριστικά των ψηφιακών παιχνιδιών, όπως: διαδραστικότητα, το ότι βασίζονται σε μία σειρά από προκαθορισμένους κανόνες και περιορισμούς και στρέφονται προς έναν ξεκάθαρο στόχο, ο οποίος καθορίζεται από μία πρόκληση. Επίσης, παρέχουν διαρκή ανατροφοδότηση και κάποια από αυτά είναι ανταγωνιστικά, χωρίς όμως αυτό να αποτελεί απαραίτητη συνθήκη. Αντίστοιχα, η αφήγηση είναι πολύ σημαντική για ένα ψηφιακό παιχνίδι, όμως μπορεί και να παραληφθεί (Wouters et al., 2013).

Σύμφωνα με τον Prensky (2007), τα κύρια χαρακτηριστικά των παιχνιδιών τα οποία τα καθιστούν ελκυστικά προς τους παίκτες είναι τα εξής:

Κανόνες. Τα παιχνίδια υπόκεινται σε συγκεκριμένους κανόνες, απαραίτητους στη χρήση τους από τους παίκτες για την επίτευξη των στόχων της σχεδίασής τους.

Στόχοι. Οι στόχοι αποτελούν το βασικότερο κίνητρο του παίκτη. Τίθενται στην αρχή των παιχνιδιών μαζί με τους κανόνες, οι οποίοι όμως δυσχεραίνουν την επίτευξή τους.

Έκβαση και ανάδραση. Η ανάδραση βοηθά τους παίκτες να παρακολουθούν την πρόοδο για την επιτυχή ή μη έκβαση του παιχνιδιού, διότι τους γνωστοποιεί άμεσα τα αποτελέσματα των ενεργειών τους.

Σύγκρουση / ανταγωνισμός / πρόκληση / αντιπαράθεση. Πρόκειται για καταστάσεις που αντιμετωπίζει ο παίκτης προσπαθώντας να επιλύσει προβλήματα (Prensky, 2001). Αυτές οι καταστάσεις συνεπαίρνουν τους παίκτες και κρατούν ζωνφό το ενδιαφέρον τους μέχρι την έκβαση του παιχνιδιού.

Διάδραση. Η διάδραση εμπεριέχει την κοινωνική αλληλεπίδραση και επικοινωνία των ατόμων, που συμμετέχουν στο παιχνίδι, καθώς επίσης και την ανάδραση, η οποία προαναφέρθηκε.

Αναπαράσταση ιστορίας – σενάριο. Η αναπαράσταση ή το σενάριο βρίσκεται σε κάθε παιχνίδι και εμπεριέχει το στοιχείο της φαντασίας, το οποίο είναι σημαντική παράμετρος καθορισμού της ταυτότητας ενός παιχνιδιού (Prensky, 2001). Περιλαμβάνει όλα τα αφηγηματικά ή σεναριακά στοιχεία του παιχνιδιού.

2.3. Κατηγοριοποίηση παιχνιδιών

Τα ηλεκτρονικά παιχνίδια μπορούν να ταξινομηθούν στις κατηγορίες που ακολουθούν.

2.3.1. Παιχνίδια Δράσης

Τα παιχνίδια αυτά αποτελούν το πιο παλιό είδος ηλεκτρονικών παιχνιδιών και απαιτούν από τους παίκτες καλά αντανακλαστικά και καλό συντονισμό ματιού -χεριού (Αναγνώστου 2009, σελ. 58). Κύριο χαρακτηριστικό της κατηγορίας είναι το στοιχείο της δράσης. Ο τρόπος παιχνιδιού δημιούργησε τις ακόλουθες υποκατηγορίες (Αναγνώστου 2009):

- i. **Παιχνίδια βολών πρώτου προσώπου:** Ο παίκτης χρησιμοποιεί είτε τον εικονικό εξοπλισμό είτε το γυμνό χέρι του ήρωα του παιχνιδιού.
- ii. **Παιχνίδια βολών τρίτου προσώπου:** Ο παίκτης έχει ευρύτερο οπτικό πεδίο, καθώς ακολουθεί την πίσω πλευρά του ήρωα του παιχνιδιού.
- iii. **Παιχνίδια πάλης:** Ο παίκτης προσπαθεί να εξουδετερώσει τον αντίπαλό του με χρήση πολεμικών τεχνικών.
- iv. **Παιχνίδια πλατφόρμας:** Ο παίκτης κάνοντας άλματα από πλατφόρμα σε πλατφόρμα νικά τους εχθρούς κάθε πίστας, αποφεύγοντας εμπόδια, σκαρφαλώνοντας τοίχους και μαζεύοντας αντικείμενα.

2.3.2. Παιχνίδια Περιπέτειας

Βασικό στοιχείο των παιχνιδιών περιπέτειας είναι η επίλυση μιας σειράς γρίφων, που βοηθούν στην εξέλιξη της πλοκής. Η εξέλιξη των παιχνιδιών βοήθησε στην καλύτερη γραφική απεικόνιση και στο χειρισμό με ποντίκι. Παρόλο που το μέσο χρήσης ήταν το πληκτρολόγιο, τα σενάρια και οι λεκτικές περιγραφές είχαν μεγάλη έκταση. Με την πάροδο χρόνου τα παιχνίδια περιπέτειας ενσωματώθηκαν δημιουργώντας μια νέα κατηγορία παιχνίδια περιπέτειας – δράσης.

2.3.3. Παιχνίδια Στρατηγικής

Είναι η κατηγορία παιχνιδιών κατά την οποία ο παίκτης χειρίζεται μία ή περισσότερες ομάδες ανθρώπων (π.χ. στρατιωτών με πολεμικό υλικό), με την απαραίτητη σχεδίαση και δράση, για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Τα παιχνίδια αυτά παίζονται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές και ως επί το πλείστον στο διαδίκτυο με άλλους συμπαίκτες.

2.3.4. Παιχνίδια Γρίφων

Στα παιχνίδια αυτά ο παίκτης λύνει λογικούς γρίφους με αυξανόμενη δυσκολία ή σε περιορισμένο χρονικό διάστημα. Λόγω των απλών χειρισμών και των χαμηλών απαιτήσεών τους, μπορούν να παιχτούν σε όλες τις συσκευές από κινητά τηλέφωνα μέχρι Η/Υ.

2.3.5. Παιχνίδια Προσομοίωσης

Τα παιχνίδια αυτά προσομοιώνουν μία εικονική πραγματικότητα, όσο γίνεται πιο ρεαλιστικά, με τους περιορισμούς του πραγματικού κόσμου. Διακρίνονται στις ακόλουθες υποκατηγορίες:

- i. Παιχνίδια οδηγικής εξομοίωσης:** Ο παίκτης χειρίζεται μηχανήματα του πραγματικού κόσμου (εικονικά).
- ii. Αθλητικά παιχνίδια:** Ο παίκτης καθοδηγώντας έναν αθλητή ή μια ομάδα αθλητών συμμετέχει σε κάποιο άθλημα. Ιδίως με τα extreme sports έγιναν πολύ δημοφιλή.
- iii. Παιχνίδια κατασκευής και μάνατζμεντ:** Ο παίκτης σε ρόλο μάνατζερ αποκτά τη δυνατότητα επιχειρηματικής στρατηγικής και λήψης αποφάσεων.
- iv. Μουσικά παιχνίδια:** Ο παίκτης ακολουθώντας τις οδηγίες ενός εικονικού προπονητή παίζει κάποιο μουσικό όργανο, συνθέτει ρυθμούς ή χορεύει πάνω σε μια ηλεκτρονική πίστα.

2.3.6. Μαζικά διαδικτυακά παιχνίδια πολλών παικτών

Τα παιχνίδια αυτά βασίζονται σε εικονικούς κόσμους που συνεχώς αναπτύσσονται. Οι παίκτες παίζουν διαδικτυακά με συνδρομή και μεταξύ τους.

2.3.7. Παιχνίδια Ρόλων

Ο παίκτης έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει έναν ή περισσότερους χαρακτήρες με πολλές και διαφορετικές δεξιότητες. Παίζονται κυρίως μέσω διαδικτύου.

2.3.8. Παιχνίδια Μάχης

Τα παιχνίδια αυτά επικεντρώνονται στις πολεμικές τέχνες. Οι δύο ήρωες-παίκτες (ο ένας μπορεί να είναι ο Η/Υ ή κονσόλα) μάχονται έως την επικράτηση ενός εξ αυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΨΗΦΙΑΚΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Στη σύγχρονη εποχή, η εκπαιδευτική κοινότητα αναζητά συνεχώς τρόπους διδασκαλίας και μάθησης, οι οποίοι να είναι ταυτόχρονα ελκυστικοί και αποτελεσματικοί. Οι εκπαιδευτικοί σε πολλές περιπτώσεις δυσκολεύονται να κινητοποιήσουν τους μαθητές να ασχοληθούν ενεργά με τη διαδικασία της μάθησης (Prensky, 2003). Τόσο η παραδοσιακή μορφή διδασκαλίας όσο και άλλες μορφές διδασκαλίας που έχουν αναπτυχθεί, δεν παρέχουν αρκετά κίνητρα και δεν ελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών, οπότε υπάρχει ανάγκη για στροφή σε πιο πρωτοποριακά μέσα. Ένα από αυτά τα μέσα είναι τα ψηφιακά παιχνίδια. Εδώ και αρκετά χρόνια, τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι ερευνητές έχουν δείξει ενδιαφέρον για τη χρήση ψηφιακών παιχνιδιών στην εκπαίδευση (Miller & Robertson, 2011). Τα ψηφιακά παιχνίδια ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ), τα οποία έχουν ενταχθεί στο ελληνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) και ήδη αποτελούν σημαντικό κομμάτι της εκπαίδευσης.

3.1. Χαρακτηριστικά που καθιστούν ένα ψηφιακό παιχνίδι αποτελεσματικό και ελκυστικό.

Αρχικά, πρέπει να υπογραμμιστεί το γεγονός ότι το κίνητρο είναι πολύ σημαντική προϋπόθεση για τη μάθηση και η παγκόσμια βιομηχανία ηλεκτρονικών παιχνιδιών ειδικεύεται στην παροχή κινήτρων (Prensky, 2003). Εδώ και τριάντα χρόνια η βιομηχανία ηλεκτρονικών παιχνιδιών εξελίσσεται συνεχώς, αποκτά νέες δυνατότητες και εφευρίσκει νέους τρόπους ώστε τα παιχνίδια να μαγνητίζουν το ενδιαφέρον του παίκτη. Η τελειοποίηση στον τομέα παροχής κινήτρων έχει ως αποτέλεσμα, ο παίκτης να προσπαθεί διαρκώς, ξεπερνώντας τις αρχικές δυσκολίες, να

πετύχει τους στόχους του, να απολαμβάνει τη διαδικασία και να θέλει και άλλο (Prensky, 2003).

Τα παιδιά αντιμετωπίζουν εντελώς διαφορετικά τα ηλεκτρονικά παιχνίδια και το σχολείο, όμως η στάση τους ως προς τα ηλεκτρονικά παιχνίδια είναι αυτή που κατά βάση επιδιώκουμε να έχουν και για το σχολείο (Prensky, 2003). Οι εκπαιδευτικοί αποσκοπούν στο να εντάξουν τις αρετές ενός παίκτη στη διαδικασία της μάθησης, αρετές όπως η συνεργατικότητα, το ενδιαφέρον, ο συναγωνισμός, η προσήλωση στο αποτέλεσμα και η ενεργητική εμπλοκή στη διαδικασία της μάθησης (Prensky, 2003). Ιδανικό θα ήταν να συνδυαστεί το περιεχόμενο της μάθησης με την παροχή κινήτρων των παιχνιδιών. Σε αυτή την κατεύθυνση σκέψης μας οδηγεί και το γεγονός πως ενώ στο παρελθόν τα ψηφιακά παιχνίδια αποτελούσαν δραστηριότητα ενασχόλησης κατά αποκλειστικότητα νεαρών αγοριών, σήμερα κορίτσια και παιδιά όλων των ηλικιών και κοινωνικών στρωμάτων ασχολούνται ενεργά με τα παιχνίδια αυτά (Prensky, 2003).

Τα ψηφιακά παιχνίδια λοιπόν είναι ελκυστικά για τα παιδιά και τους παρέχουν κίνητρα. Ωστόσο, σύμφωνα με τους Miller και Robertson (2011), δεν υπάρχουν επαρκή εμπειρικά δεδομένα που να δείχνουν ξεκάθαρα την επίδρασή τους στην μάθηση σε μια σχολική αίθουσα. Μάλιστα, οι Clark, Yates, Early και Moulton βρήκαν ότι τα σοβαρά ψηφιακά παιχνίδια δεν είναι πιο αποτελεσματικά από την μέθοδο της παραδοσιακής διδασκαλίας (όπως αναφέρεται στο Steinkuehler & Squire, 2014). Τα ευρήματα των παραπάνω ερευνών έρχονται σε αντίθεση με άλλες έρευνες (Steinkuehler & Squire, 2014· Vogel et al., 2006· Wouters et al., 2013), σύμφωνα με τις οποίες τα ψηφιακά παιχνίδια έχουν θετικές επιδράσεις στη μάθηση, οι οποίες ξεπερνούν αυτές που προκύπτουν από την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Σε πλήρη αντιδιαστολή με τα ευρήματα των Clark, Yates, Early και Moulton (όπως αναφέρεται στο Steinkuehler & Squire, 2014), είναι τα ευρήματα της μετα-ανάλυσης

των Wouters et al. (2013), καθώς βρέθηκε ότι με τα ψηφιακά παιχνίδια οι μαθητές όχι μόνο μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά απ' ό,τι με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, αλλά και ότι οι γνωστικές δεξιότητες που αποκτούν, διατηρούνται για μεγαλύτερο διάστημα. Μάλιστα, σύμφωνα με τους Prensky (2003) και Fabricatore (2000), ένα ψηφιακό παιχνίδι όχι μόνο προσφέρει μάθηση, αλλά η μάθηση την οποία προσφέρει είναι ένας λόγος για τον οποίο τα παιδιά μαγνητίζονται από τα ψηφιακά παιχνίδια.

Είναι φανερό πως υπάρχει διάσταση απόψεων λόγω των διαφορετικών ευρημάτων των ερευνών, ως προς τις δυνατότητες που προσφέρουν και την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών παιχνιδιών στην εκπαίδευση. Η σύνοψη όμως όλων των ευρημάτων και η εξαγωγή ενός συμπεράσματος είναι πολύ δύσκολη. Οι Steinkuehler και Squire (2014), υποστηρίζουν ότι αυτό οφείλεται σε τέσσερις παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας σχετίζεται με το γεγονός ότι δεν υπάρχει συνέπεια ως προς το τι ορίζεται ως παιχνίδι στο ευρύτερο πεδίο της τεχνολογίας. Ο δεύτερος παράγοντας αφορά το γεγονός ότι δεν δίνονται αρκετές λεπτομέρειες για τους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται στο παιχνίδι, αλλά και για τα μαθησιακά αποτελέσματα στα οποία στοχεύουν οι ερευνητές. Οι δύο τελευταίοι παράγοντες έχουν να κάνουν με το γεγονός ότι η εμπειρία κάθε παίκτη είναι πολύ διαφορετική και τα αποτελέσματα διαφέρουν πολύ με βάση το πλαίσιο χρήσης κάθε ψηφιακού παιχνιδιού.

Έχοντας κάνει αναφορά στις διάφορες απόψεις που επικρατούν για τα ψηφιακά παιχνίδια στην εκπαίδευση στις μέρες μας, στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι απόψεις των Prensky (2003) και Fabricatore (2000), όσον αφορά τα επίπεδα της μάθησης που προκύπτει μέσα από τη χρήση ψηφιακών παιχνιδιών, αλλά και τη φύση της σχέσης ανάμεσα στα ψηφιακά παιχνίδια και τη διαδικασία της μάθησης.

Σύμφωνα με τον Prensky (2003), η μάθηση σε ένα ψηφιακό παιχνίδι διαδραματίζεται σε δύο επίπεδα, τα οποία αναλύονται παρακάτω. Σε πρώτο επίπεδο αποκτούν νέες δεξιότητες και μαθαίνουν να κάνουν καινούρια πράγματα λ.χ. να οδηγούν ένα αεροπλάνο, κτλ. Σε βαθύτερο όμως επίπεδο η γνώση είναι πιο σύνθετη. Οι παίκτες συλλέγουν πληροφορίες από διαφορετικές πηγές, καλούνται να πάρουν αποφάσεις γρήγορα, ανακαλύπτουν τους κανόνες ενός παιχνιδιού ενώ παίζουν, με βιωματικό τρόπο. Επιπλέον, ξεπερνούν εμπόδια επινοώντας τη στρατηγική που θα ακολουθήσουν, καταλαβαίνουν σύνθετα συστήματα με τη μέθοδο δοκιμής και πλάνης. Εν τέλει μαθαίνουν να συνεργάζονται με άλλους.

Ο Fabricatore (2000), επικεντρώνεται στη φύση της σχέσης των ψηφιακών παιχνιδιών και της διαδικασίας μάθησης. Σε πρώτη φάση ο παίκτης καλείται να συλλέξει πληροφορίες για τον κόσμο του παιχνιδιού τον οποίο εξερευνάει. Η συλλογή πληροφοριών δεν είναι εντελώς ξεκάθαρη, ώστε να υπάρχει πρόκληση για τον παίκτη. Η πρόκληση κάνει την εμπειρία πιο ενδιαφέρουσα και σε αυτό αποσκοπούν όλα τα είδη παιχνιδιών. Τα κομμάτια πληροφοριών είναι διάχυτα και εύκολα να γίνουν αντιληπτά διάμεσου της διεπαφής του εκάστοτε παιχνιδιού με τη χρήση ακουστικών και οπτικών μέσων (π.χ. η εικόνα ενός πληγωμένου εχθρού). Κάποια από τα στοιχεία είναι κρυμμένα στο παιχνίδι προς χάριν της πρόκλησης. Επιπρόσθετα, η διορατικότητα, οι οπτικό-χωρητικές δεξιότητες, η λογική και η στρατηγική σκέψη είναι μερικές από τις ικανότητες τις οποίες ο παίκτης καλείται να χρησιμοποιήσει για να αποφασίσει που θα ψάξει για πληροφορίες, αλλά και ποιες από αυτές να χρησιμοποιήσει. Για αυτό τον λόγο, είναι ασφαλής η υπόθεση ότι στο πρώτο στάδιο της αλληλεπίδρασης, ο παίκτης ενός ψηφιακού παιχνιδιού υπόκειται σε μαθησιακές διαδικασίες που οδηγούν στην ανάπτυξη της διορατικότητας του, της οπτικό-χωρικής αντίληψης, της στρατηγικής σκέψης και της λογικής του. Όλες αυτές οι δεξιότητες που

αναπτύσσονται δε χρησιμοποιούνται φυσικά μόνο για το ίδιο το παιχνίδι. Ακόμα υπάρχει και η πληροφορία καθαυτή. Η σχετικότητα των πληροφοριών έχει να κάνει με το συγκείμενο του παιχνιδιού, όπως π.χ. το να μάθει κάποιος να χειρίζεται ένα ενεργειακό όπλο. Ωστόσο, μπορεί να υπάρχουν σημαντικές πληροφορίες που δεν αναφέρονται αποκλειστικά στο συγκείμενο του παιχνιδιού. Για παράδειγμα υπάρχουν πολλά παιχνίδια στρατηγικής, όπου ο παίκτης απαιτείται να μάθει ιστορικά στοιχεία για σημαντικούς πολιτισμούς και για την ιστορία της ανθρωπότητας. Σε περιπτώσεις σαν κι αυτές ο παίκτης εμπλουτίζει τις γνώσεις του ή τροποποιεί υπάρχουσες Fabricatore (2000).

Στη δεύτερη φάση της αλληλεπίδρασης ο παίκτης καλείται να αναλύσει τις πληροφορίες που συνέλλεξε, συγκεκριμένα να μεταφράσει τα υπάρχοντα στοιχεία, που σχετίζονται με τον κόσμο του παιχνιδιού, συνδέοντας παλιότερες και νέες γνώσεις. Οι αναλυτικές ικανότητες του ατόμου αναπτύσσονται ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του σταδίου ανάλυσης των πληροφοριών Fabricatore (2000).

Στην τρίτη φάση, ο παίκτης προβαίνει σε λήψη αποφάσεων για το πώς θα δράσει έπειτα από τη συλλογή και ανάλυση πληροφοριών που ολοκλήρωσε στο προηγούμενο στάδιο. Ο ρόλος της στρατηγικής σκέψης κατά την λήψη αποφάσεων είναι ύψιστης σημασίας. Ο παίκτης αξιολογώντας τα δεδομένα, εικάζει τα αποτελέσματα που θα έχει η δράση στην οποία θα προβεί και αν αυτή επηρεάζει την ολοκλήρωση του στόχου του, λαμβάνει υπόψιν τα ρίσκα που περικλείονται στην επιλογή του. Παρά την ελευθερία επιλογής, υπόκειται κάθε φορά στους κανόνες του παιχνιδιού, τους οποίους και υπακούει για να κάνει την επιλογή του. Παρόλα αυτά υπάρχουν και οι άγνωστοι κανόνες, οι οποίοι ενισχύουν τη στρατηγική σκέψη μιας και ο παίκτης αντιλαμβάνεται τη σημασία τους μετά από κάποια αποτυχημένη απόφαση Fabricatore (2000).

Τέλος ακολουθεί η δράση. Ο χρήστης κατευθύνει τον παίκτη του ώστε να αλληλεπιδράσει με τον κόσμο του παιχνιδιού και να λύσει το παρόν πρόβλημα, χρησιμοποιώντας ποντίκι και πληκτρολόγιο ή χειριστήριο. Οι ψυχοκινητικές ικανότητες είναι απαραίτητες σε αυτό στο στάδιο και ο ρυθμός του παιχνιδιού ορίζει τον βαθμό στον οποίο αυτές θα δοκιμαστούν. Το παράδειγμα που επιλέγει ο Fabricatore (2000), για το παραπάνω είναι το εξής: σε ένα γρήγορο παιχνίδι δράσης, οι ακριβείς και γρήγορες κινήσεις καθορίζουν την απόδοση του παίκτη σε σχέση με ένα παιχνίδι αργού ρυθμού όπως το σκάκι, όπου απλά επιλέγει και μετακινεί τα πιόνια. Πέραν των ικανοτήτων αυτών, σε αυτή τη φάση δοκιμάζονται και οι ικανότητες του παίκτη να βγάλει ένα συμπέρασμα για το πόσο επιτυχημένη ήταν η δράση του μέσω της τεχνικής προσπάθειας και λάθους και να τελειοποιήσει τις ικανότητες του στο παιχνίδι Fabricatore (2000).

Ανακεφαλαιώνοντας, η διαδικασία μάθησης κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης συνεισφέρει στην ανάπτυξη των παικτών στις εξής πτυχές:

- Αναλυτικές ικανότητες
- Στρατηγική σκέψη, διορατικότητα και λογική επεξεργασία
- Ψυχοκινητικές ικανότητες
- Εμπλουτισμό των γνώσεων ενός παίκτη με απόκτηση νέων γνώσεων και τροποποίηση της υπάρχουσας γνώσης.

Ο Fabricatore (2000) καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα ψηφιακά παιχνίδια συμβάλλουν στην ανάπτυξη των παικτών μέσω της διαδικασίας μάθησης κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Η μάθηση όμως αυτή είναι απαραίτητη για να μπορέσει κάποιος να παίξει, καθώς κάθε στάδιο του κύκλου της αλληλεπίδρασης δοκιμάζει και ενισχύει τις ικανότητες του παίκτη. Επιπλέον κάποιος επωφελείται από τα παιχνίδια, καθώς του δίνεται η ευκαιρία να αλληλεπιδράσει σε ένα ψηφιακό κόσμο, και να

πειραματιστεί σε καταστάσεις στις οποίες δεν έχει πρόσβαση στην καθημερινότητά του, μιας και τα παιχνίδια είναι ιδιαίτερα διαδραστικά μέσα, χωρίς αρνητικές συνέπειες και πίεση. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, οι παραπάνω διαπιστώσεις προέκυψαν από την ανάλυση παιχνιδιών που είχαν ως μοναδικό σκοπό τη ψυχαγωγία του παίκτη και όχι από εκπαιδευτικά παιχνίδια.

3.2. Σοβαρό Ψηφιακό Παιχνίδι

Στην αγορά κυκλοφορούν εδώ και αρκετά χρόνια παιχνίδια τύπου edutainment, τα οποία είναι όμως ιδιαίτερα απλουστευμένα συγκριτικά με τα σύγχρονα ψηφιακά παιχνίδια και δεν είναι ούτε τόσο ελκυστικά ούτε τόσο αποτελεσματικά (Habgood, 2005· Prensky, 2003). Αυτήν την εικόνα ήρθαν να ανατρέψουν τα σοβαρά ψηφιακά παιχνίδια.

3.2.1. Ορισμός

Παρότι ο Huizinga, υποστήριξε ότι «το παιχνίδι δεν είναι σοβαρό», ορισμένα ψηφιακά παιχνίδια που αναπτύσσονται τα τελευταία χρόνια έχουν ως πρωταρχικό στόχο τη μάθηση και όχι την ψυχαγωγία (Chen & Michael, όπως αναφέρεται στο Djaouti, Alvarez, Jessel & Rampnoux, 2011· Rodriguez, 2006). Αυτά τα παιχνίδια ονομάζονται «σοβαρά παιχνίδια» και η παρούσα εργασία αφορά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός τέτοιου παιχνιδιού στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών. Σύμφωνα με τους Susi, Johannesson και Backlund (2007), οι περισσότεροι ορισμοί για τα «σοβαρά παιχνίδια» έχουν ως κοινό σημείο το ότι είναι ψηφιακά παιχνίδια, τα οποία έχουν κι άλλες χρήσεις πέρα από την ψυχαγωγία. Ένα μεγάλο μέρος των σοβαρών παιχνιδιών έχει στόχους καθαρά εκπαιδευτικούς. Ωστόσο, πολλά σοβαρά παιχνίδια έχουν κι άλλους στόχους (ανθρωπιστικούς, θεραπευτικούς, διαφημιστικούς,

επικοινωνιακούς, πολιτικούς, στρατιωτικούς κτλ.) και κατ' επέκταση, έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες ταξινόμησης των ειδών (Djaouti et al., 2011· Ma, Oikonomou, & Jain, 2011). Ο στόχος του σοβαρού παιχνιδιού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας είναι καθαρά μαθησιακός.

3.2.2. Σοβαρά ψηφιακά παιχνίδια και μάθηση.

Έχουν γίνει αρκετές έρευνες που δείχνουν ότι τα «σοβαρά παιχνίδια» (serious games) είναι πολύ σημαντικά για τη μάθηση και συνεισφέρουν στην εκπαιδευτική διαδικασία (Hays, 2005· Squire, 2002), καθώς επιδρούν θετικά στην ανάπτυξη ποικίλων δεξιοτήτων και οδηγούν σε υψηλότερες επιδόσεις των παικτών, ειδικά όταν αξιοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες δραστηριότητες (Steinkuehler, Squire, & Sawyer, 2014). Επιπρόσθετα, πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι τα ψηφιακά παιχνίδια δίνουν εσωτερικά κίνητρα στους παίκτες. Ειδικότερα, όταν τα ψηφιακά παιχνίδια εμπεριέχουν στοιχεία όπως η φαντασία, ο έλεγχος και η περιέργεια, όπως υποστηρίζει ο Malone ή ακόμα συνεργασία και ανταγωνιστικότητα, όπως πρόσθεσαν αργότερα οι Malone και Lepper, τότε αυξάνονται τα εσωτερικά κίνητρα των παικτών (όπως αναφέρεται στο Steinkuehler et al., 2014).

Τα σοβαρά παιχνίδια λοιπόν, διαθέτουν κάποια πολύ θετικά χαρακτηριστικά τα οποία συνέδεσε ο Gee (2003), με κάποιες θεωρητικές απόψεις για το τι προάγει τη μάθηση. Αποτέλεσμα αυτής της σύνθεσης ήταν οι 36 αρχές μάθησης τις οποίες προτείνει στο έργο του. Αναφέρεται πως αν αυτές οι αρχές ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό ενός ψηφιακού παιχνιδιού, τότε ενισχύουν τα μαθησιακά του αποτελέσματα. Ακολουθεί μία συνοπτική περιγραφή των 36 αρχών, όπως αυτές διατυπώνονται από τον Gee, στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1.

Συνοπτική περιγραφή των αρχών μάθησης του *Ge*.

Αρχή Μάθησης	Περιγραφή
Ενεργητική Κριτική Μάθηση (Active Learning Principle)	Η ενεργητική και κριτική μάθηση προωθείται από όλες τις πτυχές του μαθησιακού περιβάλλοντος.
Σχεδιασμός (Design Principle)	Βασικό κομμάτι της μαθησιακής διαδικασίας είναι η μάθηση και αναγνώριση του σχεδιασμού και των αρχών του.
Σημειωτική (Semiotic Principle)	Η μάθηση και αναγνώριση συσχετισμών διάφορων συστημάτων-σχεδίων όπως εικόνες, λέξεις, κλπ. σαν ένα κυρίαρχο, σύνθετο σύστημα για τη μάθηση.
Σημειωτικές Περιοχές (Semiotic Domain Principle)	Η κατάκτηση σε κάποιο βαθμό των σημειωτικών δομών και η συμμετοχή σε ομάδες σχετικές με αυτές συμπεριλαμβάνεται στη μάθηση.
Μεταγνωστικές Δεξιότητες για Σημειωτικές Περιοχές (Metalevel Thinking about Semiotic Domains Principle)	Η ενεργητική και κριτική σκέψη, που περιλαμβάνεται σ τη διαδικασία μάθησης, για τις σημειωτικές περιοχές???
Ψυχολογικό Μορατόριο (Psychological Moratorium Principle)	Οι συνέπειες του αληθινού κόσμου είναι μειωμένες και οι παίκτες μπορούν να ρισκάρουν.
Δέσμευση (Committed Learning Principle)	Οι παίκτες νιώθουν δέσμευση στο ψηφιακό κόσμο, που τους φαντάζει συναρπαστικός καθώς συμμετέχουν σε μακροχρόνια διαδικασία.
Ταυτότητα (Identity Principle)	Οι παίκτες αναλαμβάνουν ταυτότητες και καλούνται να κάνουν επιλογές.
Επίγνωση του Εαυτού	Οι παίκτες μαθαίνουν όχι μόνο για τον ψηφιακό κόσμο αλλά και για τον εαυτό τους και τις ικανότητες τους.

(Self-Knowledge Principle)	
Ενίσχυση προσπάθειας (Application of Input Principle)	Οι παίκτες παίρνουν μεγάλη απόδοση με λίγη συνεισφορά.
Επίδοση (Achievement Principle)	Υπάρχουν εσωτερικές αμοιβές, προσαρμοσμένες σε όλα τα επίπεδα δεξιοτήτων των παικτών, που σηματοδοτούν τα συνεχόμενα επιτεύγματά τους.
Συνεχιζόμενη Μάθηση (Ongoing Learning Principle)	Χρειάζεται συνεχώς προσαρμογή σε καινούριες συνθήκες με αποτέλεσμα να αποφεύγονται οι αυτοματισμοί.
Όριο Ικανότητας (Regime of Competence Principle)	Οι παίκτες δρουν στα όρια των δυνατοτήτων τους καθώς τα έργα είναι δύσκολα αλλά όχι ακατόρθωτα.
Εξερεύνηση (Probing Principle)	Η μάθηση αποτελεί ένα κύκλο, που ξεκινάει από τη δράση, και συνεχίζει με τη διατύπωση, τον έλεγχο, την αποδοχή ή την επαναδιατύπωση μιας υπόθεσης.
Πλαισίωση Νοήματος (Situated Meaning Principle)	Το νόημα των συμβόλων (λέξεις, δράσεις, αντικείμενα, κτλ.) σχετίζεται άμεσα με το συγκεκριμένο συγκείμενο.
Πολλαπλές Διαδρομές (Multiple Route Principle)	Δίνεται ευκαιρία στους παίκτες να κάνουν πολλές επιλογές μέσα στο παιχνίδι.
Κείμενο (Text Principle)	Τα κείμενα μπορούν να γίνουν κατανοητά με όρους ενσωματωμένης εμπειρίας και όχι μόνο μέσα από την ανάγνωση.
Διακειμενικότητα (Intertextual Principle)	Τα κείμενα γίνονται καλύτερα κατανοητά αν θεωρηθούν ως μια οικογένεια από συσχετιζόμενα κείμενα.
Πολυτροπικότητα (Multimodal Principle)	Το νόημα και οι γνώσεις χτίζονται μέσα από ποικίλους τρόπους (εικόνες, σύμβολα, αλληλεπιδράσεις, αφηρημένα σχέδια, ήχος, κτλ.) και όχι μόνο από λέξεις.

<p>Υλική Νοημοσύνη (Material Intelligence Principle)</p>	<p>Τα αντικείμενα του περιβάλλοντος «αποθηκεύουν» τη γνώση που έχει κατακτηθεί από τον παίκτη.</p>
<p>Διαισθητική Μάθηση (Intuitive Learning Principle)</p>	<p>Η διαισθητική μάθηση προκύπτει μέσα από τη συνεχόμενη εξάσκηση και την εμπειρία.</p>
<p>Υποσύνολο (Subject Principle)</p>	<p>Η μάθηση λαμβάνει χώρα σε ένα απλοποιημένο υποσύνολο του πραγματικού τομέα.</p>
<p>Αθροισή (Incremental Principle)</p>	<p>Οι καταστάσεις μάθησης, που συναντά ο παίκτης στην αρχή του παιχνιδιού είναι γόνιμες και για την επίλυση πιο σονέτων περιπτώσεων που θα αντιμετωπίσει ο παίκτης στο μέλλον.</p>
<p>Συμπυκνωμένο Δείγμα (Concentrated Sample Principle)</p>	<p>Τα θεμελιώδη σχέδια και δράσεις συναντώνται σε μεγάλο αριθμό από την αρχή του παιχνιδιού ώστε ο παίκτης να τα μάθει καλά με την εξάσκηση.</p>
<p>Ειδικό-Γενικό (Bottom-up Basic Skill Principle)</p>	<p>Οι βασικές ικανότητες μαθαίνονται καθώς προχωράει το παιχνίδι εντός του συγκεκριμένου και όχι απομονωμένα.</p>
<p>Ρητή Πληροφόρηση (Explicit Information on Demand & Just in Time Principle)</p>	<p>Δίνεται στον παίκτη έγκαιρη πληροφόρηση όταν αυτή απαιτείται ή όταν μπορεί να αξιοποιηθεί με τον βέλτιστο τρόπο.</p>
<p>Ανακάλυψη (Discovery Principle)</p>	<p>Οι παίκτες δύνανται να πειραματιστούν και να ανακαλύψουν καθώς οι πληροφορίες δίνονται σε μικρό βαθμό.</p>
<p>Μεταφορά (Transfer Principle)</p>	<p>Οι παίκτες εξασκούνται στο να μεταφέρουν τις αποκτηθέντες γνώσεις σε μελλοντικά προβλήματα προσαρμόζοντας και τροποποιώντας τες.</p>
<p>Πολιτισμικά Μοντέλα (Cultural Models about the World Principle)</p>	<p>Η μάθηση δομείται με τέτοιο τρόπο, που δίνεται η δυνατότητα στους παίκτες να σκεφτούν ενσυνείδητα και στοχαστικά για τα πολιτισμικά μοντέλα του κόσμου χωρίς η ταυτότητα, δυνατότητες ή κοινωνικές ομάδες να δυσφημούνται και να αντιπαρατεθούν με νέα μοντέλα με τα οποία μπορούν να συσχετιστούν ή να αντιπαρατεθούν με αυτά με διάφορους τρόπους..</p>

<p>Πολιτισμικά Μοντέλα Μάθησης (Cultural Models about Learning Principle)</p>	<p>Η μάθηση δομείται με τέτοιο τρόπο, που δίνεται η δυνατότητα στους παίκτες να σκεφτούν ενσυνείδητα και στοχαστικά για τα πολιτισμικά μοντέλα μάθησης χωρίς η ταυτότητα, δυνατότητες ή κοινωνικές ομάδες να δυσφημούνται και να αντιπαρατεθούν με νέα μοντέλα μάθησης.</p>
<p>Πολιτισμικά Μοντέλα για τους Σημειωτικούς Τομείς (Cultural Models about Semiotic Domains Principle)</p>	<p>Η μάθηση δομείται με τέτοιο τρόπο, που δίνεται η δυνατότητα στους παίκτες να σκεφτούν ενσυνείδητα και στοχαστικά για τα πολιτισμικά μοντέλα για ένα συγκεκριμένο σημειωτικό τομέα, χωρίς η ταυτότητα, δυνατότητες ή κοινωνικές ομάδες να δυσφημούνται και να αντιπαρατεθούν με νέα μοντέλα για αυτόν τον τομέα.</p>
<p>Κατανομή (Distributed Learning Principle)</p>	<p>Η γνώση είναι κατανεμημένη στον μαθητή, τα αντικείμενα, τα εργαλεία, τα σύμβολα, τις τεχνολογίες και το περιβάλλον.</p>
<p>Διαχωρισμός (Dispersed Principle)</p>	<p>Ο παίκτης μπορεί να μοιράζεται τη γνώση με άτομα εκτός παιχνιδιού.</p>
<p>Ομάδες Ενδιαφέροντος (Affinity Group Principle)</p>	<p>Οι ομάδες ενδιαφέροντος μοιράζονται προσπάθειες στόχους, πρακτικές χωρίς να έχουν κοινό φύλλο, έθνος, καταγωγή ή κουλτούρα.</p>
<p>Ειδικότητα (Insider Principle)</p>	<p>Ο παίκτης αποτελεί τον δάσκαλο και παραγωγό καθώς προσαρμόζει την μαθησιακή εμπειρία και το παιχνίδι από την αρχή και σε όλη τη διάρκεια.</p>

3.3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τα ψηφιακά παιχνίδια με θέμα τους δεκαδικούς αριθμούς.

Υπάρχουν ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια, τα οποία εμπεριέχουν την έννοια των δεκαδικών αριθμών, ωστόσο τα περισσότερα αποτελούν παιχνίδια εξάσκησης και πρακτικής, απαιτούν χαμηλές δεξιότητες σκέψης (Rice, 2007) και βασίζονται κυρίως στη θεωρία του Συμπεριφορισμού (Bruckman, 1999· McIntosh, Stacey, Tromp, & Lightfoot, 2000). Δύο ψηφιακά παιχνίδια, το «Flying Photographer» και το «Hidden Numbers» που στοχεύουν στην εξάλειψη της παρανόησης που σχετίζεται με την

αντιμετώπιση του δεκαδικού μέρους ενός αριθμού ως ακέραιο αριθμό και βασίζονται στον Εποικοδομισμό (McIntosh et al., 2000). Ωστόσο, τα παιχνίδια αυτά, δεν παρέχουν εργαλεία και οπτικές αναπαραστάσεις. Σύμφωνα με την έρευνα των Stanford, Wiburg, Chamberlin, Trujillo, & Parra (2016) για τη σειρά παιχνιδιών *Math Snacks*, τα οποία περιλαμβάνουν και παιχνίδια για τους δεκαδικούς αριθμούς, ένα από τα βασικά τους χαρακτηριστικά που έχει συμβάλει στην επιτυχία των μαθητών στα Μαθηματικά είναι η χρήση πολλαπλών οπτικών αναπαραστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, ο δεκαδικός αριθμός παρουσιάζεται ως απλός αριθμός, ως οπτική αναπαράσταση, αλλά και πάνω στην αριθμογραμμή. Οπότε, επιλέχθηκε η χρήση οπτικών αναπαραστάσεων και στο παιχνίδι που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, καθώς θεωρήθηκε με βάση την παραπάνω έρευνα ότι θα βοηθήσουν τους παίκτες να κατακτήσουν με μεγαλύτερη ευκολία και αποτελεσματικότητα τις σχετικές με τους δεκαδικούς αριθμούς έννοιες. Στο παιχνίδι χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένες οπτικές αναπαραστάσεις όπως ο *άβακας*, τα *decimal squares*, η *αριθμογραμμή* και τα *decimal tower cubes*. Σύμφωνα με τους Ainsworth και Loizou (όπως αναφέρονται στο Habgood, 2005) οι οπτικές αναπαραστάσεις σε ένα ψηφιακό παιχνίδι μπορούν να εμπλουτίσουν τις μεταγνωστικές στρατηγικές ενός μαθητή και κατά συνέπεια τον ενθαρρύνουν να χρησιμοποιήσει με πιο παραγωγικό τρόπο το υλικό που του δίνεται. Επίσης, τον βοηθούν να μάθει πιο ολοκληρωμένα τα σύνθετα μαθήματα. Οπότε, οι οπτικές αναπαραστάσεις είναι σίγουρα θεμιτές σε ένα ψηφιακό παιχνίδι το οποίο εμπεριέχει μία τόσο σύνθετη και δύσκολη έννοια όπως οι δεκαδικοί αριθμοί.

Οι οπτικές αναπαραστάσεις θα ενισχύσουν και την ύπαρξη εσωτερικής ενσωμάτωσης στο παιχνίδι. Επίσης, το παιχνίδι θα διαθέτει εσωτερική ενσωμάτωση, καθώς οι δράσεις των παικτών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού στοχεύουν στην επίτευξη ενός σκοπού, ο οποίος αναφέρεται και συνδέεται άρρηκτα με την πλοκή του

παιχνιδιού (Adams, Mayer, MacNamara, Koenig, & Wainess, 2012). Οι βοηθητικές πληροφορίες και η καθοδήγηση θα ενσωματωθούν μέσα στο παιχνίδι, καθώς έχει βρεθεί ότι αν δίνεται η επιλογή στους μαθητές να τις ζητήσουν, αυτοί θα το αποφύγουν ή θα το παραλείψουν (McIntosh et al., 2000). Η εσωτερική ενσωμάτωση, η οποία επιτυγχάνεται μέσα από τη ροή, τους βασικούς μηχανισμούς και τις αναπαραστάσεις, έχει αποδειχτεί ότι συμβάλλει στη βέλτιστη ενσωμάτωση του εκπαιδευτικού περιεχομένου σε ένα ψηφιακό παιχνίδι (Habgood, 2005). Τα παιχνίδια που αναφέρθηκαν παραπάνω στερούνται αφηγηματικού πλαισίου και εσωτερικής ενσωμάτωσης.

Το παιχνίδι που θα αναπτυχθεί στην παρούσα διπλωματική εργασία θα στοχεύει σε ανώτερες δεξιότητες σκέψης όπως η ανάλυση, η σύνθεση και η αξιολόγηση, σύμφωνα με την ταξινόμηση διδακτικών στόχων του Bloom (όπως αναφέρεται στο Sosniak, 1994). Ιδιαίτερος όσον αφορά τα γνωστικά αντικείμενα του αναλυτικού προγράμματος που σχετίζονται με τις Θετικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά, τα «σοβαρά» ψηφιακά παιχνίδια ενδείκνυνται ως κατάλληλο μέσο για την εμπλοκή των μαθητών (Chorianopoulos & Giannakos, 2014). Το ψηφιακό παιχνίδι αποτελεί ένα παιδαγωγικό μέσο που μπορεί να ενισχύσει τη μάθηση και να συνδράμει στην εξάλειψη των παρανοήσεων όσον αφορά τους δεκαδικούς αριθμούς και η χρήση του σε συνδυασμό με στοχευμένη διδασκαλία θα αποτελούσαν τον ιδανικό συνδυασμό (McIntosh et al., 2000). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα ψηφιακά παιχνίδια για τα Μαθηματικά αυξάνουν το ενδιαφέρον των μαθητών για το συγκεκριμένο μάθημα, ενθαρρύνουν τους μαθητές για διερευνητική μάθηση και επιτρέπουν πολλαπλές αναπαραστάσεις των εννοιών (Chorianopoulos & Giannakos, 2014· Heid, 1997).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΕΚΑΔΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ

Η διδασκαλία των δεκαδικών αριθμών αποτελούσε πάντα ένα πολύ σημαντικό κομμάτι του αναλυτικού προγράμματος των Μαθηματικών. Τόσο η χρήση τους στα μετρικά συστήματα όσο και η ευρεία χρήση των υπολογιστικών μηχανών και των υπολογιστών, καθιστά ακόμα μεγαλύτερη την ανάγκη να υπάρχει κατανόηση των δεκαδικών αριθμών από τους μαθητές (Roche & Clarke, 2006).

4.1. Δυσκολίες στην κατανόηση των δεκαδικών αριθμών και συχνές αιτίες παρανοήσεων.

Οι δεκαδικοί αριθμοί αποτελούν ένα κεφάλαιο των μαθηματικών, το οποίο έχει παρατηρηθεί ότι δυσκολεύει τους μαθητές όλων των βαθμίδων, αλλά και αρκετούς ενήλικες (Stacey & Steinle, 1999). Μάλιστα, σε έρευνα των Stacey et al. (2001), προέκυψε ότι μόνο το 80% των μελλοντικών εκπαιδευτικών, συμπλήρωσε το τεστ σύγκρισης δεκαδικών (decimal comparison test) χωρίς λάθος. Σε μία άλλη έρευνα των D' Ambrosio και Kastberg (2012), αναφέρεται ότι πολλοί εκπαιδευτικοί α/βάθμιας που δεν εργαζόντουσαν ακόμα, δεν ήταν σε θέση να ταξινομήσουν σωστά μία σειρά από δεκαδικούς αριθμούς. Η Martinie (2014), επίσης υπογραμμίζει το γεγονός ότι η υποδιαστολή προκαλεί σύγχυση και ματαιώση τόσο στους μαθητές όσο και στους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές του Δημοτικού Σχολείου όσον αφορά τους δεκαδικούς αριθμούς. Αξίζει να σημειωθεί το γεγονός ότι στο Δημοτικό, τα παιδιά έρχονται σε επαφή με τους δεκαδικούς αριθμούς για πρώτη φορά. Αρχικά, θα γίνει αναφορά στις παρανοήσεις που σχετίζονται με την *αξία θέσης ψηφίου* και κατά συνέπεια, την ταξινόμηση των δεκαδικών αριθμών.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, έχουν γίνει αρκετές καταγραφές των παρανοήσεων που φαίνεται να έχουν οι μαθητές όταν καλούνται να συγκρίνουν ή να ταξινομήσουν δεκαδικούς αριθμούς (Roche & Clarke, 2006). Όταν ζητείται από τους μαθητές να επιλέξουν ανάμεσα σε δύο δεκαδικούς αριθμούς, ποιος είναι ο μεγαλύτερος, τότε διακρίνονται κάποια μοτίβα ως προς τη συμπεριφορά των μαθητών (Steinle & Stacey, 2004). Μία από τις συχνές παρανοήσεις είναι η θεώρηση ότι π.χ. ο δεκαδικός 0,09 είναι μεγαλύτερος από το 0,2. Κάποιοι μαθητές έχουν αυτή την άποψη επειδή ο δεκαδικός 0,09 έχει μεγαλύτερο μήκος, δηλαδή περισσότερα ψηφία (Κολέζα, 2009, σσ. 46-49). Άλλοι μαθητές ανάγουν στους δεκαδικούς αριθμούς τα μέτρα των μεγεθών που εκφράζουν στους φυσικούς αριθμούς (Wearne & Kouba όπως αναφέρεται στο Roche & Clarke, 2006· Χασάπης, 2000, σ. 192). κι έτσι θεωρούν π.χ. τον αριθμό 0,45 μεγαλύτερο από τον αριθμό 0,7 ή τον αριθμό 1,5 μικρότερο από τον αριθμό 1,05. Στην πρώτη περίπτωση σκέφτονται ότι το 45 είναι μεγαλύτερο από το 7 και στη δεύτερη περίπτωση σκέφτονται ότι το 105 είναι μεγαλύτερο από το 15. Στις δύο περιπτώσεις που αναφέρθηκαν, οι μαθητές φαίνεται να επιλέγουν τον δεκαδικό αριθμό με τα περισσότερα ψηφία ως μεγαλύτερο. Αυτό όμως δεν είναι ο κανόνας στις παρανοήσεις, καθώς υπάρχει και μία άλλη κατηγορία μαθητών, οι οποίοι επιλέγουν πάντα τον δεκαδικό αριθμό με τα λιγότερα ψηφία ως τον μεγαλύτερο (Steinle, 2004a).

Το μεγαλύτερο μέρος των ερευνών που υπάρχουν στο πεδίο των δεκαδικών αριθμών, επικεντρώνεται στην κατηγοριοποίηση και την κωδικοποίηση των παρανοήσεων και των συμπεριφορών που αφορούν τον χειρισμό των δεκαδικών αριθμών (Martinie, 2014· Moloney & Stacey, 1997· Stacey, Helme & Steinle, 2001 1999· Stacey & Steinle, 1998, 1999· Steinle & Stacey, 2001, 2003, 2004a). Στον Πίνακα 2. Παρουσιάζονται οι κατηγορίες των συμπεριφορών των μαθητών όσον αφορά τη

σύγκριση των δεκαδικών αριθμών, σύμφωνα με τις Steinle και Stacey (1998, 1999, 2004).

Πίνακας 2. Παρανοήσεις όσον αφορά τη σύγκριση δεκαδικών αριθμών.

Συμπεριφορά	Περιγραφή
Φαινομενικά «expert» (apparent - expert)	Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι μαθητές που κατέχουν άριστες γνώσεις για τους δεκαδικούς αριθμούς ή απλά εφαρμόζουν τους σωστούς κανόνες χωρίς να έχουν βαθιά κατανόηση.
Ο αριθμός με τα περισσότερα ψηφία είναι ο μεγαλύτερος. (longer – is – larger)	Οι μαθητές επιλέγουν τον αριθμό με το μεγαλύτερο μήκος (περισσότερα ψηφία) όταν τους ζητείται να επιλέξουν τον μεγαλύτερο δεκαδικό αριθμό.
Ο αριθμός με τα λιγότερα ψηφία είναι ο μεγαλύτερος. (shorter – is – larger)	Οι μαθητές επιλέγουν τον αριθμό με το μικρότερο μήκος (λιγότερα ψηφία) όταν τους ζητείται να επιλέξουν τον μεγαλύτερο δεκαδικό αριθμό
Χωρίς ταξινόμηση (unclassified)	Κανένα από τα παραπάνω. Σε αυτήν τη μεγάλη κατηγορία ανήκουν μαθητές που σκέφτονται για τους δεκαδικούς αριθμούς με τρόπους που δεν είναι γνωστοί, αλλά και οι μαθητές που δεν είναι συνεπείς στον τρόπο σκέψης τους.

Από τις κατηγορίες που παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι υπάρχει και μία κατηγορία μαθητών που δεν κάνουν κανένα λάθος στη σύγκριση δεκαδικών αριθμών. Αυτοί οι μαθητές ανήκουν στην κατηγορία των φαινομενικά «expert» (apparent - expert). Ωστόσο, σύμφωνα με τους Roche και Clarke (2004), το γεγονός ότι ένας μαθητής ανήκει σε αυτήν την κατηγορία δεν σημαίνει ότι κατανοεί πλήρως τους δεκαδικούς αριθμούς. Σε έρευνα που διεξήγαγαν, βρέθηκε ότι οι επιδόσεις των μαθητών που χαρακτηρίζονταν ως φαινομενικά «expert» στο τεστ με τη σύγκριση των δεκαδικών αριθμών, διέφεραν αρκετά όταν κλήθηκαν να ταξινομήσουν δεκαδικούς αριθμούς ή να τους τοποθετήσουν σε αριθμογραμμή. Πιο συγκεκριμένα, οι

μαθητές που κατά τη σύγκριση δεκαδικών αριθμών εξηγούσαν τις επιλογές τους με βάση τις γνώσεις τους για την αξία θέσης ψηφίου φάνηκε να έχουν τελικά μεγαλύτερη κατανόηση για το δεκαδικό σύστημα αρίθμησης και μπορούσαν να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους σε πιο δύσκολα έργα, σε σχέση με τους μαθητές που κατά τη σύγκριση αντιμετώπιζαν τους δεκαδικούς αριθμούς ως ακέραιους αριθμούς. Μάλιστα, οι Roche και Clarke (2006), ενίσχυσαν αυτά τα ευρήματα με νέα, τα οποία προέκυψαν από την εφαρμογή της έρευνας σε 321 επιπλέον μαθητές της Στ δημοτικού, το 2006.

4.2. Η ενδεδειγμένη προσέγγιση για τη διδασκαλία των δεκαδικών αριθμών.

Πολλές από τις παρανοήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω προκύπτουν από τη λανθασμένη διδακτική προσέγγισης της έννοιας των δεκαδικών αριθμών. Η παραδοσιακή διδασκαλία των δεκαδικών αριθμών δεν επαρκεί για να εξαλειφθούν οι παρανοήσεις των μαθητών. Αυτό φαίνεται και από τα ευρήματα της έρευνας της Steinle (2004a), κατά τα οποία οι μαθητές συνεχίζουν να έχουν τις ίδιες παρανοήσεις από τη μία τάξη στην άλλη. Μερικά από τα λάθη που γίνονται κατά τη διδασκαλία είναι α) ότι δεν δίνεται πάντα μια καθαρή και ακριβής περιγραφή του τι είναι ένας δεκαδικός και β) οι δεκαδικοί αριθμοί δεν συνδέονται όσο θα έπρεπε με τα κλάσματα (Κολέζα, 2009, σσ. 46-49). Επιπρόσθετα, η συμβολική έκφραση των δεκαδικών αριθμών αποτελεί για πολλά παιδιά πηγή παρανοήσεων, κυρίως για το μέγεθος που εκφράζουν οι δεκαδικοί αριθμοί (Χασάπης, 2000). Η γραφή των δεκαδικών αριθμών, παραπέμπει επιφανειακά στους φυσικούς αριθμούς, οι οποίοι αναφέρονται σε διακριτά μεγέθη και όχι στους ρητούς αριθμούς (όπως οι δεκαδικοί), οι οποίοι αναφέρονται σε συνεχή μεγέθη. Ακόμα, σύμφωνα με τον Χασάπη (2000), ο τρόπος με τον οποίο γράφονται οι δεκαδικοί αριθμοί προβάλλει άμεσα το μέτρο του «μέρους» συγκαλύπτοντας μέσα στον συμβολισμό το μέτρο του «όλου» μεγέθους στο οποίο αναφέρεται. Αυτό έχει σαν

αποτέλεσμα οι δεκαδικοί αριθμοί π.χ. 0,45, να παραπέμπουν άμεσα σε πλήθος διακριτών μονάδων π.χ. 45, και μόνο έμμεσα στον αριθμό π.χ. 45/100 (45 των 100 ίσων μερών στα οποία έχει διαμεριστεί ένα συνεχές μέγεθος).

Στη δημιουργία παρανοήσεων συμβάλλει και η χρήση πολλαπλών άτυπων λεκτικών εκφράσεων κατά τη διδασκαλία των δεκαδικών αριθμών (Χασάπης, 2000). Επιπρόσθετα, εξετάζοντας τα βιβλία των μαθηματικών, δίνουν την εντύπωση ότι είναι φτιαγμένα για μαθητές πολύ ικανούς όσον αφορά τη χρήση των δεκαδικών αριθμών (Steinle, 2004b). Τα βιβλία έχουν κατασκευαστεί με τη λογική ότι το μόνο που χρειάζεται να κάνει ο μαθητής είναι να θυμάται μερικούς κανόνες για το που τοποθετούμε την υποδιαστολή και κατά τ' άλλα να κάνει πράξεις και να χειρίζεται τους δεκαδικούς αριθμούς σαν να ήταν ακέραιοι αριθμοί.

Στο ψηφιακό παιχνίδι που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής, εμφανίζονται με τη βοήθεια των οπτικών αναπαραστάσεων οι έννοιες της *αξίας θέσης ψηφίου*, της *πυκνότητας*, της *ταξινόμησης* των δεκαδικών αριθμών και του *ρόλου του μηδενός*, ώστε να αποκτήσουν οι μαθητές μία βαθύτερη κατανόηση για τους δεκαδικούς αριθμούς και να αντιμετωπιστούν οι παρανοήσεις τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΟΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ

5.1. Στάδια ανάπτυξης ενός Ψηφιακού παιχνιδιού

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός ψηφιακού παιχνιδιού μπορεί να διακριθεί σε διάφορα στάδια (Novak, όπως αναφέρεται στους Pereira Neto & Santos, 2012). Στο έργο του, ο Novak (όπως αναφέρεται στους Pereira Neto και Santos, 2012), έχουν συγκεντρώσει και αναφέρουν τα οκτώ βασικά στάδια ανάπτυξης ενός ψηφιακού παιχνιδιού που αποσκοπούν στην αποφυγή λαθών στον προγραμματισμό. Τα στάδια είναι τα εξής:

Η Ιδέα (Concept). Η διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης ενός ψηφιακού παιχνιδιού ξεκινά από τη σύλληψη του κεντρικού θέματος. Λαμβάνονται αποφάσεις σχετικά με το περιεχόμενο του παιχνιδιού. Αξιολογείται το κοινό στο οποίο απευθύνεται και οι διαθέσιμοι πόροι. Στο στάδιο αυτό θα πρέπει να έχει βρεθεί μία ιδέα η οποία να είναι ελκυστική τόσο για τους υποψήφιους αγοραστές, όσο και τους σχεδιαστές του παιχνιδιού.

Η Προ-παραγωγή (Pre-production). Ο σχεδιασμός ανάπτυξης του παιχνιδιού αρχίζει αφού υπάρξει επενδυτικό ενδιαφέρον και καταγράφεται στο αρχείο σχεδιασμού, το οποίο θα αποτελέσει οδηγό αναφοράς, έτσι ώστε τα μέλη της ομάδας να κατανοήσουν το ρόλο τους κατά τη διαδικασία παραγωγής του. Θα αλλάζει καθημερινά προϋούσης της διαδικασίας.

Πρωτότυπο (Prototype). Η πρωτοτυποποίηση του παιχνιδιού, που μπορεί να είναι ένα είδος λειτουργικού λογισμικού, το καθιστά ξεχωριστό και αποσκοπεί στο να υπάρχει ομαλή ροή στο παιχνίδι, να είναι διασκεδαστικό και ελκυστικό. Σε αυτό το στάδιο μπορεί να γίνει μία πρώτη δοκιμασία με δείγμα ένα μέρος του αγοραστικού κοινού.

Η Παραγωγή (Production). Μετά την έγκριση του πρωτότυπου η ομάδα ανάπτυξης εισέρχεται στην πλέον μακρά φάση που μπορεί να διαρκέσει από 6 μήνες έως 2 χρόνια. Είναι σημαντικό να έχει γίνει λεπτομερής και ολοκληρωμένη δουλειά στα προηγούμενα στάδια, έτσι ώστε να αποφευχθούν απρόβλεπτα γεγονότα σε αυτό το στάδιο.

Το Ελεγκτικό Στάδιο-alpha (Test Stage-alpha). Στο στάδιο αυτό το παιχνίδι μπορεί να παιχθεί ολοκληρωμένο. Ίσως υπάρχουν ακόμη «κενά» και καλλιτεχνικές ατέλειες όσον αφορά τα γραφικά κυρίως, αλλά έχει ολοκληρωθεί ο προγραμματισμός και το περιβάλλον διεπαφής του χρήστη. Δοκιμαστές του παιχνιδιού εντοπίζουν ενδεχόμενα προβλήματα.

Το Ελεγκτικό Στάδιο-beta (Test Stage-beta). Σε αυτό το στάδιο το παιχνίδι έχει ολοκληρωθεί και ελέγχεται για να ελαχιστοποιηθούν τα οποιαδήποτε ελαττώματα πριν την παραγωγή.

Το Χρυσό Στάδιο (Phase Gold). Μετά την ολοκλήρωση του ελέγχου το παιχνίδι παίρνει το δρόμο της κατασκευής και συσκευασίας προκειμένου να βγει στην αγορά (εφόσον η διανομή του προβλέπεται να γίνει με αυτόν τον τρόπο).

Η Μετά-παραγωγή. (Post-production). Είναι η τελευταία φάση, κατά την οποία μπορούν να γίνουν βελτιώσεις της αρχικής έκδοσης (π.χ. αστοχίες προγραμματισμού), ενισχύοντας τη μακροβιότητά της.

5.2. Μοντέλο IGENAC

Μοντέλα Σχεδιασμού. Ο σχεδιασμός ενός εκπαιδευτικού ψηφιακού παιχνιδιού είναι αρκετά απαιτητικός, αφού είναι απαραίτητο να εξισορροπηθούν αρκετά στοιχεία του παιχνιδιού, όπως η ψυχαγωγία και η μάθηση. Επίσης, είναι απαραίτητο να ενσωματωθεί με αποτελεσματικό τρόπο τόσο το περιεχόμενο όσο και η θεωρία

μάθησης, αλλά και ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός στον σχεδιασμό του παιχνιδιού (Karasavvidis, Petrodaskalaki & Theodosiou, submitted).

Αρκετά μοντέλα σχεδιασμού έχουν προταθεί τα τελευταία χρόνια για τη σχεδίαση σοβαρών παιχνιδιών. Ωστόσο, δεν κατάφεραν να ξεπεράσουν τις προκλήσεις που αναφέρονται παρακάτω, αφού είτε δίνουν μεγαλύτερη βάση στις αρχές σχεδίασης παιχνιδιού, όπως το Game Object Model (GOM), το Game-Based Learning (GBLF), το Document-Oriented Design and Development for Experiential Learning (DODDEL) και το Design Patterns (DPF), είτε στις θεωρίες μάθησης όπως το Experiential Gaming Model (EGM) και το Learning Mechanics-Game Mechanics Model (LM-GM) (Arnab et al., 2014· Karasavvidis, Petrodaskalaki & Theodosiou, submitted).

Μοντέλο IGENAC. Το μοντέλο «Integrated Game Elements, Narrative, Content» (IGENAC) (Ενσωμάτωση Στοιχείων Παιχνιδιού, Αφήγησης και Περιεχομένου) επιδιώκει να συνθέσει τις διάφορες πτυχές των σχεδιαστικών προσεγγίσεων, στο πλαίσιο της Κοινωνικο-πολιτισμικής Θεωρίας για τη μάθηση. Ο συνδυασμός στοιχείων που απαρτίζουν τα συμβατικά ψηφιακά παιχνίδια, αφηγηματικών στοιχείων και του ακαδημαϊκού περιεχομένου, συνθέτουν ένα πιο ολοκληρωμένο μοντέλο από τα προηγούμενα. Επίσης, το γεγονός ότι ακολουθεί τις αρχές της Κοινωνικο-πολιτισμικής Θεωρίας και ο ήρωας έχει στη διάθεσή του πόρους που θα τον βοηθήσουν να ξεπεράσει τα εμπόδια, κατακτώντας έτσι τη γνώση, καθιστούν αυτό το μοντέλο ιδιαίτερα ελκυστικό για τον σχεδιασμό ενός «σοβαρού παιχνιδιού» (Karasavvidis, Petrodaskalaki & Theodosiou, submitted).

Παρακάτω παρατίθεται η Εικόνα1, όπου εμφανίζονται τα στοιχεία του μοντέλου IGENAC και οι σχέσεις μεταξύ τους. Βασικό στοιχείο αυτού του μοντέλου, όπως φαίνεται και στην εικόνα 1. είναι ότι οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας ένα σύνθετο σύστημα, το οποίο ορίζει τον τρόπο με τον οποίο πρέπει

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ

Στις ενότητες που ακολουθούν, περιγράφεται αναλυτικά ο σχεδιασμός του ψηφιακού παιχνιδιού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρχικά θα αναφερθούν κάποια γενικά στοιχεία για το παιχνίδι και στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα επίπεδα του παιχνιδιού με περισσότερες λεπτομέρειες.

6.1. Γενικά στοιχεία για το παιχνίδι

6.1.1. Σενάριο

Η «Quetzal» είναι ένα κορίτσι που μένει σε ένα χωριό στις Μπαχάμες. Το χωριό αυτό, λίγα χρόνια πριν είχε δεχτεί επιδρομή από τους πειρατές, οι οποίοι πήραν μαζί τους όλα τα χρήματα και τα αντικείμενα αξίας των κατοίκων. Κατά την επιδρομή, οι πειρατές είχαν μαζί τους κι ένα πανέξυπνο πιθηκάκι, τον «Peanut». Ο «Peanut» έγινε φίλος με την «Quetzal» και της υποσχέθηκε πως μία μέρα θα τη βοηθούσε να πάρει πίσω τον θησαυρό και το μενταγιόν της που πήραν οι πειρατές από το χωριό. Τέσσερα χρόνια αργότερα, ο «Peanut» έμαθε από την καλή του φίλη, την «Agwé», που είναι θαλάσσια χελώνα, πως τους πειρατές τους είχαν συλλάβει οι άνδρες του Βρετανικού Ναυτικού και πως τώρα πια δεν υπήρχε κανένας στο κρησφύγετό τους. Έτσι λοιπόν, η «Quetzal» αποφάσισε να πάει στο «Green Turtle Cay» μαζί με τον «Peanut» και την «Agwé» ώστε να βρει τον κλεμμένο θησαυρό και να τον επιστρέψει στους κατοίκους του νησιού της.

6.1.2. Σκοπός

Ο παίκτης καλείται να βοηθήσει την «Quetzal» να βρει τον θησαυρό που είχαν κλέψει οι πειρατές, έτσι ώστε να τον επιστρέψει στο χωριό της μέχρι το βράδυ.

6.1.3. Μαθησιακό Περιεχόμενο

Το παιχνίδι απευθύνεται σε μαθητές δημοτικού, οι οποίοι έχουν ήδη διδαχτεί τους δεκαδικούς αριθμούς. Αποσκοπεί στην κατανόηση των δεκαδικών αριθμών και στην εξάλειψη των παρανοήσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω και σχετίζονται με αυτούς. Ειδικότερα το παιχνίδι θα εστιάσει σε τέσσερις πτυχές της διδασκαλίας των δεκαδικών αριθμών όπως η *αξία θέσης ψηφίου*, η *πυκνότητα*, η *ταξινόμηση* των δεκαδικών αριθμών και ο *ρόλος του μηδενός* (Κολέζα, 2009· Steinle & Stacey, 1998· Χασάπης, 2000). Μέσα από τη χρήση των οπτικών αναπαραστάσεων (*άβακας*, *decimal squares*, *αριθμογραμμή*, *decimal tower cubes*) θα παρουσιαστεί το μαθησιακό περιεχόμενο, έτσι ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν μία βαθιά κατανόηση για τους δεκαδικούς αριθμούς. Το παιχνίδι θα εστιάσει ιδιαίτερα στην έννοια της πυκνότητας των δεκαδικών αριθμών που εντοπίζεται σε μαθητές όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης, ακόμη και σε εκπαιδευτικούς που δεν έχουν εργαστεί ακόμη (Widjaja, Stacey, & Steinle, 2008)

6.1.4. Χαρακτήρες

Η «Quetzal» (Εικόνα 2), είναι ο βασικό χαρακτήρας του παιχνιδιού και είναι αυτή την οποία χειρίζεται ο παίκτης. Υπάρχουν και άλλοι χαρακτήρες στο παιχνίδι, όπως ο «Peanut» (Εικόνα 3), η «Agwé» (Εικόνα 4), ο «Toco», η «Jewel» (Εικόνα 5), και ο «Pepe» (Εικόνα 6).



Εικόνα 2. Η «Quetzal».



Εικόνα 3. Ο «Peanut».



Εικόνα 4. Η «Agwé».



Εικόνα 5. Ο «Toco» και η «Jewel».



Εικόνα 6. Ο «Pepe».

6.1.5. Προοπτική

Το παιχνίδι είναι προοπτικής πρώτου προσώπου. Ο παίκτης κινεί την «Quetzal» και η κάμερα σε όλα τα επίπεδα δείχνει ό,τι βλέπει η «Quetzal» (Εικόνα 7).



Εικόνα 7. Η κάμερα δείχνει ό,τι βλέπει η «Quetzal».

6.1.6. Διεπαφή

Ο παίκτης αλληλεπιδρά με το παιχνίδι μέσω της οθόνης, του ποντικιού και του πληκτρολογίου. Ο παίκτης χρησιμοποιεί τα πλήκτρα «W», «A», «S», «D» και «spacebar» για να κινήσει την ηρωίδα στον τρισδιάστατο χώρο. Επίσης, χρησιμοποιεί το ποντίκι έτσι ώστε να επιλέξει ένα αντικείμενο με δεξί κλικ είτε στον τρισδιάστατο είτε στον δισδιάστατο χώρο του παιχνιδιού (οι οποίοι απεικονίζονται στην οθόνη του υπολογιστή).

6.2. Αναλυτική περιγραφή σεναρίου

6.2.1. Μηχανισμός

Ο μηχανισμός του παιχνιδιού αφορά τις ενέργειες του παίκτη. Επομένως, η συλλογή (π.χ. κάθε φορά που εντοπίζει ένα κλειδί στην ακτή, το μαζεύει και το τοποθετεί στην εργαλειοθήκη του) και η διαχείριση πόρων (με την έννοια ότι μαζεύει εργαλεία και τα διαχειρίζεται με συγκεκριμένο τρόπο σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια) είναι οι βασικοί μηχανισμοί.

6.2.2. Συστατικοί κανόνες

Μέσα από τη συλλογή και τη διαχείριση πόρων, ο παίκτης πρέπει να εντοπίσει ένα αντικείμενο.

6.2.3. Εισαγωγή

6.2.3.1 Λειτουργικοί κανόνες

- Για να ξεκινήσει το παιχνίδι, ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω στο κουμπί «Έναρξη», το οποίο βρίσκεται στην οθόνη με τις οδηγίες.
- Μόλις πατηθεί το κουμπί «Έναρξη», ο παίκτης μεταφέρεται αυτομάτως στο 1^ο επίπεδο.

6.2.3.2 Σχεδιασμός Εισαγωγής

Το παιχνίδι ξεκινάει με την προβολή του αρχικού βίντεο, στο οποίο παρουσιάζονται τα γεγονότα που συνέβησαν πριν φτάσει η «Quetzal» στο νησί των πειρατών. Η ιστορία παρουσιάζεται μέσω αφήγησης η οποία συνοδεύεται από κείμενο και εικόνες.

Βίντεο. Αρχικά, ο αφηγητής παρουσιάζει στον παίκτη τον τόπο (στο νησί «Abaco» της Καραϊβικής) και τον χρόνο (αρχές 18^{ου} αιώνα) στον οποίο διαδραματίζεται η ιστορία του παιχνιδιού. Στη συνέχεια περιγράφονται τα γεγονότα που έχουν συμβεί παλαιότερα και εμφανίζεται ως πρωταγωνίστρια η «Quetzal». Αφού γίνει αναφορά στην επιδρομή που είχαν κάνει πριν από τέσσερα χρόνια οι πειρατές, στο χωριό της «Quetzal», παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο γνωρίστηκαν η «Quetzal» με τον «Peanut», που είναι το πιθηκάκι που της υπόσχεται ότι θα τη βοηθήσει στη συνέχεια να φέρει πίσω τον κλεμμένο θησαυρό και το μενταγιόν που της

είχε χαρίσει η γιαγιά της. Στη συνέχεια, περιγράφεται το πώς η «Agwé» που είναι θαλάσσια χελώνα και φίλη του «Peanut», ενημέρωσε τον «Peanut» ότι είδε τους άνδρες του Βρετανικού Ναυτικού να καταδιώκουν τους πειρατές στη θάλασσα και να τους συλλαμβάνουν όλους. Έτσι, η «Quetzal» αποφάσισε να ακολουθήσει την «Agwé» και να πάει ως εκεί μαζί με τον «Peanut». Όμως, πρέπει να έχουν γυρίσει μέχρι το βράδυ για να προλάβουν την ετήσια γιορτή του χωριού της. Στη συνέχεια φαίνεται η «Agwé», η «Quetzal» και ο «Peanut» να φτάνουν στο λιμάνι των πειρατών και εκεί να συναντούν δύο πουλιά, τον «Toco» και την «Jewel». Η «Quetzal» τους είπε ότι έψαχνε για τον κλεμμένο θησαυρό και ο «Toco» της είπε ότι ο «Pere» ήταν ο μόνος που γνώριζε για τους θησαυρούς των πειρατών. Στη συνέχεια, αναφέρεται πως ο «Pere» είναι ένας παπαγάλος που είχαν αιχμαλωτίσει οι πειρατές σε ένα από τα ταξίδια τους. Αρχικά σκόπευαν να τον πουλήσουν, όμως μετά αποφάσισαν να τον κρατήσουν οι ίδιοι. Από τη στιγμή που το Βρετανικό Ναυτικό συνέλαβε τους πειρατές, ο «Pere» έμεινε κλειδωμένος στο κλουβί που τον είχαν βάλει στο αρχηγείο τους και δεν μπορούσε να βγει. Ευτυχώς οι δύο φίλοι του, ο «Toco» και η «Jewel» του πήγαιναν φαγητό και νερό.”

Μόλις ολοκληρωθεί το βίντεο, εμφανίζεται μία άλλη οθόνη όπου ζητείται από τον παίκτη να βοηθήσει την «Quetzal» να βρει τον «Pere» και στη συνέχεια τον θησαυρό, έτσι ώστε να τον επιστρέψει στους κατοίκους του χωριού της πριν νυχτώσει. Επίσης, εμφανίζονται και οι οδηγίες προς τον παίκτη, οι οποίες του εξηγούν πώς να κινηθεί στον χώρο.

6.2.4. 1^ο Επίπεδο

Το πρώτο επίπεδο διαπραγματεύεται τις έννοιες του ρόλου του μηδενός και της αξίας θέσης ψηφίου σε έναν δεκαδικό αριθμό.

6.2.4.1 Εμπόδια και μέσα

Εμπόδιο

- Τα κλειδιά για το κλουβί του «Pere» βρίσκονται κλειδωμένα σε μυστικές κρύπτες σε τέσσερα κουτιά.

Μέσα

- Δίνονται βοηθητικά στοιχεία (hints), από τον «Peanut» και μέσα από τους διαλόγους στις ενδιάμεσες εικόνες.
- Τα κλειδιά που ανοίγουν το κλουβί του «Pere».

6.2.4.2 Λειτουργικοί Κανόνες

- Ο παίκτης μπορεί να περιηγηθεί στον χώρο όπως θέλει, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα πλήκτρα.
- Ο παίκτης μπορεί να επιλέξει ένα αντικείμενο, κάνοντας αριστερό κλικ πάνω του με το ποντίκι.
- Ο παίκτης μπορεί να εισέλθει στο αρχηγείο των πειρατών μόνο αν κάνει αριστερό κλικ στο πράσινο βελάκι που θα εμφανιστεί στην είσοδό του.
- Μόλις κάνει αριστερό κλικ ο παίκτης στο βελάκι στην είσοδο του αρχηγείου, τότε εμφανίζονται αυτομάτως οι εικόνες με τον διάλογο της «Quetzal» και του «Pere» μέσα στο αρχηγείο. Στη συνέχεια, ο παίκτης αυτομάτως μεταφέρεται σε μία οθόνη 3D, όπου μπορεί να περιηγηθεί μέσα στο αρχηγείο.
- Για να ξεκινήσει η δραστηριότητα με τα κουτιά με τις μυστικές κρύπτες στο αρχηγείο των πειρατών, ο παίκτης πρέπει πρώτα να κάνει αριστερό κλικ πάνω στο πρώτο κουτί (αυτό που βρίσκεται δίπλα στη σκάλα).
- Η μυστική κρύπτη στο κουτί ανοίγει μόνο όταν ο παίκτης μαντέψει και κάνει

- κλικ στον σωστό δεκαδικό αριθμό που αναπαρίσταται στον *άβακα* και στη συνέχεια στον σωστό δεκαδικό αριθμό που πρέπει να αφαιρέσει από τον *άβακα* ώστε να αδειάσει μία ή δύο θέσεις σε αυτόν.
- Για να συλλέξει ένα κλειδί από τη μυστική κρύπτη, ο παίκτης θα πρέπει να κάνει κλικ πάνω στο βελάκι που θα εμφανιστεί πάνω από το κλειδί όταν αυτή ανοίξει.
 - Αν ο παίκτης δεν καταφέρει να συλλέξει ένα κλειδιά στον προκαθορισμένο χρόνο, τότε ξεκινάει το επίπεδο από την αρχή.
 - Μόλις ο παίκτης συλλέξει και τα τέσσερα κλειδιά στην εργαλειοθήκη του, τότε μόνο μπορεί να ανοίξει το κλουβί του «Pere»
 - Το κλουβί του «Pere» ανοίγει μόνο όταν ο παίκτης κάνει αριστερό κλικ στις τέσσερις κλειδαριές που βρίσκονται στο πορτάκι του.
 - Μόλις ανοίξει το κλουβί του «Pere», τότε εμφανίζονται αυτομάτως οι εικόνες όπου φαίνεται ο διάλογος ανάμεσα στην «Quetzal» και τον «Pere» αρχικά και ανάμεσα στην «Quetzal» και την «Agwé» στη συνέχεια. Μετά, ο παίκτης μεταφέρεται αυτομάτως στο 2^ο επίπεδο.

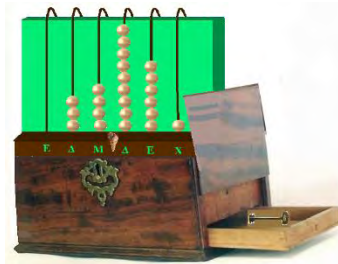
6.2.4.3. Σχεδιασμός 1^{ου} επιπέδου

Μαθησιακοί Στόχοι. Στο 1^ο επίπεδο ο στόχος είναι οι μαθητές: α) να είναι σε θέση να καταλαβαίνουν ποιος δεκαδικός αριθμός αναπαρίσταται σε έναν *άβακα*, β) να εμποδίσουν την αξία κάθε ψηφίου ανάλογα με τη θέση που έχει σε έναν δεκαδικό αριθμό με τη βοήθεια της οπτικής αναπαράστασης του αριθμού μέσω του *άβακα*, γ) να κατανοήσουν ότι αν υπάρχει μία άδεια θέση στον *άβακα* δεν σημαίνει πως δεν υπάρχει εκεί ψηφίο, αλλά ότι αυτή η θέση αντιπροσωπεύει το μηδέν στον δεκαδικό αριθμό, δ) να κατανοήσουν τι πρέπει να κάνουν ώστε να μηδενίσουν μία θέση στον *άβακα* και στον δεκαδικό αριθμό αντίστοιχα.

Το επίπεδο. Η «Quetzal» βρίσκεται στην προβλήτα του λιμανιού των πειρατών μαζί με τον «Peanut», τον «Toco» και την «Jewel». Ο «Peanut» αρχίζει να κινείται και λέει στην «Quetzal» πως ξέρει που βρίσκεται το αρχηγείο των πειρατών και της ζητάει να τον ακολουθήσει. Ο παίκτης πρέπει να κινήσει την «Quetzal» με τα πλήκτρα «W», «A», «S» και «D» έτσι ώστε να ακολουθήσει τον «Peanut». Ο «Peanut» σταματάει μπροστά από ένα κτήριο, στην είσοδο του οποίου εμφανίζεται ένα βελάκι. Ο παίκτης πρέπει να κάνει κλικ με το ποντίκι πάνω στο βελάκι έτσι ώστε να εισέλθει στο αρχηγείο των πειρατών.

Εικόνες με διαλόγους. Μέσα στο αρχηγείο, ο «Pere» βρίσκεται κλειδωμένος μέσα σε ένα κλουβί και ζητάει να μάθει ποιοι είναι αυτοί που μπήκαν στο αρχηγείο του και τι δουλειά έχουν εκεί. Η «Quetzal» συστήνει τον εαυτό της και τον «Peanut» και λέει στον «Pere» ότι πήγαν στο αρχηγείο για να ζητήσουν τη βοήθειά του. Ο «Pere» αρχικά αρνείται να τη βοηθήσει, λέγοντάς της πως είναι θυμωμένος με τους ανθρώπους, επειδή οι πειρατές τον άφησαν κλειδωμένο μέσα στο κλουβί του και δεν γύρισαν ποτέ να τον απελευθερώσουν. Στη συνέχεια, η «Quetzal» υπόσχεται στον «Pere» ότι θα κάνει ό,τι μπορεί για να τον βγάλει από το κλουβί και του λέει πως μετά αν θέλει μπορεί να την βοηθήσει κι αυτός. Οπότε, ο «Pere» μετά δίνει οδηγίες στην «Quetzal» για το πώς μπορεί να ανοίξει το κλουβί του και της υπόσχεται πως αν καταφέρει να τον απελευθερώσει, θα την βοηθήσει με ό,τι θέλει.

Κουτιά με μυστική κρύπτη. Το κλουβί είναι κλειδωμένο με τέσσερις κλειδαριές και τα κλειδιά που τις ανοίγουν βρίσκονται μέσα σε μυστικές κρύπτες στα τέσσερα κουτιά που βρίσκονται πάνω στο τραπέζι απέναντι από το κλουβί. Πάνω από κάθε κουτάκι υπάρχει ένας *άβακας* με μαργαριταρένιες χάντρες. Κάθε *άβακας* έχει 6 θέσεις (Εκατοντάδες, Δεκάδες, Μονάδες, Δέκατα, Εκατοστά και Χιλιοστά) και ανάμεσα στις Μονάδες και τα Δέκατα, υπάρχει ένα κοχύλι σε σχήμα υποδιαστολής (Εικόνα 8).



Εικόνα 8 Το κουτί με την μυστική κρύπτη.

Για να ανοίξει η μυστική κρύπτη σε κάθε κουτί, ο παίκτης πρέπει να ακολουθήσει μία σειρά από βήματα. Πρώτα πρέπει να βρει τον αριθμό που σχηματίζεται από τις μαργαριταρένιες χάντρες. Για να το κάνει αυτό, πρέπει να επιλέξει τον σωστό από τους 4 αριθμούς που εμφανίζονται στην εργαλειοθήκη του. Μόλις ο παίκτης κάνει αριστερό κλικ στον σωστό αριθμό (π.χ. 34,691), περνάει στο δεύτερο στάδιο όπου εμφανίζονται οδηγίες που λένε στον παίκτη να αδειάσει μία θέση στον *άβακα* π.χ. δέκατα, αφαιρώντας την κατάλληλη ποσότητα. Ο παίκτης κάνει αριστερό κλικ με το ποντίκι πάνω σε έναν από τους 4 καινούργιους αριθμούς που εμφανίζονται στην εργαλειοθήκη του (π.χ. 0,06, 0,6, 0,09, 0,01) για να επιλέξει ποιον από αυτούς επιθυμεί να αφαιρέσει. Όταν κάνει κλικ πάνω στον σωστό αριθμό, τότε οι αντίστοιχες μαργαριταρένιες χάντρες μεταφέρονται στο πίσω μέρος του *άβακα* και ανοίγει η μυστική κρύπτη. Μέσα στην κρύπτη υπάρχει ένα κλειδί και πάνω από το κλειδί εμφανίζεται ένα βελάκι. Ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ με το ποντίκι πάνω στο βελάκι και τότε το κλειδί μεταφέρεται στην εργαλειοθήκη του παίκτη και αυτός προχωράει στο επόμενο κουτί.

Στα δύο πρώτα κουτιά, ο παίκτης καλείται να μηδενίσει μόνο μία θέση κάθε φορά στον *άβακα*. Στα δύο επόμενα κουτιά όμως, πρέπει να μηδενίσει δύο θέσεις στον *άβακα*, που είτε είναι συνεχόμενες, είτε διάσπαρτες (π.χ. δέκατα και χιλιοστά). Η Quetzal πρέπει να προλάβει να γυρίσει έγκαιρα σπίτι της μέχρι το βράδυ, οπότε υπάρχει περιορισμός στον χρόνο. Αν τελειώσει ο προκαθορισμένος χρόνος, τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα στην οθόνη, το οποίο λέει το εξής: «Έχασες αρκετό χρόνο κάνοντας αυτή

τη δραστηριότητα και η «Quetzal» δεν θα προλάβει να επιστρέψει στο σπίτι της πριν νυχτώσει. Καλύτερα να δοκιμάσεις πάλι ξεκινώντας από την αρχή.». Ο παίκτης μεταφέρεται στην αρχή του πρώτου επιπέδου και αρχίζει να παίζει πάλι το παιχνίδι.

Αν ο παίκτης καταφέρει να συγκεντρώσει τα 4 κλειδιά στον χρόνο που του δίνεται, τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα στην οθόνη που λέει στον παίκτη πως πρέπει να ανοίξει το κλουβί, κάνοντας κλικ πάνω στις κλειδαριές του. Οπότε ο παίκτης κινεί την «Quetzal» προς το κλουβί του «Pere» και μόλις κάνει αριστερό κλικ πάνω σε μία από τις κλειδαριές, τότε το κλειδί φεύγει από την εργαλειοθήκη του και μεταφέρεται στην κλειδαριά, όπου ακούγεται ένας ήχος ξεκλειδώματος και αυτή ανοίγει. Μόλις ανοίξουν και οι τέσσερις κλειδαριές, τότε εμφανίζονται νέες εικόνες με διαλόγους, όπου παρουσιάζεται η συνέχεια της ιστορίας.

Εικόνες με διαλόγους. Ο «Pere» όλο χαρά ρωτάει την «Quetzal» πως μπορεί να τη βοηθήσει για να την ευχαριστήσει κι εκείνη του αποκαλύπτει πως ψάχνει για τον θησαυρό που είχαν κλέψει πριν από τέσσερα χρόνια οι πειρατές από το χωριό της στο «Abaco». Ο «Pere» λέει στην «Quetzal» πως θυμάται έναν διάλογο στο αρχηγείο μεταξύ των πειρατών για εκείνη την επιδρομή. Σύμφωνα με τα όσα είχαν πει, ο θησαυρός βρίσκεται κρυμμένος κάπου στο νησί. Μάλιστα, είχαν σχεδιάσει έναν χάρτη που έδειχνε το ακριβές σημείο όπου τον είχαν κρύψει. Τον χάρτη τον κουβαλούσαν πάντα μαζί τους σε ένα χρηματοκιβώτιο. Στη συνέχεια εμφανίζεται ο διάλογος ανάμεσα στην «Quetzal» και την «Agwé» έξω από το αρχηγείο των πειρατών.

Εικόνες με διαλόγους. Η «Agwé» προτείνει στην «Quetzal» και τον «Peanut» να ξεκινήσουν την αναζήτηση του χάρτη στην άλλη μεριά του νησιού, στην ακτή όπου βρίσκεται το ναυαγισμένο πλοίο των πειρατών. Στην προσπάθειά τους να ξεφύγουν από το πλοίο του Βρετανικού Ναυτικού πριν από τέσσερις μήνες, αφήφισαν την καταγίδα κι έτσι έπεσαν πάνω σ' έναν ύφαλο εκεί κοντά. Επιπρόσθετα, η «Agwé» λέει

πως για να κόψουν δρόμο, πρέπει να ακολουθήσουν το μονοπάτι που περνάει μέσα από το δάσος. Κάνοντας αριστερό κλικ πάνω στο μονοπάτι που δείχνει η «Agwé», ο παίκτης μεταφέρεται στο 2^ο επίπεδο.

6.2.5. 2^ο Επίπεδο

6.2.5.1 Εμπόδια και μέσα

Εμπόδια

- Το χρηματοκιβώτιο μέσα στο οποίο βρίσκεται ο χάρτης με τον θησαυρό είναι κλειδωμένο.
- Δεν είναι εμφανές με την πρώτη ματιά το σημείο στο οποίο βρίσκεται ο θησαυρός στον χάρτη

Μέσα

- Δίνονται βοηθητικά στοιχεία (hints), από τον «Peanut» και μέσα από τους διαλόγους στις ενδιάμεσες εικόνες.
- Τα κλειδιά που ανοίγουν το χρηματοκιβώτιο.

6.2.5.2 Λειτουργικοί κανόνες

- Ο παίκτης μπορεί να περιηγηθεί στον χώρο όπως θέλει, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα πλήκτρα.
- Ο παίκτης μπορεί να επιλέξει ένα αντικείμενο, κάνοντας αριστερό κλικ πάνω του με το ποντίκι.
- Το 2^ο επίπεδο ξεκινάει με μία εικόνα όπου εμφανίζεται ο «Peanut» να εξηγεί στην «Quetzal» τι πρέπει να κάνει στην ακτή και μόλις τελειώσει η προβολή του,

- ο παίκτης μεταφέρεται αυτομάτως σε οθόνη 3Δ και πιο συγκεκριμένα στην ακτή με το ναυάγιο.
- Για να προχωρήσει το παιχνίδι, ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω στο χρηματοκιβώτιο.
 - Ο παίκτης πρέπει να συλλέξει όλα τα κλειδιά που βρίσκονται στην ακτή πριν τελειώσει ο προκαθορισμένος χρόνος.
 - Αν τελειώσει ο διαθέσιμος χρόνος πριν καταφέρει ο παίκτης να συλλέξει όλα τα κλειδιά, τότε μεταφέρεται στο σημείο από το οποίο ξεκίνησε την αναζήτηση και πρέπει να τα συλλέξει από την αρχή.
 - Όταν συγκεντρωθούν και τα έξι κλειδιά, τότε εμφανίζεται ένα βελάκι πάνω από το χρηματοκιβώτιο. Ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω στο βελάκι αυτό για να προχωρήσει στο επόμενο κομμάτι του επιπέδου.
 - Στην εικόνα με τις οδηγίες για την τοποθέτηση των κλειδιών στις κλειδαρότρυπες του χρηματοκιβωτίου, ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω στο κουμπί έναρξη για να προχωρήσει και να ξεκινήσει να τοποθετεί τα κλειδιά.
 - Για να τοποθετήσει ένα κλειδί σε μία κλειδαριά, ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ στο κόκκινο τετραγωνάκι πάνω από την κλειδαριά, μετά να κάνει αριστερό κλικ πάνω στο κλειδί με το ψηφίο που επιθυμεί να εμφανιστεί στη θέση αυτή και στο τέλος, να κάνει αριστερό κλικ στο πράσινο κουμπί στο κάτω μέρος της οθόνης.
 - Όταν ο παίκτης κάνει αριστερό κλικ πάνω σε ένα κόκκινο κουτάκι ή σε ένα κλειδί, τότε αυτά εξαφανίζονται.
 - Μόνο όταν ο παίκτης κάνει αριστερό κλικ στο πράσινο κουμπί, εμφανίζεται το ψηφίο που είχε επιλέξει στην κλειδαριά.

- Μόνο όταν τοποθετηθούν κλειδιά σε όλες τις κλειδαριές μιας σειράς, εμφανίζεται ένα κόκκινο κουμπί στο κάτω μέρος της οθόνης.
- Αν ο παίκτης έχει τοποθετήσει σωστά όλα τα κλειδιά και κάνει αριστερό κλικ πάνω στο κόκκινο κουμπί, τότε προχωράει στην επόμενη σειρά από κλειδαριές.
- Αν ο παίκτης δεν έχει τοποθετήσει σωστά όλα τα κλειδιά και κάνει αριστερό κλικ πάνω στο κόκκινο κουμπί, τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα που τον ενημερώνει πως δεν τοποθέτησε σωστά τα κλειδιά και πως πρέπει να προσπαθήσει ξανά. Ο παίκτης πρέπει να κάνει κλικ πάνω σε αυτό το μήνυμα για να επιστρέψει στο επίπεδο που βρισκόταν.
- Αν ο παίκτης κάνει αριστερό κλικ πάνω στο κουμπί επαναφορά, τότε όλα τα κλειδιά επιστρέφουν στη θέση τους και μπορεί να ξεκινήσει την προσπάθειά του από την αρχή.
- Αν ο παίκτης δεν καταφέρει να τοποθετήσει σωστά τα κλειδιά στον προκαθορισμένο χρόνο, τότε ξεκινάει το επίπεδο από την αρχή.
- Όταν ανοίξουν όλες οι σειρές από κλειδαριές σε μία πόρτα, μόνο τότε ο παίκτης προχωράει στην επόμενη πόρτα.
- Όταν ανοίξουν και οι τρεις πόρτες του χρηματοκιβωτίου, εμφανίζεται στο εσωτερικό του ο χάρτης με τον θησαυρό. Ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω του για να τον ανοίξει.
- Ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω στα σημεία του άξονα που αντιστοιχούν στο x και στο y που του δίνονται στις οδηγίες, για να εμφανιστεί το σημείο που ψάχνει στον χάρτη.
- Αν δεν είναι σωστή η εκτίμηση για το ένα ή και για τα δύο σημεία στους άξονες x και y , τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα που λέει στον παίκτη πως δεν επέλεξε τα σωστά σημεία και πως πρέπει να προσπαθήσει ξανά.

- Αν ο παίκτης ξεπεράσει τον προκαθορισμένο χρόνο, τότε ξεκινάει το 2^ο επίπεδο από την αρχή.
- Μόλις εμφανιστεί και το τελευταίο σημείο στον χάρτη, ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω του για να μεταφερθεί στο 3^ο επίπεδο.

6.2.5.3. Σχεδιασμός 2^{ου} επιπέδου

Στο 2^ο επίπεδο, εμφανίζονται οι έννοιες της ποσότητας που αναπαριστούν οι δεκαδικοί αριθμοί και της πυκνότητας των δεκαδικών αριθμών.

Μαθησιακοί στόχοι. Το συγκεκριμένο επίπεδο έχει τους εξής μαθησιακούς στόχους: α) κατανόηση του ρόλου του μηδενός, β) εξοικείωση με την ποσότητα που αντιπροσωπεύει κάθε δεκαδικός αριθμός και γ) κατανόηση της πυκνότητας των δεκαδικών αριθμών.

Εικόνες με διαλόγους. Η «Quetzal» μαζί με τον «Peanut» βρίσκονται στην ακτή με το ναυάγιο, όπου υπάρχουν πολλά αντικείμενα στη αμμουδιά, τα οποία έχει ξεβράσει η θάλασσα. Ο «Peanut» λέει στην «Quetzal» ότι πρέπει να ψάξουν για το χρηματοκιβώτιο όπου έχουν φυλάξει τον χάρτη οι πειρατές.

Το επίπεδο. Ο παίκτης πρέπει να κινήσει την «Quetzal» στον χώρο χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο, ώστε να εντοπίσει το χρηματοκιβώτιο (εικόνα 9). Μόλις βρει το χρηματοκιβώτιο, πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω του για να συνεχιστεί το παιχνίδι.



Εικόνα 9. Το χρηματοκιβώτιο.

Εικόνες με διαλόγους. Ο «Peanut» λέει στην «Quetzal» πως πρέπει να ψάξουν στην ακτή να βρουν τα κλειδιά που ανοίγουν το χρηματοκιβώτιο.

Άνοιγμα της 1^{ης} πόρτας του χρηματοκιβωτίου. Στην ακτή υπάρχουν διασκορπισμένα 6 κλειδιά, κάθε ένα από τα οποία έχει πάνω του ένα ψηφίο (ανάμεσά τους και το 0). Ο παίκτης κινείται στον χώρο χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο και κάθε φορά που εντοπίζει ένα κλειδί, πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω του έτσι ώστε να εμφανιστεί στην εργαλειοθήκη του. Όταν συγκεντρώσει όλα τα κλειδιά, τότε εμφανίζεται ένα βελάκι πάνω από το χρηματοκιβώτιο. Ο παίκτης πρέπει να κάνει κλικ πάνω σε αυτό το βελάκι για να προχωρήσει παρακάτω στο παιχνίδι. Αρχικά, εμφανίζεται μία καρτέλα με αριθμημένες οδηγίες και συνοδευτική εικόνα της δραστηριότητας, που πρέπει να διαβάσει ο παίκτης πριν ξεκινήσει αυτό το κομμάτι του επιπέδου. Πάνω από το πλαίσιο όπου αναγράφονται οι οδηγίες, υπάρχει το κομμάτι του επιπέδου που ακολουθεί σε μικρογραφία και οι αριθμοί των οδηγιών (ανάλογα με το κομμάτι στο οποίο αναφέρονται), ώστε να είναι πιο κατανοητές. Όταν πατήσει το κουμπί «ΕΝΑΡΞΗ», τότε μεταφέρεται σε μία οθόνη 2-Δ όπου υπάρχουν: α) η πόρτα του χρηματοκιβωτίου με δύο σελ από κλειδαρότρυπες που βρίσκονται τοποθετημένες σε πλήρη στοίχιση κάτω από τα αρχικά της αξίας θέσης ψηφίου (E Δ M, Δ E X), β) τα έξι κλειδιά με τα ψηφία να αναγράφονται πάνω τους, γ) ένα πράσινο κουμπί και δ) ένα μήνυμα στην οθόνη, το οποίο λέει το εξής: «Στην πάνω σειρά από τις κλειδαριές, πρέπει να τοποθετήσεις τα κλειδιά έτσι ώστε να σχηματίσεις τον μεγαλύτερο δεκαδικό αριθμό. Η πάνω σειρά από κλειδαρότρυπες περικλείεται από ένα κόκκινο πλαίσιο και κάθε κλειδαρότρυπα έχει από πάνω της ένα κόκκινο κουμπί έτσι ώστε να φαίνεται που πρέπει ο παίκτης να τοποθετήσει τα κλειδιά. Ο παίκτης ακολουθώντας τις οδηγίες, πρέπει κάθε φορά που θέλει να τοποθετήσει ένα κλειδί σε μία κλειδαρότρυπα, να κάνει κλικ πρώτα το κόκκινο κουμπί πάνω από την κλειδαρότρυπα, στη συνέχεια να κάνει

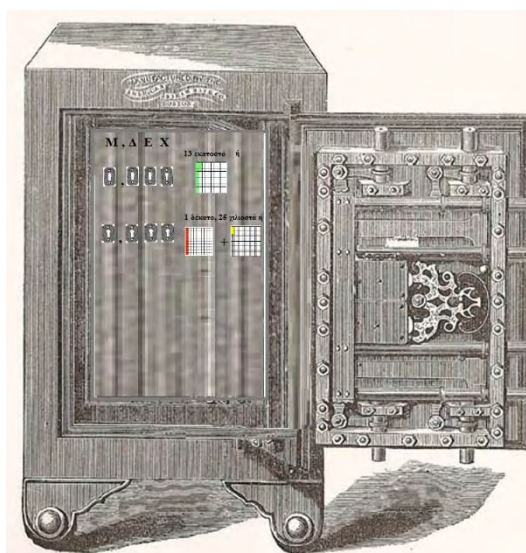
κλικ στο κλειδί που επιθυμεί και μετά να κάνει κλικ στο πράσινο κουμπί. Τότε, το κλειδί θα φύγει από την εργαλειοθήκη και θα μεταφερθεί στην κλειδαριά, όπου είναι ευδιάκριτος ο αριθμός του. Σε περίπτωση που ο παίκτης από λάθος τοποθετήσει ένα κλειδί που δεν επιθυμεί σε μία κλειδαρότρυπα, τότε μπορεί να πατήσει το κουμπί «επαναφορά», ώστε να επιστρέψουν όλα τα κλειδιά στη θέση τους και να ξεκινήσει από την αρχή την προσπάθειά του. Μόλις τοποθετήσει όλα τα κλειδιά, τότε θα εμφανιστεί στο κάτω μέρος της οθόνης ένα κόκκινο κουμπί, στο οποίο θα πρέπει να κάνει κλικ ο παίκτης, για να δει αν κατάφερε να ανοίξει τη συγκεκριμένη κλειδαριά. Αν η κλειδαριά δεν ανοίξει, τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα στην οθόνη που λέει το εξής: «Τα κλειδιά δεν τοποθετήθηκαν σωστά. Δοκίμασε ξανά.». Έτσι ο παίκτης έχει κι άλλη ευκαιρία να τοποθετήσει εκ νέου τα κλειδιά έτσι ώστε να σχηματίσει τον σωστό δεκαδικό αριθμό με τα ψηφία τους.

Στην περίπτωση που δεν προλάβει ο παίκτης να τοποθετήσει τα κλειδιά στις κλειδαρότρυπες και να πατήσει το κόκκινο κουμπί πριν τελειώσει ο χρόνος που του δίνεται, εμφανίζεται το εξής μήνυμα: «Έχασες αρκετό χρόνο κάνοντας αυτή τη δραστηριότητα και η «Quetzal» δεν θα προλάβει να επιστρέψει στο σπίτι της πριν νυχτώσει. Καλύτερα να δοκιμάσεις πάλι ξεκινώντας από την αρχή.». Ο παίκτης ξεκινάει από την αρχή την προσπάθειά του να ανοίξει το χρηματοκιβώτιο. Αυτοί οι κανόνες ισχύουν για όλες τις κλειδαριές που θα κληθεί να ανοίξει και στη συνέχεια ο παίκτης.

Αν τα κλειδιά τοποθετηθούν σωστά και ο παίκτης πατήσει το κόκκινο κουμπί, τότε ακούγεται ένα ήχος που δείχνει ότι η κλειδαριά ξεκλείδωσε και μεταφέρεται σε μία άλλη 2Δ οθόνη, όπου θα επιχειρήσει να ανοίξει τη δεύτερη κλειδαριά της πόρτας, αυτή τη φορά τοποθετώντας τα κλειδιά με τέτοια σειρά, ώστε να σχηματίσει τον μικρότερο δυνατόν δεκαδικό αριθμό με αυτά.

Εικόνα με διάλογο. Μόλις ανοίξει και η δεύτερη κλειδαριά, τότε εμφανίζεται μία εικόνα με το πρώτο πορτάκι ανοιγμένο και τον «Peanut» να λέει πως ο παίκτης κατάφερε να ανοίξει το πορτάκι, όμως υπάρχει και δεύτερο πορτάκι που πρέπει να ανοιχτεί.

Άνοιγμα της 2^{ης} πόρτας του χρηματοκιβωτίου. Αυτή τη φορά, πάνω στο πορτάκι (εικόνα 10) υπάρχουν οι κλειδαριές, στοιχισμένες κάτω από τις μονάδες, τα δέκατα, τα εκατοστά και τα χιλιοστά. Δίπλα στις κλειδαριές υπάρχουν αναπαραστάσεις δεκαδικών αριθμών (π.χ. 14 εκατοστά, 3 χιλιοστά). Εκτός από τις ισοδύναμες αναπαραστάσεις υπάρχουν και τα αντίστοιχα *decimal squares* ή αθροίσματα από *decimal squares* (ένα για κάθε θέση του δεκαδικού αριθμού). Παραδείγματος χάρη, το «143 χιλιοστά» θα αναπαρίσταται με το «decimal square» ως $143/1000$, ενώ το «14 εκατοστά, 3 χιλιοστά» θα αναπαρίσταται με *decimal squares* ως $14/100 + 3/1000$. Ο παίκτης πρέπει να τοποθετήσει (σε μία σειρά κάθε φορά) κάποια από τα κλειδιά που έχει στη διάθεσή του, ώστε να σχηματίσει με τα ψηφία που βρίσκονται πάνω τους, τους δεκαδικούς αριθμούς που απεικονίζονται στις ισοδύναμες αναπαραστάσεις και τα *decimal squares*.

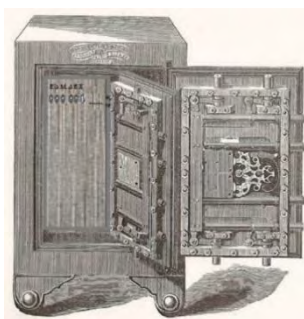


Εικόνα 10. Το δεύτερο πορτάκι του χρηματοκιβωτίου.

Στα κλειδιά έχει προστεθεί και ένα με το «x» να αναγράφεται πάνω του. Στις οδηγίες αναγράφεται πως αυτό το κλειδί πρέπει να τοποθετηθεί από τον παίκτη, στην κλειδαρότρυπα όπου δεν πρέπει να τοποθετηθεί κανένα κλειδί. Ο παίκτης πρέπει να τοποθετήσει τα κλειδιά με τη σωστή σειρά για να προχωρήσει παρακάτω. Ισχύουν οι ίδιοι κανόνες που ίσχυαν και για το πρώτο πορτάκι, όσον αφορά την τοποθέτηση των κλειδιών και την επαναφορά. Ο χρόνος είναι και πάλι περιορισμένος. Μόλις τελειώσει, τότε εμφανίζεται το ίδιο μήνυμα με πριν: «Έχασες αρκετό χρόνο κάνοντας αυτή τη δραστηριότητα και δεν θα προλάβεις να επιστρέψεις στο σπίτι σου πριν νυχτώσει. Καλύτερα να δοκιμάσεις πάλι ξεκινώντας από την αρχή.» και ο παίκτης ξεκινάει το 2^ο επίπεδο από την αρχή.

Εικόνα με διάλογο. Μόλις ανοίξει και η δεύτερη κλειδαριά, τότε εμφανίζεται μία εικόνα με το δεύτερο πορτάκι ανοιγμένο και τον «Peanut» δίπλα να λέει: «Τα κατάφερες και άνοιξες και το δεύτερο πορτάκι, όμως υπάρχει και τρίτο πορτάκι που πρέπει να ανοίξουμε.»

Άνοιγμα της 3^{ης} πόρτας του χρηματοκιβωτίου. Μόλις ανοίξουν όλες οι κλειδαριές, τότε ανοίγει το δεύτερο πορτάκι και μέσα στο χρηματοκιβώτιο φαίνεται πως υπάρχει ένα τρίτο και τελευταίο πορτάκι (εικόνες 11, 12).



Εικόνα 11. Το τρίτο πορτάκι του χρηματοκιβωτίου.

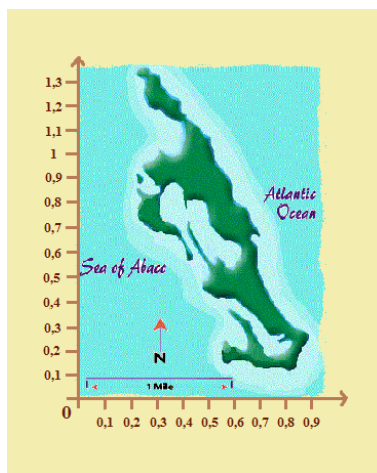


Εικόνα 12. Μεγέθυνση της τρίτης πόρτας του χρηματοκιβωτίου.

Αυτή τη φορά, τα κλειδιά θα πρέπει αν τοποθετηθούν σε μία σειρά έτσι ώστε να σχηματιστεί ο δεκαδικός αριθμός που απεικονίζεται στην ισοδύναμη αναπαράσταση, χωρίς όμως να υπάρχει και το βοηθητικό στοιχείο των *decimal squares*. Οι κανόνες για την τοποθέτηση των κλειδιών και την επαναφορά συνεχίζουν να ισχύουν όπως προηγουμένως.

Ο χρόνος που έχει στη διάθεσή του ο παίκτης για αν ανοίξει το χρηματοκιβώτιο είναι περιορισμένος. Μόλις τελειώσει, τότε εμφανίζεται το ίδιο μήνυμα με πριν: «Έχασες αρκετό χρόνο κάνοντας αυτή τη δραστηριότητα και δεν θα προλάβεις να επιστρέψεις στο σπίτι σου πριν νυχτώσει. Καλύτερα να δοκιμάσεις πάλι ξεκινώντας από την αρχή.» και ο παίκτης ξεκινάει το 2^ο επίπεδο από την αρχή. Αν ο παίκτης καταφέρει να ανοίξει και τα τρία πορτάκια μέσα στον προκαθορισμένο χρόνο, τότε εμφανίζεται μέσα στο χρηματοκιβώτιο ο χάρτης με τον θησαυρό. Ο παίκτης πρέπει να κάνει κλικ πάνω στον χάρτη για να τον ανοίξει.

Εντοπισμός του σημείου όπου είναι κρυμμένος ο θησαυρός πάνω στον χάρτη. Ο χάρτης (εικόνα 13) εμφανίζεται σε οθόνη 2Δ. Πάνω στον χάρτη υπάρχει το νησί που βρίσκονται, το οποίο φαίνεται πίσω από ένα πλέγμα με συντεταγμένες.



Εικόνα 13. Ο χάρτης με τον κλεμμένο θησαυρό.

Υπάρχουν δύο άξονες, ο x που είναι ο οριζόντιος και ο y που είναι ο κάθετος. Στο κάτω μέρος του χάρτη, υπάρχουν οι συντεταγμένες των σημείων της διαδρομής που οδηγεί στον θησαυρό με την εξής μορφή: Το σημείο (α) βρίσκεται στο $x=0,31$ και $y=0,45$ κτλ. Συνολικά, ο παίκτης πρέπει να εντοπίσει 4 σημεία στον χάρτη (α, β, γ, δ) για να σχηματιστεί όλη η διαδρομή προς τον θησαυρό. Στους άξονες υπάρχουν με νούμερα οι αριθμοί 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5. Ο παίκτης πρέπει να εκτιμήσει το σημείο στον άξονα που αντιστοιχεί στο x και στο y αντίστοιχα και να κάνει κλικ πάνω τους για να τα επιλέξει. Ο παίκτης πρέπει πρώτα να εντοπίσει το σημείο (α). Αν και τα δύο σημεία που επέλεξε πάνω στους άξονες x και y αντίστοιχα είναι σωστά, τότε εμφανίζεται το σημείο (α) στον χάρτη, που δεν είναι άλλο από το αρχηγείο των πειρατών. Στη συνέχεια, πρέπει να εντοπίσει το σημείο (β) και μόλις το βρει θα εμφανιστούν διακεκομμένες γραμμές που δείχνουν το πρώτο τμήμα της διαδρομής προς τον θησαυρό, μαζί με το ορόσημο που θα συναντήσουν όταν φτάσουν στο σημείο (β) (π.χ. ένας πέτρινος ναός). Σε περίπτωση που δεν είναι σωστή η εκτίμηση για το ένα ή και για τα δύο σημεία στους άξονες x και y , τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα που λέει στον παίκτη πως δεν επέλεξε τα σωστά σημεία και πως πρέπει να προσπαθήσει ξανά.

Υπάρχει και πάλι περιορισμένος χρόνος και αν ο παίκτης τον ξεπεράσει, τότε ξεκινάει το 2^ο επίπεδο από την αρχή. Μόλις εμφανιστεί και το τελευταίο σημείο στον χάρτη, ο παίκτης κάνει κλικ πάνω σε αυτό και μεταφέρεται στο 3^ο επίπεδο.

6.2.6. 3^ο Επίπεδο

6.2.6.1. Εμπόδια και μέσα

Εμπόδια

- Η είσοδος της σπηλιάς μέσα στην οποία βρίσκεται ο θησαυρός είναι σφραγισμένη με μία κατασκευή από κρυστάλλους.

- Στη διαδρομή ανάμεσα στην είσοδο της σπηλιάς και το σημείο όπου βρίσκεται ο θησαυρός, υπάρχουν σφραγισμένες πόρτες.

Μέσα

- Δίνονται βοηθητικά στοιχεία (hints), από τον «Peanut» και μέσα από τους διαλόγους στις ενδιάμεσες εικόνες.
- Οι κρύσταλλοι που ανοίγουν τις πόρτες στο εσωτερικό της σπηλιάς.

6.2.6.2. Λειτουργικοί κανόνες

- Ο παίκτης μπορεί να περιηγηθεί στον χώρο όπως θέλει, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα πλήκτρα.
- Ο παίκτης μπορεί να επιλέξει ένα αντικείμενο, κάνοντας αριστερό κλικ πάνω του με το ποντίκι.
- Για να αφαιρέσει έναν κρύσταλλο από την είσοδο της σπηλιάς, ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω του, όταν στην εργαλειοθήκη του φωτιστεί ο δεκαδικός αριθμός που αντιστοιχεί σε αυτόν.
- Κάθε κρύσταλλος που αφαιρείται από την είσοδο της σπηλιάς, μεταφέρεται αυτόματα στην εργαλειοθήκη του παίκτη, με τον δεκαδικό αριθμό στον οποίο αντιστοιχεί, να εμφανίζεται πάνω του.
- Μόνο όταν ο παίκτης συλλέξει όλους τους κρυστάλλους που αντιστοιχούν στον δεκαδικό αριθμό που φωτίζεται, θα φωτιστεί ο επόμενος δεκαδικός αριθμός.
- Αν ο παίκτης ξεπεράσει τον προκαθορισμένο χρόνο, τότε ξεκινάει το 3^ο επίπεδο από την αρχή
- Μόλις αφαιρεθούν όλοι οι κρύσταλλοι από την είσοδο της σπηλιάς, τότε μόνο μπορεί ο παίκτης να περάσει μέσα από το άνοιγμα και να προχωρήσει στο

- εσωτερικό της.
- Για να τοποθετήσει ο παίκτης έναν κρύσταλλο από την εργαλειοθήκη του στη βάση έξω από τις πόρτες που βρίσκονται μέσα στη σπηλιά, πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω του κι έπειτα στο πράσινο κουμπί στο κάτω μέρος της οθόνης.
 - Οι πόρτες μέσα στη σπηλιά ανοίγουν μόνο όταν τοποθετηθούν σωστά οι κρύσταλλοι στις βάσεις έξω από αυτές.
 - Αν στη βάση τοποθετηθούν οι λάθος κρύσταλλοι, τότε επιστρέφουν στην εργαλειοθήκη και ο παίκτης πρέπει να προσπαθήσει ξανά.
 - Αν ο παίκτης ξεπεράσει τον προκαθορισμένο χρόνο, τότε ξεκινάει το 3^ο επίπεδο από την αρχή.
 - Μόλις ανοίξει η τελευταία πόρτα, εμφανίζεται ο θησαυρός στο βάθος της σπηλιάς και ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω του για να τερματίσει το παιχνίδι.

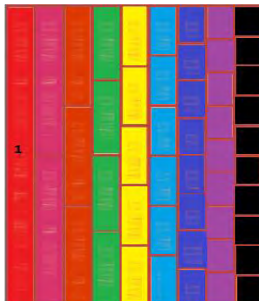
6.2.6.3. Σχεδιασμός 3^{ου} επιπέδου

Στο 3^ο επίπεδο, εμφανίζεται η έννοια των σχέσεων ανάμεσα στους δεκαδικούς αριθμούς. Στην κατανόηση των σχέσεων συνδράμει η οπτική αναπαράσταση με τα *decimal tower cubes*.

Μαθησιακοί στόχοι. Οι στόχοι του συγκεκριμένου επιπέδου είναι οι εξής: α) κατανόηση των σχέσεων που υπάρχουν ανάμεσα στους δεκαδικούς αριθμούς και β) εξάσκηση με τον συνδυασμό δεκαδικών αριθμών για τον σχηματισμό άλλου δεκαδικού αριθμού.

Το επίπεδο. Στο 3^ο επίπεδο, η «Quetzal» μαζί με τον «Peanut» βρίσκονται έξω από τη σπηλιά όπου σύμφωνα με τον χάρτη είναι κρυμμένος ο θησαυρός. Η είσοδος

της σπηλιάς όμως είναι σφραγισμένη με μία κατασκευή από κρυστάλλους (εικόνα 14). Αυτοί οι κρύσταλλοι αντιπροσωπεύουν τα *decimal tower cubes* στον κόσμο του παιχνιδιού.



Εικόνα 14. Κατασκευή με κρυστάλλους στην είσοδο της σπηλιάς.

Εικόνα με διάλογο. Ο «Peanut» λέει στην «Quetzal» πως ο χάρτης που βρήκαν δείχνει ότι ο θησαυρός βρίσκεται μέσα σ' αυτή τη σπηλιά. Επίσης, της επισημαίνει πως οι πειρατές έχουν σφραγίσει τη σπηλιά με μία κατασκευή από κρυστάλλους.

Απομάκρυνση κρυστάλλων από την είσοδο της σπηλιάς. Εμφανίζεται ένα στιγμιότυπο με οδηγίες για το επίπεδο. Σύμφωνα με αυτές, ο παίκτης πρέπει να εκτιμήσει τον δεκαδικό αριθμό που αντιστοιχεί σε κάθε ένα από τους κρυστάλλους που απαρτίζουν το εμπόδιο, ώστε να μπορέσει να τον αφαιρέσει από την είσοδο και να τον προσθέσει στην εργαλειοθήκη του. Ο παίκτης έχει στην εργαλειοθήκη του τους αριθμούς στους οποίους αντιστοιχούν οι κρύσταλλοι (0,5, 0,33, 0,25, 0,166, 0,125, 0,1 και 0,083). Κάθε φορά που επιλέγει έναν κρύσταλλο, πρέπει να εκτιμήσει και να επιλέξει τον αντίστοιχο δεκαδικό αριθμό από την εργαλειοθήκη του. Αν είναι σωστός ο αριθμός που επέλεξε ο παίκτης, τότε ο κρύσταλλος με τον αντίστοιχο αριθμό να αναγράφεται πάνω του, μεταφέρεται στην εργαλειοθήκη. Ο παίκτης πρέπει να συγκεντρώσει όλους τους κρυστάλλους στην εργαλειοθήκη του για να μπορέσει να περάσει μέσα από το άνοιγμα της σπηλιάς. Όταν συγκεντρωθούν όλοι οι κρύσταλλοι, τότε ο παίκτης μπορεί να προχωρήσει μέσα από το άνοιγμα της σπηλιάς.

Εύρεση θησαυρού στη σπηλιά. Οι κρύσταλλοι αποτελούν τώρα εργαλεία για την «Quetzal». Ο δρόμος μέσα στη σπηλιά είναι φραγμένος σε πολλά σημεία με πέτρινες πόρτες. Αυτές οι πόρτες έκλεισαν μόλις οι πειρατές έβγαλαν από τη θέση τους, τους κρυστάλλους. Δίπλα σε κάθε πόρτα υπάρχει μία κενή βάση σε μία προεξοχή στον τοίχο και δίπλα της μία πέτρινη στήλη, πάνω στην οποία αναγράφεται ένας δεκαδικός αριθμός ή η μονάδα. Για να ανοίξει μία πόρτα, πρέπει ο παίκτης να τοποθετήσει στη βάση τόσους κρυστάλλους όσους αναγράφονται σε αυτήν (εικόνα 15), ώστε να σχηματιστεί ο αριθμός που βρίσκεται στην πέτρινη στήλη. Ο παίκτης κάνει κλικ πάνω στους κρυστάλλους στην εργαλειοθήκη του για να τους επιλέξει και μόλις επιλέξει όσου θέλει, πατάει το πράσινο κουμπί και αυτοί εμφανίζονται σε μία στήλη όπως παραπάνω στη βάση. Σε περίπτωση που είναι οι σωστοί, το ύψος τους είναι το ίδιο με αυτό της πέτρινης στήλης και η πόρτα ανοίγει. Σε αντίθετη περίπτωση, η στήλη με τους κρυστάλλους είναι πιο ψηλή ή πιο χαμηλή από την πέτρινη στήλη και η πόρτα δεν ανοίγει. Οι κρύσταλλοι τότε επιστρέφουν στην εργαλειοθήκη και ο παίκτης πρέπει να προσπαθήσει ξανά.



Εικόνα 15. Τοποθέτηση κρυστάλλων για το άνοιγμα της πόρτας.

Η ηρωίδα θα πρέπει να ανοίξει αρκετές πόρτες μέχρι να φτάσει στον θησαυρό (κάθε φορά θα αυξάνεται ο βαθμός δυσκολίας). Αν ξεπεράσει τον προκαθορισμένο

χρόνο, τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα που λέει στον παίκτη: «Έχασες αρκετό χρόνο κάνοντας αυτή τη δραστηριότητα και η «Quetzal» δεν θα προλάβει να επιστρέψει στο σπίτι της πριν νυχτώσει. Καλύτερα να δοκιμάσεις πάλι ξεκινώντας από την αρχή.». Μετά από την προβολή του μηνύματος, ο παίκτης ξεκινάει το 3^ο επίπεδο από την αρχή. Αν ο παίκτης καταφέρει να ανοίξει όλες τις πόρτες, τότε θα δει τον θησαυρό στο βάθος της σπηλιάς. Κάνοντας κλικ πάνω στον θησαυρό, ο παίκτης τερματίζει το παιχνίδι.

6.3. Ενσωμάτωση Μηχανισμού με Μαθησιακό Περιεχόμενο

Ο σχεδιασμός του παρόντος ψηφιακού παιχνιδιού, πραγματοποιήθηκε με βάση το μοντέλο IGENAC το οποίο επιτρέπει τη σύνδεση και σύνθεση των βασικών στοιχείων ενός σοβαρού ψηφιακού παιχνιδιού, δηλαδή των εκπαιδευτικών, αφηγηματικών στοιχείων αλλά και των στοιχείων που συναντάμε στα συμβατικά ψηφιακά παιχνίδια (Theodosiou, & Karasavvidis, 2015). Το συγκεκριμένο μοντέλο στηρίζεται στην κοινωνικο-πολιτισμική θεωρία, γι' αυτό και στο παιχνίδι ο παίκτης έχει στη διάθεσή του κάποια εργαλεία τα οποία τον βοηθούν να ξεπεράσει τα εμπόδια (π.χ. *decimal squares* για να βρει τον δεκαδικό αριθμό που αναπαρίσταται με διαφορετικό τρόπο). Επιπρόσθετα, το παιχνίδι ανήκει στη κατηγορία των αφηγηματικών παιχνιδιών, καθώς διαθέτει πλοκή και οι δράσεις των χαρακτήρων κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού στοχεύουν στην επίτευξη ενός σκοπού, ο οποίος αναφέρεται και συνδέεται με την πλοκή του παιχνιδιού (Adams, Mayer, MacNamara, Koenig, & Wainess, 2012). Η αφήγηση του παιχνιδιού έχει άμεση σχέση με τις δραστηριότητες και το μαθησιακό περιεχόμενο και συμβάλλει στην ύπαρξη εσωτερικής ενσωμάτωσης στο παιχνίδι. Επίσης, όλες οι τοποθεσίες και οι χρονολογίες μέσα στο παιχνίδι είναι πραγματικές και έχουν επιλεγεί με προσεκτικό τρόπο έτσι ώστε να είναι πιθανό να συνέβησαν τα γεγονότα του παιχνιδιού στις συγκεκριμένες τοποθεσίες. Παραδείγματος χάρη, στις

αρχές του 18^{ου} αιώνα, το Βρετανικό Ναυτικό είχε σχεδόν αφανίσει τους πειρατές στην Καραϊβική (www.sheppardsoftware.com). Επίσης, τα περισσότερα ονόματα που δόθηκαν στους χαρακτήρες προέρχονται από την Καραϊβική και είναι απολύτως ταιριαστά με αυτούς (π.χ. το όνομα «Agwé» σημαίνει «το πνεύμα της θάλασσας»). Τα αντικείμενα και τα κτίρια είναι επίσης επιλεγμένα έτσι ώστε να μοιάζουν με αυτά που υπήρχαν τον 18^ο αιώνα. Με αυτόν τον τρόπο, ο παίκτης θα έχει μία πιο αληθινή εμπειρία και δεν θα σχηματίσει λάθος άποψη για τον τρόπο ζωής και τα δρώμενα του 18^{ου} αιώνα στη Καραϊβική.

Επιπλέον, το παιχνίδι ενσωματώνει στην πλοκή του παιχνιδιού διάφορες στρατηγικές και εργαλεία όπως οι άβακες, τα *decimal squares*, η *αριθμογραμμή* και τα *decimal tower cubes*, τα οποία δυνητικά θα μπορούσαν να συνδράμουν στη βαθύτερη κατανόηση και την οπτικοποίηση των ποσοτήτων και των σχέσεων ανάμεσα στους δεκαδικούς αριθμούς. Πιο συγκεκριμένα, συμπεριλαμβάνει εμπόδια και εργαλεία που θα βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν τον ρόλο του μηδενός στον δεκαδικό αριθμό, την πυκνότητα των δεκαδικών αριθμών, την ποσότητα που εκφράζει κάθε δεκαδικός αριθμός, την αξία κάθε θέσης ψηφίου και τις σχέσεις ανάμεσα στους δεκαδικούς αριθμούς.

Έγινε προσπάθεια, το μαθησιακό αυτό υλικό να ενσωματωθεί πλήρως στις δομές του παιχνιδιού (π.χ. οι άβακες που βρίσκονται ενσωματωμένοι στα κουτιά στο 1^ο επίπεδο βοηθούν τον παίκτη να ανοίξει τα κουτιά και να βρει τα κλειδιά ώστε να προχωρήσει στο επίπεδο, όμως ταυτόχρονα, τον βοηθούν να οπτικοποιήσει κάποιες έννοιες στα μαθηματικά και να κατανοήσει καλύτερα την έννοια του μηδενός σε έναν δεκαδικό αριθμό). Δόθηκε μεγάλη σημασία στον σχεδιασμό και την παρουσίαση του μαθησιακού υλικού, αλλά και των υπόλοιπων στοιχείων και αντικειμένων που απαρτίζουν το ψηφιακό παιχνίδι, έτσι ώστε να δημιουργούν θετικά συναισθήματα στον

παίκτη. Ένας καλός σχεδιασμός με προσεγμένα σχήματα και χρώματα μπορεί να προκαλέσει θετικά συναισθήματα στον παίκτη και κατά συνέπεια να διευκολύνει την κατανόηση διάφορων εννοιών (Plass, Heidig, Hayward, Homer & Um, 2014).

Επιπρόσθετα, η αίσθηση της ροής στο παιχνίδι, συμβάλλει στην ύπαρξη εσωτερικής ενσωμάτωσης. Αυτή η αίσθηση υπάρχει χάρη στους ξεκάθαρους στόχους (να βοηθήσει ο παίκτης την «Quetzal» να βρει τον θησαυρό πριν νυχτώσει), τις επιτεύξιμες δοκιμασίες (κάθε δραστηριότητα είναι διαβαθμισμένη με βάση τη δυσκολία και περιλαμβάνει αρκετές οπτικές αναπαραστάσεις που βοηθούν τον παίκτη να την ολοκληρώσει) και την ακριβή ανατροφοδότηση (Csikszentmihalyi, 1988, σ.34, όπως αναφέρεται στο Habgood, Ainsworth, & Benford, 2005). Οι οπτικές αναπαραστάσεις, μέσα από τις οποίες επιδιώκεται η μεγαλύτερη κατανόηση των δεκαδικών αριθμών, δεν παρουσιάζονται ξεχωριστά μέσα στο παιχνίδι, αλλά είναι πλήρως ενσωματωμένες σε αυτό. Πιο συγκεκριμένα, ο *άβακας* αποτελεί μέρος του μηχανισμού με τον οποίο ανοίγουν οι μυστικές κρύπτες στα κουτιά του 1^{ου} επιπέδου και τα *decimal squares* λειτουργούν ως κώδικας για την τοποθέτηση των κλειδιών στο χρηματοκιβώτιο. Η *αριθμογραμμή* εμφανίζεται με τη μορφή αξόνων για εύρεση συντεταγμένων στον χάρτη και τα *decimal tower cubes* έχουν πάρει τη μορφή κρυστάλλων μέσα στο παιχνίδι. Οι παραπάνω λεπτομέρειες έχουν ιδιαίτερη σημασία, καθώς συνδράμουν στο να μην δημιουργείται ένα στείο μαθησιακό περιβάλλον μέσα στο παιχνίδι, αλλά να υπάρχουν στοιχεία φαντασίας που να προσελκύουν το ενδιαφέρον του παίκτη. Ο παίκτης δεν αντιμετωπίζει το οπτικό υλικό ως μέρος μιας διδασκαλίας, αλλά ως ένα μέσο το οποίο του επιτρέπει να προχωρήσει μέσα στο παιχνίδι.

Όπως προαναφέρθηκε, οι βασικοί μηχανισμοί του παιχνιδιού είναι η συλλογή και η διαχείριση πόρων. Η συλλογή χρησιμοποιείται για την απόκτηση εργαλείων, τα

οποία εμφανίζονται στην εργαλειοθήκη του παίκτη και η διαχείριση πόρων, του επιτρέπει να χρησιμοποιήσει αυτά τα εργαλεία προκειμένου να φτάσει στον στόχο του. Σε κάθε επίπεδο υπάρχει επίσης η πίεση του χρόνου και η ανατροφοδότηση που δίνεται στον παίκτη για τις επιλογές που κάνει μέσα στο παιχνίδι. Οι δύο συγκεκριμένοι μηχανισμοί σχετίζονται με τους μαθησιακούς μηχανισμούς του αναστοχασμού και της ανάλυσης αντίστοιχα (Arnab et al.). Ακόμη, ο χρόνος ως εμπόδιο εμπλουτίζει τη δραστηριότητα και την ενασχόληση του παίκτη, προδίδει ενδιαφέρον και κάνει τον παίκτη να δεσμευτεί, ενώ η ανατροφοδότηση δίνει κίνητρο στον παίκτη για συνέχιση του παιχνιδιού (Arnab et al.).

6.4. Αναμενόμενη Συνεισφορά

Η αφηγηματική διάσταση του παιχνιδιού θα προσφέρει αρκετές ευκαιρίες στους μαθητές, επιτρέποντάς τους είτε να αναστοχαστούν, είτε να αξιολογήσουν όσα μαθαίνουν μέσα από το παιχνίδι (Chorianopoulos & Giannakos, 2014). Επίσης, το σοβαρό ψηφιακό παιχνίδι, σύμφωνα με τον Bell (όπως αναφέρεται στο McIntosh et al., 2000), αποτελεί ένα μέσο το οποίο επιτρέπει την οπτική αναπαράσταση, τη χρήση πολλών παραδειγμάτων, αλλά και την εξερεύνηση από την πλευρά των μαθητών, τα οποία είναι τρία πολύ ευεργετικά στοιχεία για τη διδασκαλία αριθμητικών εννοιών (Chorianopoulos & Giannakos, 2014). Πολύ βασική είναι και η άμεση ανατροφοδότηση που θα λαμβάνει ο παίκτης κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, σύμφωνα με τον Gee (όπως αναφέρεται και στο Chorianopoulos & Giannakos, 2014) και η οποία του επιτρέπει να αναγνωρίσει και να αξιολογήσει τα λάθη του και να εξαλείψει τις παρανοήσεις του (McIntosh et. al, 2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στα διάφορα λογισμικά και τους πόρους που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάπτυξη του παιχνιδιού.

7.1. Λογισμικό ανάπτυξης

Το βασικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του ψηφιακού παιχνιδιού είναι το Blender (έκδοση 2.76). Το συγκεκριμένο λογισμικό ανήκει στην κατηγορία του ελεύθερου λογισμικού / λογισμικού ανοικτού κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ) και διατίθεται δωρεάν από τον επίσημο ιστοχώρο του Blender Foundation (www.blender.org). Το λογισμικό αυτό επιλέχθηκε για 2 βασικούς λόγους. Πρώτο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα στάδια δημιουργίας πόρων για 3Δ ψηφιακό παιχνίδι: μοντελοποίηση, γλυπτική, υφές, φωτισμός, κινούμενο σχέδιο. Δεύτερο, ενσωματώνει μια μηχανή παιχνιδιού ο προγραμματισμός της οποίας δεν απαιτεί αναγκαστική εξοικείωση με κάποια γλώσσα προγραμματισμού (Bacone, 2012). Το μεγαλύτερο μέρος του παιχνιδιού προγραμματίστηκε μέσω της χρήσης του οπτικού προγραμματισμού και μόνο σε κάποια συγκεκριμένα σημεία του παιχνιδιού απαιτήθηκε η χρήση Python (για την προβολή του αρχικού βίντεο και για την τοποθέτηση των κλειδιών στις κλειδαρότρυπες του χρηματοκιβωτίου).

Το περιβάλλον εργασίας του προγράμματος είναι τυπικό όλων των εφαρμογών αυτού του τύπου, όντας αρκετά σύνθετο, αλλά και εύχρηστο ταυτόχρονα. Για τη δημιουργία του παιχνιδιού που περιγράφεται στην παρούσα εργασία, χρειάστηκαν αρκετές από τις δυνατότητες που παρέχει το Blender. Αρχικά, για τη δημιουργία των αλληλεπιδραστικών επιπέδων του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκε η ενσωματωμένη μηχανή παιχνιδιού του Blender (Blender Game Engine), ενώ για το κομμάτι της αφήγησης και των ενδιάμεσων διαλόγων σε μορφή βίντεο, χρησιμοποιήθηκε ο Video

Sequence Editor. Αφού ολοκληρώθηκε ο προγραμματισμός του παιχνιδιού, πραγματοποιήθηκε η εξαγωγή των αρχείων ως μια αυτόνομη εφαρμογή (τύπου .exe). Συνεπώς, το παιχνίδι μπορεί να «τρέξει» σε οποιοδήποτε προσωπικό υπολογιστή (με λειτουργικό Microsoft Windows), ακόμα και αν ο χρήστης δεν έχει εγκατεστημένο το λογισμικό Blender.

7.2. Πόροι

Για να καταστεί δυνατή η ανάπτυξη του ψηφιακού παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκαν πόροι που διατίθενται στο διαδίκτυο με κατάλληλες άδειες επαναχρησιμοποίησης. Πιο συγκεκριμένα, τα τρισδιάστατα μοντέλα βρέθηκαν στον ιστοχώρο διαμοίρασης πόρων Blend Swap (www.blendswap.com), όπου ήταν διαθέσιμα με άδειες ψηφιακού περιεχομένου που επιτρέπουν την επαναχρησιμοποίησή τους χωρίς την έγγραφη άδεια του δημιουργού (υπό κάποιες προϋποθέσεις). Ωστόσο, για τα περισσότερα από τα τρισδιάστατα μοντέλα απαιτήθηκε προσαρμογή ούτως ώστε να ταιριάζουν με τα υπόλοιπα αντικείμενα στο παιχνίδι. Σε κάποιες περιπτώσεις, όπως στα κουτιά με τις μυστικές κρύπτες, συνδυάστηκαν δύο ή παραπάνω τρισδιάστατα μοντέλα για τη δημιουργία ενός νέου.

Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν ήχοι, υφές και εικόνες που ήταν διαθέσιμα στο διαδίκτυο και ήταν ελεύθερα διαθέσιμοι ή είχαν παρόμοιες άδειες επαναχρησιμοποίησης με τα τρισδιάστατα μοντέλα. Τόσο οι εικόνες όσο και οι ήχοι χρειάστηκαν περαιτέρω επεξεργασία για τις ανάγκες του παιχνιδιού. Εκτός από τους ήχους που εντοπίστηκαν στο διαδίκτυο, μέσα στο παιχνίδι υπάρχουν και ηχογραφήσεις, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν και επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα καταγραφής ήχου «Record Pad Sound Recording» (www.nch.com). Οι ηχογραφήσεις στη συνέχεια επεξεργάστηκαν έτσι ώστε να αλλάξει ο τόνος της φωνής και να δημιουργηθούν οι

φωνές των διαφορετικών χαρακτήρων. Αυτό έγινε μέσα από τον ιστοχώρο «Online Tone Generator» (www.onlinetonegenerator.com).

7.3. Παραχθέν Υλικό

Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, αναπτύχθηκαν η εισαγωγή, το πρώτο επίπεδο, το πρώτο μέρος από το δεύτερο και το τρίτο επίπεδο καθώς και το κλείσιμο του παιχνιδιού (Παράρτημα 3).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ο σχεδιασμός του παιχνιδιού πραγματοποιήθηκε με σκοπό τη βελτίωση του βαθμού κατανόησης των δεκαδικών αριθμών από μαθητές Στ' τάξης. Σε αυτό το στάδιο διερευνήθηκε το κατά πόσο το παιχνίδι συνεισφέρει στην επίτευξη των μαθησιακών στόχων που τέθηκαν. Αυτό πραγματοποιήθηκε με μία πιλοτική εφαρμογή σε μαθητές της ΣΤ' Δημοτικού. Παρακάτω, θα περιγράψει η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της πιλοτικής εφαρμογής, θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα και στη συνέχεια θα εξαχθούν διάφορα συμπεράσματα. Στο τέλος, στα πλαίσια της συζήτησης, θα γίνει μία γενικότερη αξιολόγηση του παιχνιδιού και θα αναπτυχθούν διάφορες ιδέες που θα αφορούν τη βελτίωση του παιχνιδιού.

8.1. Μέθοδος

8.1.1. Συμμετέχοντες

Για την διεξαγωγή της πιλοτικής εφαρμογής έγινε «δειγματοληψία ευκολίας», η οποία ενέχει την επιλογή των πλησιέστερων και πιο εύκαιρων ατόμων ως αποκρινόμενων (Robson, 2010, σ.314). Στην πιλοτική εφαρμογή έλαβαν μέρος συνολικά 6 παιδιά. Η επιλογή των μαθητών έγινε με δειγματοληψία ευκολίας, καθώς επιλέχθηκαν τα πλησιέστερα και πιο εύκαιρα άτομα ως αποκρινόμενοι. Όλα τα παιδιά ήταν μαθητές έκτης Δημοτικού. Από τους συμμετέχοντες δύο ήταν αγόρια (M1 και M6) και τέσσερα ήταν κορίτσια (M2, M3, M4 και M5).

8.1.2. Εργαλεία και υλικά

Για τους σκοπούς της έρευνας, χρησιμοποιήθηκαν δυο τεστ κατανόησης δεκαδικών αριθμών ως εργαλεία συλλογής δεδομένων (Quiz A, Quiz B). Τα δύο αυτά

τεστ ανήκουν σε μία συλλογή από τεστ που ονομάζονται “SMART” “Specific Mathematics Assessments that Reveal Thinking” και βασίζονται στο “Decimal Comparison Test” των Stanley, Stacey και Chambers (όπως αναφέρεται στο Stacey, Price, Steinle, Chick, & Gvozdenko, 2009· Stacey & Steinle, 1999). Τα δύο αυτά τεστ έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξετάζουν κατά πόσο οι συμμετέχοντες κατανοούν τον τρόπο με τον οποίο γράφονται οι δεκαδικοί και τη σημασία των συμβόλων τους (www.smartvic.com). Κατ’ επέκταση εξετάζεται το αν οι συμμετέχοντες έχουν τις κατάλληλες γνώσεις όσον αφορά την *αξία θέσης ψηφίου* και την *ποσότητα* που αναπαριστά κάθε μέρος του δεκαδικού (δέκατα, εκατοστά, χιλιοστά). Περαιτέρω λεπτομέρειες για τα τεστ μπορούν να βρεθούν στο άρθρο των Stacey, Steinle, Gvozdenko και Price (2013). Στα συγκεκριμένα τεστ υπάρχει μόνο ένα είδος άσκησης που καλούνται να συμπληρώσουν οι συμμετέχοντες και αυτή είναι η σύγκριση δύο δεκαδικών αριθμών. Τα τεστ είναι σχετικά απλά, όμως το μοτίβο των απαντήσεων που δίνουν οι συμμετέχοντες σε αυτά, αποκαλύπτει τον βαθύτερο τρόπο σκέψης του κάθε συμμετέχοντα (Stacey, Price, Steinle, Chick, & Gvozdenko, 2009). Πιο συγκεκριμένα, με αυτά τα τεστ μπορεί να γίνει διάγνωση για το είδος της παρανόησης που έχει κάθε συμμετέχων όσον αφορά τους δεκαδικούς αριθμούς. Η κατηγοριοποίηση βασίζεται ανάμεσα σε άλλα έργα και στο ερευνητικό έργο της Steinle (2004) και των Steinle και Stacey (2004). Οι κατηγορίες (<http://www.smartvic.com/teacher/teacher11.php>) στις οποίες κατατάσσει τους συμμετέχοντες το τεστ είναι οι εξής:

Εξπέρ στη σύγκριση δεκαδικών αριθμών (Decimal comparison expert). Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι μαθητές οι οποίοι απαντούν σωστά σχεδόν σε όλα τα αντικείμενα του τεστ.

Αάθη, κανένα μοτίβο ή ατελές (Errors, no pattern or incomplete). Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει μαθητές οι οποίοι δεν ταιριάζουν σε καμία από τις υπόλοιπες κατηγορίες. Ενδέχεται να έχουν παραπάνω από μία παρανοήσεις ταυτόχρονα ή να μην δίνουν προσοχή στις απαντήσεις τους.

Ο αριθμός με τα περισσότερα ψηφία είναι και ο μεγαλύτερος (Longer is Larger). Οι συγκεκριμένοι μαθητές θεωρούν ότι ο δεκαδικός αριθμός με τα περισσότερα ψηφία μετά την υποδιαστολή είναι ο μεγαλύτερος.

Ο αριθμός με τα λιγότερα ψηφία είναι και ο μεγαλύτερος (Shorter is Larger). Οι μαθητές αυτής της κατηγορίας θεωρούν ότι ο δεκαδικός αριθμός με τα λιγότερα ψηφία μετά την υποδιαστολή είναι ο μεγαλύτερος

Στη συνέχεια ακολουθούν κατηγορίες στις οποίες ανήκουν άτομα που προσπαθούν αν ακολουθήσουν τους κανόνες χωρίς να τους κατανοούν πραγματικά:

Πρόβλημα με το ψηφίο «μηδέν» (Problem with the digit zero). Υπάρχει έλλειψη κατανόησης για τον ρόλο του μηδενός στον δεκαδικό αριθμό.

Πρόβλημα στην σύγκριση των δεκαδικών αριθμών με το μηδέν (Problem integrating decimals with the number zero). Σε αυτή την κατηγορία, οι μαθητές θεωρούν ότι ένας δεκαδικός αριθμός με μηδέν μονάδες (π.χ. 0,1234) είναι μικρότερος από τον αριθμό μηδέν.

Αντίληψη δεκαδικών αριθμών μόνο ως χρηματικά ποσά (Money thinking). Οι συγκεκριμένοι μαθητές δεν δίνουν σημασία στα ψηφία πέρα των εκατοστών. Αντιλαμβάνονται τους δεκαδικούς αριθμούς σαν να ήταν ευρώ και λεπτά του ευρώ.

Πρόβλημα με τη συνεχόμενη επανάληψη ενός ψηφίου σε έναν δεκαδικό αριθμό (Problem with repeating notation). Στη συγκεκριμένη κατηγορία, οι μαθητές μπερδεύονται όταν υπάρχει συνεχόμενη επανάληψη ενός ψηφίου και θεωρούν ότι π.χ. ο αριθμός 0,544 είναι ίδιος με τον 0,544444.

8.2. Διαδικασία

Η πιλοτική εφαρμογή διεξήχθη από τις 29 Αυγούστου έως τις 6 Σεπτεμβρίου του 2016. Κάθε μαθητής που συμμετείχε έπαιξε ατομικά το παιχνίδι. Στην αρχή, κάθε συμμετέχων ανέφερε εάν ήταν η πρώτη φορά που έπαιξε κάποιο ψηφιακό παιχνίδι. Στη συνέχεια, κλήθηκε να συμπληρώσει το προ-τεστ με τη σύγκριση των δεκαδικών αριθμών, εξηγώντας σε κάθε έργο του τεστ τον τρόπο σκέψης του. Μετά την ολοκλήρωση του προ-τεστ, ο κάθε μαθητής έπαιξε το παιχνίδι εκφράζοντας πάλι δυνατά τον τρόπο σκέψης του. Στο τέλος ακολούθησε το μετα-τεστ, το οποίο συμπλήρωσε ο συμμετέχων εξηγώντας και πάλι σε κάθε αντικείμενο του τεστ τον τρόπο σκέψης του, ώστε να διαπιστωθεί αν το παιχνίδι (α) επηρέασε την εννοιολογική τους κατανόηση σε θέματα δεκαδικών αριθμών και (β) βοήθησε στην αντιμετώπιση των παρανοήσεών τους.

Η όλη διαδικασία βιντεοσκοπήθηκε, χωρίς να αποτυπώνονται τα πρόσωπα των συμμετεχόντων. Ακολούθως οι συνεντεύξεις απομαγνητοφωνήθηκαν.

8.3. Αποτελέσματα

Πρακτικές Επιδόσεις μαθητών. Υπήρξαν διακυμάνσεις στον βαθμό δυσκολίας που φάνηκε να έχει το παιχνίδι για τους μαθητές (Πίνακας 3.). Άλλοι μαθητές (M1, M2, M5), φάνηκαν να μπορούν να ελέγχουν με σχετική ευκολία την ηρωίδα και να εκτελούν χωρίς πρόβλημα τα διάφορα έργα μέσα στο παιχνίδι, ενώ άλλοι αντιμετώπισαν δυσκολίες. Σε μία περίπτωση, η ερευνήτρια χρειάστηκε σε κάποια σημεία είτε να χειριστεί το πληκτρολόγιο σύμφωνα με τις οδηγίες του μαθητή (M3), είτε να υπενθυμίσει στον μαθητή πώς πρέπει να χειριστεί τον ήρωα (M3, M4, M6). Η βοήθεια δεν ήταν γνωστικού τύπου και αφορούσε μόνο τη διεπαφή του παιχνιδιού. Ο βαθμός στον οποίο η ερευνήτρια βοήθησε κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, δεν ήταν ο

ίδιος για όλους τους μαθητές, οπότε η «βοήθεια» περιγράφεται σε μια κλίμακα 5βάθμια κλίμακα ως εξής: Καθόλου, Λίγη, Μέτρια, Αρκετή, Πολλή. Σημειώνεται πως στην ανάλυση των δεδομένων λαμβάνονται υπόψη μόνο τα δύο πρώτα επίπεδα του παιχνιδιού, τα οποία είναι πιο ολοκληρωμένα από το τρίτο.

Πίνακας 3. Πρακτικές Επιδόσεις των Μαθητών κατά το Παιχνίδι.

Μαθητής	Συχνότητα ενασχόλησης με ψηφιακά παιχνίδια την εβδομάδα	1 ^ο Επίπεδο		2 ^ο Επίπεδο	
		Αριθμός προσπαθειών μέχρι την ολοκλήρωση	Βοήθεια από την ερευνήτρια *	Αριθμός προσπαθειών μέχρι την ολοκλήρωση	Βοήθεια από την ερευνήτρια *
M1	Κάθε μέρα 3-5 φορές	1	Ο	2	Ο
M2	την εβδομάδα	1	Ο	1	Ο
M3	Σχεδόν καθόλου 1-2 φορές	2	Ο	2	N
M4	την εβδομάδα	1	Ο	1	Ο
M5	Κάθε μέρα	1	Ο	2	Ο
M6	Κάθε μέρα	1	Ο	1	Ο
Σύνολο		7		9	

* N= Ναι, Ο=Όχι

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι ο βαθμός στον οποίο το κάθε παιδί χρειάστηκε βοήθεια κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, σχετίζεται με το πόσο συχνά ασχολείται με ψηφιακά παιχνίδια. Η μαθήτρια M3, η οποία ανέφερε πως δεν ασχολείται σχεδόν καθόλου με ψηφιακά παιχνίδια, φάνηκε να δυσκολεύεται περισσότερο από τους υπόλοιπους στον χειρισμό της ηρωίδας και στον χειρισμό γενικότερα του παιχνιδιού. Έκανε δύο προσπάθειες για να ολοκληρώσει καθένα από τα επίπεδα. Αυτό οφειλόταν τόσο στη δυσκολία χρήσης του πληκτρολογίου και του

ποντικού, όσο και στην έλλειψη κατανόησης ως προς τα έργα και τις κινήσεις που έπρεπε να κάνει μέσα στο παιχνίδι. Στο δεύτερο επίπεδο, ζήτησε τη βοήθεια της ερευνήτριας για να το ολοκληρώσει, καθώς δυσκολεύτηκε με την τοποθέτηση των κλειδιών, αλλά και με τη δραστηριότητα γενικότερα.

Αξιίζει να σημειωθεί πως διαπιστώθηκε ότι το δεύτερο επίπεδο ήταν πιο απαιτητικό στον χειρισμό από το πρώτο, καθώς ακόμα και μαθητές, όπως οι M1 και M5, οι οποίοι ασχολούνται με ψηφιακά παιχνίδια σε καθημερινή βάση, χρειάστηκαν δύο προσπάθειες για την ολοκλήρωσή του. Η συγκεκριμένη δυσκολία εντοπίστηκε στον τρόπο τοποθέτησης των κλειδιών στις κλειδαρότρυπες, καθώς ήταν αρκετά σύνθετος και το οποιοδήποτε λάθος στην εκτέλεση της διαδικασίας είχε ως αποτέλεσμα την επανάληψη της: ο παίχτης θα έπρεπε τοποθετήσει όλα τα κλειδιά μια σειράς από την αρχή. Στην περίπτωση λάθους, χάνονταν αρκετός χρόνος και το επίπεδο ξεκινούσε από την αρχή.

Ο χειρισμός κρίθηκε επίσης σχετικά εύκολος καθώς δύο από τις μαθήτριες (M2 και M4), οι οποίες ασχολούνταν με ψηφιακά παιχνίδια 3 με 5 φορές την εβδομάδα και 1 με 2 φορές την εβδομάδα αντίστοιχα, δεν χρειάστηκαν πάνω από μία προσπάθεια για να ολοκληρώσουν τα επίπεδα.

Συνοψίζοντας, το ψηφιακό παιχνίδι που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας μπορεί να παιχτεί από μαθητές της Στ' Δημοτικού. Εκτιμάται πως μόνο οι μαθητές που δεν έχουν συχνή επαφή με τον υπολογιστή και τα ψηφιακά παιχνίδια πιθανόν να δυσκολευτούν στον χειρισμό του παιχνιδιού.

Μαθησιακές Επιδόσεις Μαθητών. Η ανάλυση της εκπαιδευτικής διάστασης του παιχνιδιού, προσανατολίζεται σε 2 άξονες: 1) στη μαθησιακή πρόοδο που φάνηκε μέσα από τη σύγκριση του προ-τεστ με το μετά τεστ και 2) στο επίπεδο κατανόησης

των δεκαδικών αριθμών. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε μόνο για τα δύο πρώτα επίπεδα του παιχνιδιού, καθώς το τρίτο επίπεδο ήταν ημιτελές και εξυπηρετούσε κυρίως στην ομαλή ολοκλήρωση του παιχνιδιού.

Πίνακας 4. *Μαθησιακές Επιδόσεις των Μαθητών στα τεστ.*

Μαθητής	Αποτελέσματα					
	Προ-τεστ			Μετα-τεστ		
	Κατηγορία	Σωστές απαντήσεις (%)	Λάθη	Κατηγορία	Σωστές απαντήσεις (%)	Λάθη
1	Shorter is larger	<80%	9/16	Errors, no pattern or incomplete	<80%	9/16
2	Decimal comparison expert	100%	0/16	Decimal comparison expert	100%	0/16
3	Longer is larger	<80%	8/16	Longer is larger	<80%	4/16
4	Decimal comparison expert	100%	0/16	Decimal comparison expert	100%	0/16
5	Decimal comparison expert	100%	0/16	Decimal comparison expert	100%	0/16
6	Decimal comparison expert	100%	0/16	Decimal comparison expert	100%	0/16

Όσον αφορά τον πρώτο άξονα, αναλύθηκαν τα αποτελέσματα του προ-τεστ για να προσδιοριστεί η κατηγορία στην οποία εντάσσεται ο κάθε μαθητής ανάλογα με τις παρανοήσεις του για τους δεκαδικούς αριθμούς. Στη συνέχεια, αναλύθηκαν οι επιδόσεις στο μετα-τεστ για να διαπιστωθεί αν υπήρξε πρόοδος, δηλαδή αν εξαλείφθηκαν οι παρανοήσεις. Κατά την ανάλυση των δεδομένων από το προ-τεστ και το μετα-τεστ, φάνηκε ότι μόνο δύο από τους μαθητές (M1 και M3) είχαν κάνει κάποια λάθη τόσο στο ένα όσο και στο άλλο. Οι υπόλοιποι μαθητές (M2, M4, M5, M6) δεν έδωσαν καμία λανθασμένη απάντηση σε κανένα από τα δύο τεστ. Οπότε, σε μία πρώτη

ανάλυση των δεδομένων, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4, οι συμμετέχοντες M2, M4, M5 και M6 δεν είχαν κάποια παρανόηση όσον αφορά τους δεκαδικούς αριθμούς και ανήκαν στην κατηγορία των «Decimal comparison expert», τόσο στο προ-τεστ όσο και στο μετα-τεστ.

Στον Πίνακα 5., φαίνεται ότι ο μαθητής M1 στο προ-τεστ ανήκε στην κατηγορία «Shorter is Larger» (ο αριθμός με τα λιγότερα ψηφία είναι και ο μεγαλύτερος), ενώ στο μετα-τεστ ανήκε στην κατηγορία «Errors, no pattern or incomplete» (λάθη, κανένα μοτίβο ή ατελής). Τόσο στο προ-τεστ όσο και στο μετα-τεστ, ο μαθητής M1 έκανε 9 λάθη. Μετά από τη συγκριτική εξέταση των λαθών που έκανε ο μαθητής M1, προέκυψε ότι τα περισσότερα από τα λάθη που έκανε στο μετα-τεστ ήταν της ίδιας λογικής με αυτά που έκανε στο προ-τεστ (Πίνακας). Από αυτήν την πρώτη ανάλυση προκύπτει ότι δεν σημειώθηκε κάποια μαθησιακή πρόοδος για τον μαθητή M1 μετά το παιχνίδι.

Πίνακας 5. Λανθασμένες απαντήσεις μαθητή M1.

Α/Α Ζευγαριού στα τεστ	Απαντήσεις που έδωσε ο μαθητής M1	
	Προ-τεστ	Μετα-τεστ
1	$0,4 > 0,36$	$0,7 < 0,29$
3	$0,74 < 0,4$	$0,32 > 0,2$
6	$7,942 < 7,63$	$8,942 < 8,63$
7	$0,6 = 0$	$0,9 < 0$
8	$8,41237 < 8,41$	$5,23187 < 5,23$
11	$0,731 > 0,73100$	$0,311 > 0,31100$
12	$0,3 > 0,426$	$0,7 > 0,848$
13	$3,92 < 3,4813$	$6,92 < 6,5713$
14	$3,72 < 3,073$	$4,63 > 4,064$
16	$3,77 > 3,7777$	$1,88 > 1,8888$

Η μαθήτρια M3 τόσο στο προ-τεστ όσο και στο μετα-τεστ φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία «Longer is Larger (ο αριθμός με τα λιγότερα ψηφία είναι και ο μεγαλύτερος)». Όμως, πρέπει να σημειωθεί ότι υπήρξε διαφοροποίηση ως προς τον αριθμό των λαθών, καθώς στο προ-τεστ τα λάθη ήταν 8 και στο μετα-τεστ τα λάθη ήταν 4.

Αρχικά, όσον αφορά τους μαθητές που έκαναν λάθη στη σύγκριση των δεκαδικών (M1, M3), πολλές φορές δυσκολεύτηκαν να εξηγήσουν τον τρόπο σκέψης τους ή χρησιμοποίησαν διατυπώσεις που έδειχναν αβεβαιότητα και σύγχυση.

Μαθητής M1. Ο συγκεκριμένος μαθητής δεν ένιωθε σιγουριά για τις απαντήσεις που έδινε και αυτό φαίνεται μέσα από πολλές εκφράσεις που χρησιμοποίησε τόσο στο προ-τεστ, αλλά και στο μετα-τεστ:

Ερώτημα προ-τεστ **A2.** $0 = 0,00$

«M1. Εμμ δεν ξέρω. Απλά μου φαίνονται όλα μηδενικά αλλά η υποδιαστολή λίγο με μπερδεύει.»

Ερώτημα προ-τεστ **A5.** $0,35 < 0,42$

«M1. Δεν ξέρω, μάλλον μου φαίνεται πιο μεγάλος ο αριθμός αλλά δεν ξέρω μήπως είναι πιο πολύ στο... Τέλος πάντων δεν μπορώ να το εξηγήσω τώρα.»

Ερώτημα προ-τεστ **A8.** $8,41237 < 8,41$

«M1. Δεν ξέρω αλλά νομίζω ότι είναι το 8,41

E. Αν μπορείς να μου πεις και το λόγο.

M1. Αυτό δεν το πολυκατάλαβα μισό λεπτό.

E. Ναι, ναι σκέψου το όσο θέλεις.

M1. Μου φάνηκαν τα εκατοστά πιο κοντά στο δεκαδικό αριθμό.»

Ερώτημα προ-τεστ **A11**. $0,731 > 0,73100$

«M1. Πιστεύω επειδή είναι πιο κοντά στο 0. Δεν ξέρω δεν τα θυμάμαι πολύ καλά.»

Ερώτημα προ-τεστ **A13**. $3,92 < 3,4813$

«M1. Αυτό είναι μεγαλύτερο, δεν ξέρω γιατί αλλά...»

Ερώτημα προ-τεστ **A14**. $3,72 < 3,073$

«M1. Πιστεύω ότι είναι αυτό.»

E. Και αυτό για ποιο λόγο;

M1. Επειδή, δεν ξέρω, δεν το καταλαβαίνω πολύ. Τέλος πάντων.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B1**. $0,7 < 0,29$

«M1. Δεν ξέρω ακριβώς τον τρόπο δε μπορώ να το εξηγήσω. Απλά τα σκέφτομαι κάπως δεν ξέρω γιατί.»

Στη συνέχεια του μετα-τεστ (από το ζεύγος B7 και μετά), ο μαθητής M1 βλέποντας ότι δεν μπορούσε να εξηγήσει το σκεπτικό με το οποίο συνέκρινε κάθε φορά τους δεκαδικούς αριθμούς, δεν ήθελε να συνεχίσει να εξηγεί και επέλεξε να συμπληρώσει μόνο το σύμβολο τα υπόλοιπα ζεύγη. Αυτό δηλώνει ότι ο μαθητής δεν σημείωσε κάποια μαθησιακή πρόοδο μετά το παιχνίδι.

Ερώτημα μετα-τεστ **B7**. $0,9 < 0$

«M1. Όλα με την ίδια τεχνική τα βρίσκω.»

Μαθήτρια M3. Η μαθήτρια αυτή δεν μπόρεσε να εξηγήσει τον τρόπο σκέψης της για κανένα σχεδόν ζεύγος δεκαδικών. Αρχικά, στο προ-τεστ έκανε μία μικρή προσπάθεια να δικαιολογήσει τις επιλογές της, όμως στη συνέχεια (μετά το ζεύγος

A10) εγκατέλειψε την προσπάθειά της. Παρακάτω παρατίθεται μία απάντηση, στην οποία η μαθήτρια M3, προσπαθεί να δώσει μία εξήγηση, όμως στη συνέχεια εγκαταλείπει την προσπάθεια:

Ερώτημα προ-τεστ A3. $0,74 < 0,4$

«M3. Γιατί το 0.74 είναι.... Δεν μπορώ να το εξηγήσω αλλά πώς να το πω έχει...»

Στο μετα-τεστ δεν εξέφρασε φωναχτά τον τρόπο σκέψης της, παρά τη σχετική παρότρυνση από την ερευνήτρια. Η αβεβαιότητα της μαθήτριας M3 ως προς τις απαντήσεις της, γίνεται φανερή και μέσα από τις εκφράσεις που ακολουθούν:

Ερώτημα προ-τεστ A1. $0,4 < 0,36$

«M3. Μπορώ να πάω και στις άλλες;»

Ερώτημα προ-τεστ A4. $0,80 < 0,8$

«M3. Πειράζει αν κάνω κάτι λάθος;»

Ερώτημα προ-τεστ A13. $3,92 < 3,4813$

«M3. Μετά μπορώ να τα ξαναδώ να τα διορθώσω;»

Ένας παράγοντας που πιθανόν να επηρέασε τις απαντήσεις της μαθήτριας M3, ήταν το γεγονός ότι διαπιστώθηκε τελικά πως δεν ήταν εξοικειωμένη με τα σύμβολα ανισότητας. Αυτό έγινε αντιληπτό από την ερευνήτρια, στην έβδομη απάντηση του προ-τεστ, όπου πραγματοποιήθηκε ο εξής διάλογος:

Ερώτημα προ-τεστ A7 $0,6 > 0$

«E. Εδώ πώς το επέλεγες και έβαλες ότι το 0 είναι μεγαλύτερο;»

***M3.** Εγώ βάζω από δω ότι είναι το πιο μεγάλο.*

***E.** Είναι το ανάποδο σύμβολο. Μήπως ήθελες να βάλεις το ανάποδο και στα άλλα; Δηλαδή όπου δείχνει το βελάκι είναι το πιο μικρό. Αν έχεις και κάτι που θέλεις να αλλάξεις στα παραπάνω, μπορείς να τα διορθώσεις.»*

Μετά από αυτή τη διαπίστωση, η μαθήτρια M3, κλήθηκε να εξετάσει τα σύμβολα ανισότητας που είχε βάλει στα παραπάνω ζεύγη, όμως αυτό ίσως να προκάλεσε κάποιο επιπλέον άγχος και για τον λόγο αυτό μετά να ήταν διστακτική στο να εξηγή τον τρόπο σκέψης της. Εξαιτίας του δισταγμού της μαθήτριας να εκφράσει τον τρόπο σκέψης της στο μετα-τεστ, δεν είναι βέβαιο εάν σημείωσε μαθησιακή πρόοδο, παρότι έκανε το μισά λάθη στο μετα-τεστ. Για τους λόγους αυτούς τα δεδομένα που αφορούν ειδικά την μαθήτρια M3 θα πρέπει να θεωρηθούν περισσότερο ως ενδεικτικά και να ερμηνευτούν με ιδιαίτερη προσοχή.

***Μαθήτρια M6.** Η συγκεκριμένη μαθήτρια, η οποία έκανε σωστά όλες τις συγκρίσεις και στο προ-τεστ και στο μετα-τεστ, δεν ήταν σε θέση να αιτιολογήσει τις απαντήσεις της στις περισσότερες περιπτώσεις. Παρακάτω παρατίθενται κάποιες εκφράσεις που φανερώνουν τη δυσκολία που αντιμετώπισε η μαθήτρια M6 στο να εκφράσει τον τρόπο σκέψης της:*

Ερώτημα προ-τεστ **A1.** $0,4 > 0,36$

*«**M6.** Απλά το επέλεξα δε μπορώ να το εξηγήσω.»*

Ερώτημα προ-τεστ **A8.** $8,41237 > 8,41$

*«**E.** Αυτό πώς το επέλεξες;*

***M6.** Επειδή είναι πιο πολύ.*

E. Επειδή είναι πιο πολλά τα ψηφία;

M6. Όχι ακριβώς, περίπου.»

Ερώτημα προ-τεστ **A10**. $0,216 < 0,37$

«E. Πώς το σκέφτηκες αυτό;

M6. Το σκέφτηκα από παλιά.

E. Από την Πέμπτη τάξη;

M6. Ναι.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B14**. $3,72 > 3,073$

«M6. Επειδή εδώ έχει 4.63 και εδώ έχει 4.064. E απ' ότι έχουμε μάθει.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B15**. $0,8 > 0,0008$

«M6. Για αυτό δεν είμαι πολύ σίγουρη.»

Η μαθήτριά M6 δεν μπόρεσε να εξηγήσει το σκεπτικό της σε 9 ζεύγη στο προ-τεστ, ενώ στο μετα-τεστ δεν μπόρεσε να διατυπώσει τον τρόπο σκέψης της μόνο σε 4 ζεύγη.

Από τα παραπάνω στιγμιότυπα, δεν προκύπτει κάποια αλλαγή στον τρόπο σκέψης των μαθητών που είχαν κάνει λάθη στο προ-τεστ (M1, M3) ως αποτέλεσμα του παιχνιδιού. Η μαθήτριά M6 μπόρεσε να εξηγήσει ο σκεπτικό της σε περισσότερα ζεύγη στο μετα-τεστ απ' ότι στο προ-τεστ, το οποίο είναι και το μόνο δεδομένο που δείχνει μία πρόοδο. Οι υπόλοιποι μαθητές (M2, M4 και M5) που κατηγοριοποιήθηκαν ως φαινομενικά «expert» ήταν σε θέση να εξηγήσουν τον τρόπο σκέψης τους με μεγάλη σιγουριά τόσο στο προ-τεστ όσο και στο μετα-τεστ, οπότε δεν παρατηρήθηκε κάποια μεταβολή ως προς αυτό. Θα πρέπει να σημειωθεί πως το γεγονός ότι 3 μαθητές είχαν τη μέγιστη δυνατή επίδοση στο προ-τεστ σημαίνει ότι δεν υπήρχε περιθώριο προόδου. Μεθοδολογικά, προκύπτει εκ του αποτελέσματος πως η επιλογή αυτών των

υποκειμένων δεν ήταν η καταλληλότερη: Ιδεατά, θα έπρεπε να συμμετέχουν μαθητές οι οποίοι είτε βρίσκονταν σε αρχικά στάδια της κλίμακας κατανόησης είτε χαρακτηρίζονταν από διάφορες παρανοήσεις.

Από την εξέταση των επιδόσεων και μόνο δεν μπορεί να εξαχθεί κάποιο τελικό συμπέρασμα ως προς το αν οι μαθητές σημείωσαν κάποια μαθησιακή πρόοδο μετά το παιχνίδι. Για το σκοπό αυτό, προχωρήσαμε ένα βήμα περαιτέρω διερευνώντας τον τρόπο σκέψης και τις στρατηγικές που χρησιμοποίησαν οι μαθητές στο προ-τεστ και στο μετα-τεστ. Αναλύθηκαν μία προς μία οι απαντήσεις ως προς τους κανόνες και τις στρατηγικές βάσει των οποίων συνέκριναν οι μαθητές τους δεκαδικούς αριθμούς. Ανάλογα με τον αν οι μαθητές χρησιμοποίησαν σωστούς ή λανθασμένους κανόνες κατά τη σύγκριση των δεκαδικών αριθμών, διακρίθηκαν σε τέσσερα επίπεδα κατανόησης για τους δεκαδικούς αριθμούς: (α) Καμία Κατανόηση, (β) Λανθασμένη Κατανόηση, (γ) Επιφανειακή Κατανόηση και (δ) Βαθιά Κατανόηση. Οι μαθητές που ανήκουν στην κατηγορία «Καμία Κατανόηση», κάνουν λάθη στη σύγκριση των δεκαδικών αριθμών και δεν είναι σε θέση να εξηγήσουν καθόλου το σκεπτικό τους. Οι μαθητές που ανήκουν στην κατηγορία «Λανθασμένη Κατανόηση», κάνουν λάθη κατά τη σύγκριση των δεκαδικών αριθμών και χρησιμοποιούν μία ή περισσότερες στρατηγικές που δεν σχετίζονται με την αξία θέσης ψηφίου. Όσοι μαθητές ανήκουν στην κατηγορία «Επιφανειακή Κατανόηση», δεν κάνουν λάθη κατά τη σύγκριση των δεκαδικών αριθμών, όμως αυτό το επιτυγχάνουν χρησιμοποιώντας μία ή περισσότερες στρατηγικές που δεν σχετίζονται με την αξία θέσης ψηφίου. Τέλος, οι μαθητές που ανήκουν στην κατηγορία «Βαθιά Κατανόηση» δεν κάνουν λάθη κατά τη σύγκριση των δεκαδικών αριθμών και αυτό το επιτυγχάνουν λαμβάνοντας υπόψη την αξία θέσης ψηφίου. Σε αυτό το στάδιο ανάλυσης λήφθηκαν υπόψη μόνο οι αιτιολογήσεις των

μαθητών και όχι οι γραπτές τους απαντήσεις στο τεστ. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Κανόνες που χρησιμοποίησαν οι μαθητές για τη σύγκριση των δεκαδικών αριθμών.

Μαθητής	Επίπεδο Κατανόησης	
	Προ-τεστ	Μετα-τεστ
1	Λανθασμένη Κατανόηση	Καμία Κατανόηση
2	Επιφανειακή Κατανόηση	Επιφανειακή Κατανόηση
3	Καμία Κατανόηση	Καμία Κατανόηση
4	Βαθιά Κατανόηση	Βαθιά Κατανόηση
5	Επιφανειακή Κατανόηση	Επιφανειακή Κατανόηση
6	Επιφανειακή Κατανόηση	Επιφανειακή Κατανόηση

Μαθητής M1. Ο μαθητής M1 έδειχνε να έχει κατανοήσει λάθος τους δεκαδικούς αριθμούς στο προ-τεστ, καθώς χρησιμοποίησε πολλούς λανθασμένους κανόνες. Οι κανόνες που χρησιμοποίησε στο προ-τεστ είναι οι εξής:

- i. *Ο δεκαδικός αριθμός με το μικρότερο μήκος είναι ο μεγαλύτερος.*

π.χ. Ερώτημα προ-τεστ **A1.** $0,4 > 0,36$

«**M1.** Το σκέφτηκα επειδή αυτό είναι εκατοστά νομίζω ενώ αυτό είναι δέκατα σκέτο.»

Ερώτημα προ-τεστ **A3.** $0,74 < 0,4$

«**M1.** Το 0.4 όπως είπα και εδώ πάνω (A1).»

Ερώτημα προ-τεστ **A6.** $7,942 < 7,63$

«**M1.** Επειδή είναι εκατοστά και τα άλλα χιλιοστά.»

Ερώτημα προ-τεστ **A8**. $8,41237 < 8,41$

«**M1**. Δεν ξέρω αλλά νομίζω ότι είναι το 8,41.

E. Αν μπορείς να μου πεις και τον λόγο.

M1. Αυτό δεν το πολυκατάλαβα μισό λεπτό.

E. Ναι, ναι σκέψου το όσο θέλεις.

M1. Μου φάνηκαν τα εκατοστά πιο κοντά στο δεκαδικό αριθμό.»

Ερώτημα προ-τεστ **A10**. $0,216 < 0,37$

«**M1**. Το 0.216 είναι μεγαλύτερο. Πιστεύω επειδή είναι πιο κοντά στο 0. Δεν ξέρω δεν τα θυμάμαι πολύ καλά.»

Ερώτημα προ-τεστ **A11**. $0,731 > 0,73100$

«**M1**. Και αυτό επίσης επειδή είναι πιο κοντά στο 0.»

Ερώτημα προ-τεστ **A12**. $0,3 > 0,426$

«**M1**. Επίσης.»

ii. *Ελλειψη κανόνα.*

iii. *Αναγωγή των μέτρων των μεγεθών που εκφράζουν οι δεκαδικοί στους φυσικούς αριθμούς (με την προσθήκη μηδενικών στο τέλος όταν δεν έχουν τον ίδιο αριθμό ψηφίων μετά την υποδιαστολή).*

π.χ. Ερώτημα προ-τεστ **A4**. $0,80 = 0,8$

«**M1**. Αυτό είναι ίσα γιατί αν πούμε 0.8 σημαίνει 0,80.»

Ερώτημα προ-τεστ **A5**. $0,35 < 0,42$

«**M1**. Το 0.42.

E. Για ποιον λόγο;

M1. Δεν ξέρω, μάλλον μου φαίνεται πιο μεγάλος ο αριθμός αλλά δεν ξέρω μήπως είναι πιο πολύ στο... Τέλος πάντων δεν μπορώ να το εξηγήσω τώρα.»

iv. Το μηδέν στο τέλος του δεκαδικού αριθμού δεν ισχύει.

Ερώτημα προ-τεστ **A9**. $3,0 = 3$

«**M1**. Το 3 είναι πιο μεγάλο, όχι είναι ίσα επειδή το 3 έχει μετά την υποδιαστολή οπότε το 0 δεν ισχύει.»

v. Οι δεκαδικοί αριθμοί γίνονται αντιληπτοί ως αρνητικοί αριθμοί και θεωρούνται μικρότεροι από το μηδέν.

π.χ. Ερώτημα προ-τεστ **A7**. $0,6 < 0$

«**M1**. Το 0 επειδή έχει υποδιαστολή και είναι πιο κάτω από το 0.»

Στον Πίνακα 7. εμφανίζεται η συχνότητα με την οποία ο μαθητής M1 χρησιμοποίησε τους παραπάνω κανόνες στο προ-τεστ και στο μετα-τεστ.

Πίνακας 7. Συχνότητα εφαρμογής κανόνων από τον μαθητή M1.

Κανόνες	Συχνότητα Χρήσης	
	Προ-τεστ	Μετα-τεστ
Ο δεκαδικός αριθμός με το μικρότερο μήκος είναι ο μεγαλύτερος.	8	0
Έλλειψη κανόνα ή αταξινόμητος κανόνας.	4	15
Αναγωγή των μέτρων των μεγεθών που εκφράζουν οι δεκαδικοί στους φυσικούς αριθμούς.	2	0
Το μηδέν στο τέλος του δεκαδικού αριθμού δεν ισχύει.	1	0
Οι δεκαδικοί αριθμοί γίνονται αντιληπτοί ως αρνητικοί αριθμοί και θεωρούνται μικρότεροι από το μηδέν.	1	1

Δεν διαπιστώθηκε όμως καμία βελτίωση στο μετα-τεστ καθώς δεν ήταν σε θέση να περιγράψει τους κανόνες σύμφωνα με τους οποίους συνέκρινε τους δεκαδικούς αριθμούς, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Μαθήτρια M2. Η μαθήτρια M2 χρησιμοποίησε στο προ-τεστ κατά κύριο λόγο στρατηγικές που φανερώνουν επιφανειακή κατανόηση των δεκαδικών αριθμών. Οι κανόνες που χρησιμοποίησε στο μετα-τεστ είναι οι εξής:

- i. *Αναγωγή των μέτρων των μεγεθών που εκφράζουν οι δεκαδικοί στους φυσικούς αριθμούς (με την προσθήκη μηδενικών στο τέλος όταν δεν έχουν τον ίδιο αριθμό ψηφίων μετά την υποδιαστολή).*

π.χ. Ερώτημα προ-τεστ **A1.** $0,4 > 0,36$

«**M2.** Αυτό είναι μεγαλύτερο επειδή το 0.36 είναι μικρότερο από το 0.4 επειδή ουσιαστικά αυτό είναι μηδέν κόμμα σαράντα ενώ αυτό είναι μηδέν κόμμα τριάντα-έξι.»

Ερώτημα προ-τεστ **A2.** $0 = 0,00$

«**M2.** Αυτό είναι το ίδιο επειδή ουσιαστικά είναι 0.00 όπως και αυτό.»

Ερώτημα προ-τεστ **A3.** $0,74 > 0,4$

«**M2.** Αυτό είναι μεγαλύτερο γιατί το 74 είναι μεγαλύτερο από το 40.»

Ερώτημα προ-τεστ **A5.** $0,35 < 0,42$

«**M2.** Αυτό είναι μεγαλύτερο επειδή αυτό είναι 0.42 ενώ αυτό 0.35.»

Ερώτημα προ-τεστ **A6.** $7,942 > 7,63$

«**M2.** Αυτό είναι μεγαλύτερο γιατί είναι 942 ενώ αυτό 630 και όπως είπαμε το 0 δεν μετράει.»

Ερώτημα προ-τεστ **A7.** $0,6 > 0$

«**M2.** Αυτό είναι μεγαλύτερο γιατί αυτό είναι 0.6 ενώ αυτό είναι 0.0 ουσιαστικά.»

Ερώτημα προ-τεστ **A8.** $8,41237 > 8,41$

«**M2.** Αυτό είναι μεγαλύτερο γιατί αυτό είναι 41237 ενώ αυτό είναι 41000.»

ii. Το μηδέν στο τέλος του δεκαδικού αριθμού δεν ισχύει.

π.χ. Ερώτημα προ-τεστ **A4.** $0,80 = 0,8$

«**M2.** Το μηδέν στο τέλος δε μετράει ποτέ, στην αρχή πάντα μετράει. Είναι το ίδιο επειδή έχει ένα 0 στο τέλος δεν αλλάζει την αξία του αριθμού.»

iii. Σύγκριση με βάση την αξία θέσης ψηφίου.

π.χ. Ερώτημα προ-τεστ **A10.** $0,216 < 0,37$

«**M2.** Αυτό είναι μεγαλύτερο γιατί είναι 0.37 και αυτό 0.216. Πάλι κοιτάμε τους πρώτους αριθμούς.»

Η μαθήτρια M2 συνέκρινε μόνο μία φορά στο προ-τεστ τους δεκαδικούς αριθμούς με βάση την αξία θέσης ψηφίου. Στο μετα-τεστ εφάρμοσε ακριβώς τους ίδιους κανόνες, χωρίς να συγκρίνει κάποιους από τους δεκαδικούς αριθμούς με βάση την αξία θέσης ψηφίου. Με βάση τα παραπάνω, δε σημειώθηκε καμία αλλαγή στο επίπεδο κατανόησης των δεκαδικών αριθμών για τη μαθήτρια M2 μετά το παιχνίδι. Ακολουθούν κάποια στιγμιότυπα που δείχνουν ότι δεν άλλαξε ο τρόπος σκέψης της μαθήτριας M2 στο μετα-τεστ:

Ερώτημα μετα-τεστ **B1.** $0,7 > 0,29$

«**M2.** Αυτό είναι μεγαλύτερο γιατί είναι είναι 0.70 ενώ αυτό 0.79.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B3**. $0,32 > 0,2$

«**M2** – Αυτό είναι μεγαλύτερο γιατί είναι 0.32 και αυτό 0.20.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B4**. $0,60 = 0,6$

«**M2**. Αυτό είναι το ίδιο γιατί το μηδενικό στο τέλος δε μετράει ποτέ.»

Στον Πίνακα 8. εμφανίζεται η συχνότητα με την οποία η μαθήτρια M2 χρησιμοποίησε τους παραπάνω κανόνες στο προ-τεστ και στο μετα-τεστ.

Πίνακας 8. Συχνότητα εφαρμογής κανόνων από τη μαθήτρια M2.

Κανόνες	Συχνότητα Χρήσης	
	Προ-τεστ	Μετα-τεστ
Αναγωγή των μέτρων των μεγεθών που εκφράζουν οι δεκαδικοί στους φυσικούς αριθμούς.	14	15
Το μηδέν στο τέλος του δεκαδικού αριθμού δεν ισχύει.	1	1
Σύγκριση με βάση την αξία θέσης ψηφίου.	1	0

Μαθήτρια M3. Η μαθήτρια M3 δεν έδειξε να έχει καμία κατανόηση όσον αφορά τους δεκαδικούς αριθμούς στο προ-τεστ και αυτό δεν άλλαξε στο μετα-τεστ. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, δεν ήταν σε θέση να εξηγήσει το σκεπτικό της και δεν ήταν σίγουρη για τις απαντήσεις της σε κανένα από τα δύο τεστ. Μόνο στο προ-τεστ και συγκεκριμένα στο ζεύγος A8, ανέφερε το εξής:

Ερώτημα προ-τεστ **A8**. $8,41237 > 8,41$

«**E**. Αυτό γιατί σου φαίνεται πιο μεγάλο;

M3. Γιατί είναι πιο μεγάλος ο αριθμός.»

Από το παραπάνω στιγμιότυπο φαίνεται πως χρησιμοποίησε τον λανθασμένο κανόνα, σύμφωνα με τον οποίο ο δεκαδικός αριθμός με το μεγαλύτερο μήκος είναι ο μεγαλύτερος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του τεστ, η μαθήτρια M3 διέθετε τη συγκεκριμένη παρανόηση και στα δύο τεστ. Οπότε, ίσως να σκεφτόταν με αυτόν τον τρόπο, αλλά να μην ήταν σε θέση να τον εκφράσει στις περισσότερες περιπτώσεις. Στον Πίνακα 9. εμφανίζεται η συχνότητα με την οποία η μαθήτρια M3 χρησιμοποίησε τους παραπάνω κανόνες στο προ-τεστ και στο μετα-τεστ.

Πίνακας 9. Συχνότητα εφαρμογής κανόνων από τη μαθήτρια M3.

Κανόνες	Συχνότητα Χρήσης	
	Προ-τεστ	Μετα-τεστ
Ο δεκαδικός αριθμός με το μεγαλύτερο μήκος είναι ο μεγαλύτερος.	1	0
Το μηδέν στο τέλος του δεκαδικού αριθμού δεν ισχύει.	1	0
Έλλειψη κανόνα.	14	16

Μαθήτρια M4. Μόνο η μαθήτρια M4 εφάρμοσε τον σωστό κανόνα για τη σύγκριση των δεκαδικών αριθμών, τόσο στο προ-τεστ όσο και στο μετα-τεστ. Συνέκρινε του δεκαδικούς αριθμούς με βάση την αξία θέσης ψηφίου. Η βαθιά κατανόηση που είχε για τους δεκαδικούς αριθμούς στο προ-τεστ δεν επηρεάστηκε αρνητικά από το παιχνίδι, αλλά διατηρήθηκε. Ακολουθούν μερικά από τα στιγμιότυπα που αποτυπώνουν τη βαθιά κατανόηση που είχε η μαθήτρια M4, τόσο στο προ-τεστ, όσο και στο μετα-τεστ:

Ερώτημα προ-τεστ **A1**. $0,4 > 0,36$

«**M4**. Γιατί το ψηφίο μετά την υποδιαστολή είναι μεγαλύτερο.»

Ερώτημα προ-τεστ **A5**. $0,35 < 0,42$

«**M4**. Εδώ είναι αυτό μεγαλύτερο (0,42), γιατί το πρώτο ψηφίο μετά την υποδιαστολή είναι μεγαλύτερο.»

Ερώτημα προ-τεστ **A7**. $0,6 > 0$

«**M4**. Εδώ είναι αυτό γιατί είναι 0 και αυτό είναι 0,6 και είναι μεγαλύτερο μετά την υποδιαστολή ενώ αυτό είναι 0,0.»

Ερώτημα προ-τεστ **A8**. $8,1237 > 8,41$

«**M4**. Εδώ είναι αυτό γιατί έχει και άλλα ψηφία ενώ αυτό δεν έχει.»

Ερώτημα προ-τεστ **A14**. $3,72 > 3,073$

«**M4**. Εδώ είναι αυτό γιατί εδώ είναι 7 και εδώ είναι 0.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B1**. $0,7 > 0,29$

«**M4**. Το πρώτο είναι μεγαλύτερο από το δεύτερο γιατί το ψηφίο μετά την υποδιαστολή είναι μεγαλύτερο.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B6**. $8,942 > 8,63$

«**M4**. Εδώ είναι μεγαλύτερο αυτό γιατί αν και το πρώτο ψηφίο είναι ίσο το 9 είναι μεγαλύτερο από το 6.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B7**. $0,9 > 0$

«**M4**. Εδώ είναι μεγαλύτερο αυτό γιατί έχει 0.9 ενώ εδώ είναι 0.0.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B8**. $5,23187 > 5,23$

«**M4**. Αυτό είναι μεγαλύτερο γιατί εδώ είναι 5.-5 , 2-2 , 3-3 , 1 ενώ εδώ είναι 0. ο πολλά ψηφία.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B14**. $4,63 > 4,064$

«**M4**. Εδώ το 6 είναι μεγαλύτερο από το 0.»

Στον Πίνακα 10. εμφανίζεται η συχνότητα με την οποία η μαθήτρια M4 χρησιμοποίησε τους παραπάνω κανόνες στο προ-τεστ και στο μετα-τεστ.

Πίνακας 10. Συχνότητα εφαρμογής κανόνων από τη μαθήτρια M4.

Κανόνες	Συχνότητα Χρήσης	
	Προ-τεστ	Μετα-τεστ
Σύγκριση με βάση την αξία θέσης ψηφίου.	12	12
Το μηδέν στο τέλος του δεκαδικού αριθμού δεν ισχύει.	4	4

Μαθητής M5. Ο μαθητής M5 χρησιμοποίησε στο προ-τεστ κατά κύριο λόγο στρατηγικές που φανερώνουν επιφανειακή κατανόηση των δεκαδικών αριθμών. Ωστόσο, σε δύο ζεύγη εφάρμοσε και τον σωστό κανόνα, καθώς συνέκρινε τους δεκαδικούς αριθμούς με βάση την αξία θέσης ψηφίου. Οι κανόνες που χρησιμοποίησε στο προ-τεστ είναι οι εξής (ταξινομούνται με βάση τη συχνότητα χρήσης τους από τον μαθητή):

- i. *Αναγωγή των μέτρων των μεγεθών που εκφράζουν οι δεκαδικοί στους φυσικούς αριθμούς (με την προσθήκη μηδενικών στο τέλος όταν δεν έχουν τον ίδιο αριθμό ψηφίων μετά την υποδιαστολή).*
 π.χ. Ερώτημα προ-τεστ **A1.** $0,4 > 0,36$
 «**M5.** Το 0.4 είναι μεγαλύτερο από το 0.36 γιατί αν βάζαμε ένα 0 πίσω από το 4 θα βλέπαμε ότι το 0.40 είναι μεγαλύτερο του 0.36»
 Ερώτημα προ-τεστ **A4.** $0,80 = 0,8$
 «**M5.** Είναι ίσα γιατί αν σβήσουμε το 0 πίσω από το 0.80 θα δούμε ότι βγαίνει 0.8 οπότε σημαίνει ότι οι αριθμοί είναι ίσοι.»

Ερώτημα προ-τεστ **A5.** $0,35 < 0,42$

«**M5.** Το 0.42 είναι μεγαλύτερο του 0.35 γιατί το 42 είναι μεγαλύτερο του 35.»

Ερώτημα προ-τεστ **A6.** $7,942 > 7,63$

«**M5.** Το 7.942 είναι μεγαλύτερο από το 7.63 γιατί αν βάζαμε ένα μηδενικό πίσω θα βλέπαμε ότι είναι 630 ενώ εδώ έχουμε 942 οπότε είναι μεγαλύτερο.»

Ερώτημα προ-τεστ **A7.** $0,6 > 0$

«**M5.** Το 0.6 είναι μεγαλύτερο του 0 γιατί αν βάζαμε υποδιαστολή και μηδενικά θα βλέπαμε ότι 6 είναι μεγαλύτερο από το 0.»

Ερώτημα προ-τεστ **A8.** $8,41237 > 8,41$

«**M5.** Είναι μεγαλύτερο το 8.41237 γιατί αν βάζαμε τον ανάλογο αριθμό μηδενικών στο 8,41 θα βλέπαμε ότι είναι μεγαλύτερο.»

Ερώτημα προ-τεστ **A11.** $0,731 = 0,73100$

«**M5.** Είναι ίσοι οι δυο αριθμοί γιατί αν σβήναμε τα μηδενικά θα βλέπαμε ότι βγάζει και αυτός 731.»

ii. Σύγκριση με βάση την αξία θέσης ψηφίου

π.χ. Ερώτημα προ-τεστ **A14.** $3,72 > 3,073$

«**M5.** Το 3.72 είναι μεγαλύτερος από το 3.073 γιατί παρόλο που έχουμε 73 υπάρχει 0 μπροστά που σημαίνει ότι το 7 είναι εκατοστά και το 3 είναι χιλιοστά ενώ στο άλλο το 7 είναι δέκατα και το 2 είναι εκατοστά.»

Ερώτημα προ-τεστ **A15.** $0,8 > 0,0008$

«**M5.** Το 0.8 είναι μεγαλύτερο του 0,0008 γιατί το 8 έχει τη θέση από τα δέκατα ενώ στον άλλο το 0 είναι στα δέκατα.»

Στο μετα-τεστ δεν σημειώθηκε καμία αλλαγή στο επίπεδο κατανόησης, καθώς χρησιμοποιήθηκαν ακριβώς οι ίδιοι τρόποι σκέψης στα ζεύγη με τα ίδια νούμερα στο προ-τεστ και στο μετα-τεστ. Ακολουθούν δύο στιγμιότυπα από το μετα-τεστ, που δείχνουν ότι η σύγκριση με βάση την αξία θέσης ψηφίου έγινε για 2 παρόμοια ζευγάρια με αυτά του προ-τεστ:

Ερώτημα μετα-τεστ **B14**. $4,63 > 4,064$

«**M5**. *4.63 ίσον μεγαλύτερο από το 4.064 γιατί στις δεκάδες υπάρχει το 0 ενώ στον άλλο αριθμό είναι το 6 οπότε είναι μεγαλύτερος.*

E. Οι δεκάδες;

M5. Ναι! Τα δέκατα, συγγνώμη.»

Ερώτημα μετα-τεστ **B15**. $0,4 > 0,0004$

«**M5**. *Το 0.4 είναι μεγαλύτερο από το 0.0004 γιατί όπως είπαμε και πριν στα δέκατα υπάρχει το 0 ενώ στον άλλο αριθμό υπάρχει το 4.»*

Στον Πίνακα 11. εμφανίζεται η συχνότητα με την οποία ο μαθητής M5 χρησιμοποίησε τους παραπάνω κανόνες στο προ-τεστ και στο μετα-τεστ.

Πίνακας 11. Συχνότητα εφαρμογής κανόνων από τον μαθητή M5.

Κανόνες	Συχνότητα Χρήσης	
	Προ-τεστ	Μετα-τεστ
Αναγωγή των μέτρων των μεγεθών που εκφράζουν οι δεκαδικοί στους φυσικούς αριθμούς.	12	10
Το μηδέν στο τέλος του δεκαδικού αριθμού δεν ισχύει	2	4
Σύγκριση με βάση την αξία θέσης ψηφίου.	2	2

M6. Η μαθήτρια M6 χρησιμοποίησε στο προ-τεστ κατά κύριο λόγο στρατηγικές που φανερώνουν επιφανειακή κατανόηση των δεκαδικών αριθμών. Ωστόσο, στα περισσότερα ζεύγη δεν ήταν σε θέση να εξηγήσει το σκεπτικό της. Στις τρεις περιπτώσεις όπου εξέφρασε το σκεπτικό της, φάνηκε να συγκρίνει το δεκαδικό μέρος των δεκαδικών αριθμών, σαν να ήταν ακέραιος αριθμός. Μικρή βελτίωση παρατηρήθηκε στο επίπεδο κατανόησης δεκαδικών αριθμών, καθώς στο πρώτο ζεύγος του μετα-τεστ συνέκρινε τους δεκαδικούς αριθμούς με βάση την αξία θέσης ψηφίου. Στη συνέχεια όμως δεν φάνηκε να διατηρεί αυτόν τον τρόπο. Επέστρεψε στον τρόπο σκέψης που είχε στο προ-τεστ και σε δύο ζεύγη (A6, A8) θεώρησε ότι ο ένας από τους δύο αριθμούς ήταν μεγαλύτερος διότι είχε μεγαλύτερο μήκος. Στον Πίνακα 12. εμφανίζεται η συχνότητα με την οποία η μαθήτρια M6 χρησιμοποίησε τους παραπάνω κανόνες στο προ-τεστ και στο μετα-τεστ.

Πίνακας 12. Συχνότητα εφαρμογής κανόνων από τη μαθήτρια M6.

Κανόνες	Συχνότητα Χρήσης	
	Προ-τεστ	Μετα-τεστ
Έλλειψη κανόνα.	13	8
Αναγωγή των μέτρων των μεγεθών που εκφράζουν οι δεκαδικοί στους φυσικούς αριθμούς.	3	5
Ο αριθμός με το μεγαλύτερο μήκος είναι ο μεγαλύτερος	0	2
Σύγκριση με βάση την αξία θέσης ψηφίου	0	1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα εργασία στόχευε στον σχεδιασμό, ανάπτυξη και πιλοτική αξιολόγηση ενός ψηφιακού εκπαιδευτικού παιχνιδιού για την προσέγγιση των δεκαδικών αριθμών στο δημοτικό. Η κατανόηση των δεκαδικών αριθμών είναι δύσκολη όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία (D' Ambrosio & Kastberg, 2012· Martinie, 2014· Stacey & Steinle, 1999· Stacey et al., 2001). Τα πιο συνηθισμένα προβλήματα/παρανοήσεις που αντιμετωπίζουν οι μαθητές κατά τη σύγκριση ή την ταξινόμηση των δεκαδικών αριθμών είναι η θεώρηση ότι ο δεκαδικός αριθμός με το μεγαλύτερο μήκος είναι ο μεγαλύτερος ή ότι ο δεκαδικός αριθμός με το μικρότερο μήκος είναι ο μεγαλύτερος (Steinle & Stacey, 1998, 1999, 2004). Υπάρχει έλλειψη σοβαρών παιχνιδιών που να στοχεύουν στην είτε στην εκμάθηση δεκαδικών αριθμών είτε στην αντιμετώπιση παρανοήσεων (Bruckman, 1999· McIntosh, Stacey, Tromp, & Lightfoot, 2000· Rice, 2007). Η παρούσα εργασία εστιάστηκε στην ανάπτυξη ενός παιχνιδιού για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων και για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις οπτικές αναπαραστάσεις (*άβακας, decimal squares, αριθμογραμμή, decimal tower cubes*), οι οποίες συμβάλλουν τόσο στην απόκτηση γνώσεων όσο και στην απόκτηση μεταγνωστικών δεξιοτήτων (Ainsworth & Loizou, όπως αναφέρονται στο Habgood, 2005). Για τον σχεδιασμό του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο IGENAC που συνδυάζει πτυχές των σχεδιαστικών προσεγγίσεων, συνθέτοντάς τες στο πλαίσιο της Κοινωνικο-πολιτισμικής Θεωρίας για τη μάθηση (Karasavvidis, Petrodaskalaki & Theodosiou, submitted). Το παιχνίδι που αναπτύχθηκε περιλάμβανε 3 επίπεδα (2 πλήρη και 1 ημιτελές).

Η πιλοτική αξιολόγηση του παιχνιδιού περιλάμβανε 6 μαθητές Στ' δημοτικού οι οποίοι έπαιζαν το παιχνίδι. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι το παιχνίδι που αναπτύχθηκε δεν φάνηκε να είναι δύσκολο στον χειρισμό, καθώς μπόρεσαν να το

ολοκληρώσουν με σχετική ευκολία οι μαθητές που είχαν είτε μία επιφανειακή είτε μία βαθιά κατανόηση για τους δεκαδικούς αριθμούς (χωρίς να είχαν απαραίτητως γενικά συχνή ενασχόληση με ψηφιακά παιχνίδια). Επίσης, δεν δυσκόλεψε ιδιαίτερα τον μαθητή που είχε λανθασμένη κατανόηση για τους δεκαδικούς, αλλά ασχολούνταν με τα ψηφιακά παιχνίδια σε καθημερινή βάση. Η δυσκολία αυτή πιθανόν να οφείλεται και στη χρήση των οπτικών αναπαραστάσεων, όπως ήταν ο *άβακας* και τα *decimal squares* μέσα στο παιχνίδι. Αυτές οι αναπαραστάσεις ενδέχεται να βοήθησαν τον συγκεκριμένο μαθητή να ολοκληρώσει τα επίπεδα. Το παιχνίδι φαίνεται όμως να δυσκολεύει ιδιαίτερος τόσο σε επίπεδο διεπαφής, όσο και σε νοητικό επίπεδο (εξαιτίας της συνθετότητας των έργων), μαθητές οι οποίοι δεν έχουν σχεδόν καθόλου συχνή ενασχόληση με ψηφιακά παιχνίδια και ταυτόχρονα δεν κατανοούν σχεδόν καθόλου τους δεκαδικούς αριθμούς.

Βελτίωση όσον αφορά τα αποτελέσματα του τεστ σύγκρισης δεκαδικών αριθμών, πρόοδο παρουσίασε μόνο μία μαθήτρια (M3), η οποία στο προ-τεστ έκανε 8 λάθη και στο μετα-τεστ 4. Ωστόσο, το γεγονός πως η μαθήτρια δεν ήταν σε θέση να εξηγήσει το σκεπτικό της σε κανένα από τα δύο τεστ δεν επιτρέπει ιδιαίτερη αισιοδοξία. Επίσης, από την ανάλυση των παρανοήσεων που κρύβονται πίσω τα λάθη και στα δύο τεστ, προκύπτει ότι η συγκεκριμένη μαθήτρια διατήρησε την παρανόηση, σύμφωνα με την οποία ο δεκαδικός αριθμός με το μεγαλύτερο μήκος είναι και ο μεγαλύτερος.

Συνολικά, δεν παρατηρήθηκαν σε αλλαγές στο επίπεδο κατανόησης των δεκαδικών αριθμών. Συνεπώς, το παιχνίδι φαίνεται να παρέχει τα κατάλληλα μέσα στους μαθητές για να ολοκληρώσουν τα επίπεδα, όμως δεν φαίνεται να εξασφαλίζει ούτε την κατάκτηση βαθύτερης γνώσης ούτε και την εξάλειψη των παρανοήσεων όσον αφορά τους δεκαδικούς αριθμούς.

Ωστόσο, τα αποτελέσματα προήλθαν από μία πιλοτική εφαρμογή μικρής κλίμακας, με 6 παιδιά. Κατά συνέπεια, δεν μπορεί να αποτυπωθεί μία πλήρης εικόνα για τις δυνατότητες του παιχνιδιού σε μαθησιακό επίπεδο. Επίσης, τα αποτελέσματα ίσως να ήταν διαφορετικά αν είχαν αναπτυχθεί όλα τα επίπεδα του παιχνιδιού, έτσι ώστε να είναι πιο ολοκληρωμένο. Οπότε, κρίνεται σκόπιμο να αναπτυχθεί πλήρως το ψηφιακό παιχνίδι με βάση τον σχεδιασμό που έγινε και στη συνέχεια να ελεγχθεί εμπειρικά με μεγαλύτερο δείγμα παιδιών και πειραματικό σχέδιο.

Βελτιώσεις μπορούν να γίνουν και στον τρόπο διερεύνησης, κυρίως όσον αφορά τα εργαλεία. Για τη μέτρηση της μαθησιακής επίδοσης των μαθητών χρησιμοποιήθηκε ένα τεστ σύγκρισης δεκαδικών αριθμών. Οι μαθητές δεν κλήθηκαν μόνο να συμπληρώσουν τα τεστ, αλλά και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους. Η επιλογή αυτού του τρόπου διερεύνησης, έγινε ώστε να εξαλειφθεί η εξωγενής μεταβλητή που σχετίζεται με το κατά πόσο οι μαθητές έδειχναν ενδιαφέρον και συμπλήρωναν συνειδητά τα τεστ. Οπότε, αποφεύχθηκε ως ένα βαθμό η τυχαία συμπλήρωση των τεστ από τους μαθητές. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Schorr (όπως αναφέρεται στους Roche & Clarke, 2006), η ατομική συνέντευξη είναι ένας τρόπος αξιολόγησης, ο οποίος παρέχει μεγάλη δυνατότητα καταγραφής του τρόπου σκέψης των μαθητών. Οπότε, ίσως η χρήση της σε μία επόμενη μελέτη να εξασφάλιζε καλύτερα αποτελέσματα. Αυτού του είδους τεστ όμως μπορούν να φανερώσουν τον βαθμό κατανόησης των δεκαδικών αριθμών μόνο σε ένα πρώτο επίπεδο, σύμφωνα με τους Roche και Clarke (2006). Σύμφωνα με τις Stacey και Steinle (όπως αναφέρεται στο Roche & Clarke, 2006), ακόμα και οι μαθητές που ανήκουν στην κατηγορία των φαινομενικά «expert» δεν είναι βέβαιο ότι κατέχουν άριστη γνώση και κατανόηση για τους δεκαδικούς αριθμούς. Υπάρχει πάντα το ενδεχόμενο είτε να εφαρμόζουν τους σωστούς κανόνες αλλά χωρίς να τους κατανοούν είτε να εφαρμόζουν συγκεκριμένες

στρατηγικές που δεν σχετίζονται με τους κανόνες ή να έχουν έναν μη αναγνωρισμένο τρόπο σκέψης, ο οποίος είναι λανθασμένος. Οι Roche και Clarke (2006) μελέτησαν τις περιπτώσεις των μαθητών που ενώ κατηγοριοποιήθηκαν ως εμφανώς «expert», μέσα από τεστ σύγκρισης δεκαδικών αριθμών, φάνηκε να μην τους κατανοούν πλήρως. Χρησιμοποίησαν μία σειρά από τεστ, εκτός από αυτό με τη σύγκριση των δεκαδικών αριθμών για να αποκαλύψουν μία σειρά από στρατηγικές και τρόπους κατανόησης, που επιδεικνύουν οι μαθητές που ανήκουν στην κατηγορία των φαινομενικά expert. Οι μαθητές κλήθηκαν επιπλέον να ταξινομήσουν μία σειρά από δώδεκα δεκαδικούς αριθμούς και στη συνέχεια να τοποθετήσουν έναν δεκαδικό αριθμό σε μία αριθμογραμμή. Σύμφωνα με τα στοιχεία της συγκεκριμένης έρευνας, οι μαθητές που κατηγοριοποιήθηκαν ως εμφανώς expert στο τεστ σύγκρισης δεκαδικών, εφαρμόζοντας τον κανόνα σύμφωνα με τον οποίον προσθέτουμε μηδενικά στο τέλος ενός δεκαδικού αριθμού για να αποκτήσει το ίδιο μήκος με τον άλλον, δεν μπόρεσαν να επιδείξουν μία συστηματική κατανόηση για το σχετικό μέγεθος των δεκαδικών αριθμών ή για πιο δύσκολα έργα. Το παιχνίδι που αναπτύχθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία στόχευε στην εξάλειψη και της συγκεκριμένης παρανόησης, οπότε με τη χρήση μόνο του τεστ σύγκρισης δεκαδικών αριθμών, δεν εξετάστηκε επαρκώς η επίδοση των μαθητών όσον αφορά τη συγκεκριμένη έννοια.

Στα πλαίσια των προ-τεστ και μετα-τεστ θα μπορούσαν οι μαθητές να συμπληρώσουν κάποια από τα επιπλέον τεστ που αναφέρθηκαν παραπάνω, αλλά και να πραγματοποιηθεί μία ατομική συνέντευξη τόσο πριν όσο και μετά το παιχνίδι, για να καταγραφεί με μεγαλύτερη λεπτομέρεια ο τρόπος σκέψης των μαθητών.

Βιβλιογραφικές παραπομπές

- Adams, D. M., Mayer, R. E., MacNamara, A., Koenig, A., & Wainess, R. (2012). Narrative games for learning: Testing the discovery and narrative hypotheses. *Journal of Educational Psychology, 104*(1), 235.
- Αναγνώστου Κ. (2009), Βιντεοπαιχνίδια- Βιομηχανία και Ανάπτυξη. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., De Freitas, S., Louchart, S., & De Gloria, A. (2014). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology. 10.1111/bjet.12113* (Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Arnab, S., de Freitas, S., Louchart, S., & De Gloria, A. The LM-GM framework for Serious Games Analysis.)
- Bacone, V. K. (2012). *Blender Game Engine beginners guide. The non-programmer's guide to creating 3D video games*. Birmingham, UK: Packt.
- Bodrova, E., & Leong, D. J. (2015). Vygotskian and post-Vygotskian views on children's play. *American Journal of Play, 7*(3), 371.
- Bruckman, A. (1999, March). Can educational be fun. In *Game developers conference* (Vol. 99).
- Caillois, R. (2006). The definition of play, The Classification of Games. Chicago
- Chorianopoulos, K., & Giannakos, M. N. (2014). Design Principles for Serious Video Games in Mathematics Education: From Theory to Practice. *The International Journal of Serious Games, 1*(3), 51-59.
- D'Ambrosio, B. S., & Kastberg, S. E. (2012). Building understanding of decimal fractions. *Teaching Children's Mathematics, 18*(9), 558-564.
- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J. P., & Rampnoux, O. (2011). Origins of serious games. In *Serious games and edutainment applications* (pp. 25-43). Springer London.

- Fabricatore, C. (2000). Learning and videogames: An unexploited synergy. In *The International Conference of the Association for Educational Communications and Technology*.
- Garvey, C. (1990). *Play* (Vol. 27). Harvard University Press.
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan
- Habgood, J. (2005). Zombie Division: intrinsic integration in digital learning games. *Cognitive Science Research Paper-University of Sussex CSRP*, 576, 45.
- Habgood, M. P. J., Ainsworth, S. E., & Benford, S. (2005). Endogenous fantasy and learning in digital games. *Simulation & Gaming*, 36(4), 483-498.
- Hays, R. T. (2005). *The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion* (No. NAWCTSD-TR-2005-004). NAVAL AIR WARFARE CENTER TRAINING SYSTEMS DIV ORLANDO FL.
- Heid, M. K. (1997). The technological revolution and the reform of school mathematics. *American Journal of Education*, 5-61.
- Karasavvidis, I., Petrodaskalaki, E. & Theodosiou, S. (submitted). IGENAC: A Model For Serious Game Design.
- Κολέζα, Ε. (2009). *ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΠΡΑΞΗ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ*. Αθήνα: Τόπος.
- Ma, M., Oikonomou, A., & Jain, L. C. (2011). *Serious games and edutainment applications* (p. 520). Berlin: Springer.
- Martinie, S. L. (2014). Decimal fractions: An important point. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 19(7), 420-429.
- McIntosh, J., Stacey, K., Tromp, C., & Lightfoot, D. (2000). Designing constructivist computer games for teaching about decimal numbers. In *Mathematics*

- Education Beyond 2000*.(Proc. of the 23rd Annual Conf. of the Mathematics Education Research Group of Australasia) (pp. 409-416).
- Miller, D. J., & Robertson, D. P. (2011). Educational benefits of using game consoles in a primary classroom: A randomized controlled trial. *British Journal of Educational Technology*, 42(5), 850-864.
- Moloney, K., & Stacey, K. (1997). Changes with age in students' conceptions of decimal notation. *Mathematics Education Research Journal*, 9(1), 25-38.
- Pereira Neto, D., & Santos, F. A. N. V. D. (2012). Games development: contribution to interactive infographics from a design perspective and methods. *Human Factors in Design*, 1(1). Retrieved from: <http://www.periodicos.udesc.br/index.php/hfd/article/viewFile/2864/2109>
- Piaget, J. (1951). *Play, Dreams And Imitation In Childhood*. (Translated by: Cattegno C. and Hodgson F. M.), Oxon: Routledge.
- Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, 29, 128-140
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21-21.
- Prensky, M. (2007). *Μάθηση βασισμένη στο Ψηφιακό Παιχνίδι* (επιμέλεια.: Μ. Μειϊμάρης, Μετάφραση: Κ. Παπασταύρου, Ν. Παπασταύρου) Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Rice, J. W. (2007). Assessing higher order thinking in video games. *Journal of Technology and Teacher Education*, 15(1), 87.

- Robson, C. (2010). *Η έρευνα του πραγματικού κόσμου: Ένα μέσον για κοινωνικούς επιστήμονες και επαγγελματίες ερευνητές* (Κ. Μιχαλοπούλου, επιμ.). Αθήνα: Gutenberg.
- Roche, A., & Clarke, D. M. (2004). When does successful comparison of decimals reflect conceptual understanding. *Mathematics education for the third millennium: Towards 2010*, 486-493.
- Roche, A., & Clarke, D. M. (2006). When successful comparison of decimals doesn't tell the full story. In *In*.
- Rodriguez, H. (2006). The playful and the serious: An approximation to Huizinga's Homo Ludens. *Game Studies*, 6(1).
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.
- Sosniak, L. A. (1994). *Bloom's Taxonomy*. L. W. Anderson (Ed.). Univ. Chicago Press.
- Squire, K. (2002). Cultural framing of computer/video games. *Game studies*, 2(1), 1-13.
- Stacey, K., Helme, S., & Steinle, V. (2001). Confusions between decimals, fractions and negative numbers: A consequence of the mirror as a conceptual metaphor in three different ways. In *PME CONFERENCE* (Vol. 4, pp. 4-217).
- Stacey, K., Helme, S., Steinle, V., Baturu, A., Irwin, K., & Bana, J. (2001). Preservice teachers' knowledge of difficulties in decimal numeration. *Journal of mathematics teacher education*, 4(3), 205-225.
- Stacey, K., Price, B., Steinle, V., Chick, H., & Gvozdenko, E. (2009, September). *SMART assessment for learning*. In *Conference of the International Society for Design and Development in Education*, Cairns, Australia, September 28–October 1.

- Stacey, K., & Steinle, V. (1999, August). A Longitudinal Study of Children's Thinking about decimals: A preliminary Analysis. In *PME CONFERENCE* (Vol. 4, pp. 4-233).
- Stanford, T., Wiburg, K., Chamberlin, B., Trujillo, K., & Parra, J. L. (2016). Transforming Mathematics Teaching through Games and Inquiry. *Handbook of Research on Transforming Mathematics Teacher Education in the Digital Age*, 52.
- Steinkuehler, C., & Squire, K. (2014). Videogames and learning. *Cambridge handbook of the learning sciences*.
- Steinle, V. (2004a). Changes with age in students' misconceptions of decimal numbers. PhD thesis, Department of Science and Mathematics Education, The University of Melbourne.
- Steinle, V. (2004b). Detection and remediation of decimal misconceptions. *Towards excellence in mathematics*, 460-478.
- Steinle, V., & Stacey, K. (1998). The incidence of misconceptions of decimal notation amongst students in grades 5 to 10. In *Teaching Mathematics in New Times: Proceedings of the 21st Annual Conference of MERGA* (Vol. 2, pp. 548-555)
- Steinle, V., & Stacey, K. (2003). Grade-Related Trends in the Prevalence and Persistence of Decimal Misconceptions. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 259-266.
- Steinle, V., & Stacey, K. (2004). A longitudinal study of students' understanding of decimal notation: An overview and refined results. In *Proceedings of the 27th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (Vol. 2, pp. 541-548).

- Steinle, V., Stacey, K., Gvozdenko, E. & Price, B. (2013). SMART online formative assessments for teaching mathematics. *Curriculum & Leadership Journal*, 11 (20). Retrieved from: http://www.curriculum.edu.au/leader/smart_online_formative_assessments_for_teaching_ma,36822.html?issueID=12826
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious games: An overview.
- Theodosiou, S., & Karasavvidis, I. (2015). Serious games design: A mapping of the problems novice game designers experience in designing games. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 11(3).
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229-243.
- Widjaja, W., Stacey, K., & Steinle, V. (2008). Misconceptions about density of decimals: insights from Indonesian pre-service teachers' work. *Journal for science and mathematics education in Southeast Asia*, 31(2), 117-131.
- Wouters, P., Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., & Van Der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249.
- Χασάπης, Δ., (2000). *Διδακτική Βασικών Μαθηματικών Εννοιών. Αριθμοί και Αριθμητικές Πράξεις*. Αθήνα: ΜΕΤΑΙΧΜΙΟ.

Παράρτημα 1: Πόροι

1.1. Πόροι που βρέθηκαν στο Διαδίκτυο

1.1.1. Λογισμικά

Blender [Computer Software]. Retrieved from www.blender.org.

NCH [Computer Software]. Retrieved from <http://www.nch.com.au/software/voxrec.html>

1.1.2. Ιστοσελίδες

Blendswap. Retrieved December 19, 2015 from <http://www.blendswap.com>

Gary's Hood. Retrieved June 23, 2016 from <http://www.garyshood.com/imageconvert/>
Online Tone Generator. Retrieved June 9, 2016 from <http://onlinetonegenerator.com/pitch-shifter.html>

Pixlr-o-matic. Retrieved June 14, 2016 from <https://pixlr.com/o-matic/>

Sheppardsoftware. Retrieved March 10, 2016 from <http://www.sheppardsoftware.com/caribbeanweb/factfile/Unique-facts-Caribbean6.htm>

Smartvic. Retrieved August 26, 2016 from <http://www.smartvic.com/teacher/teacher11.php>

1.2. Εικόνες

Deviant Art [online image]. *Caribbean Nautical Chart Print*. Retrieved from http://img01.deviantart.net/a63f/i/2004/10/e/0/caribbean_nautical_chart_print.jpg

Fast Pitch West [online image]. *Man-O-War Cay, The Bahamas*. Retrieved from http://www.fastpitchwest.com/images2/map_abaco_400.gif

HD Wallpapers Range. (2015). [online image]. *Gallery For Rainforest Background 960x726*. Retrieved from <http://wallpapersrang.com/wp-content/uploads/2015/12/gallery-for-rainforest-background.jpg>

Kool Karts [online image]. Retrieved from http://www.koolkartrentals.com/files/gtcay_map.jpg

Mystica. (2008). [online image]. *Pirate Ship Clipart*. Retrieved from http://pt.clipartlogo.com/image/pirate-ship-clip-art_376909.html

Yopriceville. [online image]. *Scroll PNG Clipart Image*. Retrieved from http://gallery.yopriceville.com/var/albums/Free-Clipart-Pictures/Scrolls-PNG/Scroll_PNG_Clipart_Image.png?m=1438811282

1.3. Τρισδιάστατα μοντέλα

10000bones (2013). *Five Rocks*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/67011>

adorybowl (2015). *trees*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/80255>

ahedov (2013). *External wall*. Licensed under Creative Commons: By Attribution-ShareAlike 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/69142>

ahedov (2013). *Graveyard chapel*. Licensed under Creative Commons: By Attribution-ShareAlike 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/69364>

ahedov (2013). *Old Cottage*. Licensed under Creative Commons: By Attribution-ShareAlike 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/69208>

ahedov (2013). *Old Well*. Licensed under Creative Commons: By Attribution-ShareAlike 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/69148>

ahedov (2013). *Wheelbarrow*. Licensed under Creative Commons: By Attribution-ShareAlike 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/69141>

ahedov (2013). *Windmill*. Licensed under Creative Commons: By Attribution-ShareAlike 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/69174>

aquila (2012). *Water games*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/50961>

BigMouse (2013). *Equatorial maps set 1*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/67286>

bishop (2013). *BGE woodbridge 02*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/71243>

blendernoob1973 (2014). *Cigar Box*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/71962>

bluezald (2013). *Liso Project: library1*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/68144>

BrianHanson (2011). *Paper Clip*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/15471>

BrunoMatheus (2012). *Key*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/49472>

chrisbreen1995 (2013). *Wood plank simulation*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/697269>

Conosaos (2014). *Amerikanischer Nusbaum Tisch*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/72250>

Danimal (2014). *Gold stacks*. Licensed under Creative Commons: By Attribution-Share Alike 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/74667>

Dante (2014). *low poly fantasy game pack*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/74258>

der_On (2013). *Ocean Turtle*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/67541>

Dracio (2011). *Tukan*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/4840>

ebrain (2010). *Shawl*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/1662>

Flight King (2013). *Realistic Wooden Box*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/69774>

gainbu78 (2012). *bird model*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/25239>

gamble901 (2014). *Castle Wall Version 1*. Licensed under Creative Commons: By Attribution-ShareAlike 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/72267>

GerhardH (2014). *Skydome.blend*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/72272>

Ghost7 (2013). *Old broken cabinet*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/69194>

GyngaNynja (2014). *Low poly barrel*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/71925>

hotzst (2011). *Paper Scroll*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/13963>

InfameDavid (2014). *la folle du champ*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/71836>

Jeff2207 (2013). *The Mayflower*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/67084>

josh_newnham (2013). *Monkey*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/68638>

- kxlexk (2011). *Bird Cage 1*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/15395>
- mahesh (2014). *Wooden Barrel*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/75169>
- mahesh (2014). *Wooden Barrel*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/75169>
- mitch37 (2013). *arm_chair*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/67422>
- oceanarts (2013). *Low Poly Cave Entrance*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/66848>
- OliverMH (2013). *3 Low Poly Cliffs*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/71140>
- OliverMH (2013). *Pirates Cannon (Low Poly +LoDs)*. Licensed under Creative Commons: By Attribution- ShareAlike 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/73922>
- OliverMH (2013). *Timber Frame House (Low Poly)*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/71053>
- OliverMH (2013). *Wooden Cart (LP + LoD)*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/70935>
- rameshrj (2013). *Cave*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain). Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/71378>

Sizzler (2012). *Lower-poly Rustic Table and Bench tscn*. Licensed under Creative

Commons: By Attribution 3.0. Downloaded from
<http://www.blendswap.com/blends/view/5866>

Skycrafting78 (2015). *BGE Palm Tree*. Licensed under Creative Commons: By

Attribution- Non Commercial 3.0. Downloaded from
<http://www.blendswap.com/blends/view/77472>

tamoc (2013). *Old Barn*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain).

Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/63661>

TheCaveman1113 (2014). *Low Poly Tropic Plant*. Licensed under Creative Commons:

By Zero (Public Domain). Downloaded from
<http://www.blendswap.com/blends/view/72585>

thelaurent (2014). *Isometric Pearl*. Licensed under Creative Commons: By Attribution

3.0. Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/74035>

ThOmas (2015). *Game Engine Fern*. Licensed under Creative Commons: By

Attribution 3.0. Downloaded from
<http://www.blendswap.com/blends/view/79549>

VortexAcherontic (2015). *Old wooden chest*. Licensed under Creative Commons: By

Attribution- ShareAlike 3.0. Downloaded from
<http://www.blendswap.com/blends/view/78461>

zehmx (2015). *Chest*. Licensed under Creative Commons: By Zero (Public Domain).

Downloaded from <http://www.blendswap.com/blends/view/81296>

1.4. Υφές Αντικειμένων

Dirt [Online Image]. Retrieved from: <http://4.bp.blogspot.com/-HBarddQ3FRk/UmpMDiNwVjI/AAAAAAAAAEn8/a9Tvj9i9Ebk/s1600/Seamless+ground+dirt+texture.jpg>

Expensive Wood [Online Image]. Retrieved from: <http://opengameart.org/node/8595>

Sand [Online Image]. Retrieved from: <http://images.naldzgraphics.net/2014/07/20-smooth-beach-sand-seamless.jpg>

1.5. Ήχοι Παιχνιδιού

Alestorm Keelhauled Symphonic Cover [Video File]. (2010). Retrieved from: <https://www.youtube.com/watch?v=sKaiDTdPoZY>

Calypso Instrumental Music - Trinidad and Tobago [Video File]. (2015). Retrieved from: <https://www.youtube.com/watch?v=TzUPVXPMzwI>

Calypso of Trinidad and Tobago Instrumental Cheerful Tropical Caribbean Beach [Video File]. (2016). Retrieved from:

<http://www.freesfx.co.uk>

GlorySunz (2011). *Rainforest Ambience Sound*. Licensed under Creative Commons: By Public Domain. Retrieved from: <http://soundbible.com/>

<https://www.youtube.com/watch?v=VdAPNJfBnD8>

Mike Koenig (2009). *Door Unlock Sound*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/> . Retrieved from: <http://soundbible.com/>

Mike Koenig (2009). *Sea Waves Sound*. Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/> . Retrieved from: <http://soundbible.com/>

Παράρτημα 2 : ΤΕΣΤ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

2.1. ΠΡΟ-ΤΕΣΤ

Κωδικός μαθητή/μαθήτριας: _____

1. Σχολείο

2. Φύλο

Αγόρι

Κορίτσι

3. Πόσο συχνά παίζεις ηλεκτρονικά παιχνίδια;

Κάθε μέρα	
3-5 φορές την εβδομάδα	
1-2 φορές την εβδομάδα	
Σχεδόν καθόλου	

Α. Για κάθε ζεύγος αριθμών, συμπλήρωσε το κατάλληλο σύμβολο

(<, > ή =) :

0,7	<input type="text"/>	0,29	2,0	<input type="text"/>	2
0	<input type="text"/>	0,000	0,241	<input type="text"/>	0,46
0,32	<input type="text"/>	0,2	0,311	<input type="text"/>	0,31100
0,60	<input type="text"/>	0,6	0,7	<input type="text"/>	0,848
0,46	<input type="text"/>	0,53	6,92	<input type="text"/>	6,5713
8,942	<input type="text"/>	8,63	4,63	<input type="text"/>	4,064
0,9	<input type="text"/>	0	0,4	<input type="text"/>	0,0004
5,23187	<input type="text"/>	5,23	1,88	<input type="text"/>	1,8888

2.2. ΜΕΤΑ-ΤΕΣΤ

Κωδικός μαθητή/μαθήτριας: _____

B. Για κάθε ζεύγος αριθμών, συμπλήρωσε το κατάλληλο σύμβολο

(<, > ή =) :

0,4	<input type="text"/>	0,36	3,0	<input type="text"/>	3
0	<input type="text"/>	0,00	0,216	<input type="text"/>	0,37
0,74	<input type="text"/>	0,4	0,731	<input type="text"/>	0,73100
0,80	<input type="text"/>	0,8	0,3	<input type="text"/>	0,426
0,35	<input type="text"/>	0,42	3,92	<input type="text"/>	3,4813
7,942	<input type="text"/>	7,63	3,72	<input type="text"/>	3,073
0,6	<input type="text"/>	0	0,8	<input type="text"/>	0,0008
8,41237	<input type="text"/>	8,41	3,77	<input type="text"/>	3,7777

Παράρτημα 3: ΠΑΡΑΧΘΕΝ ΥΛΙΚΟ

Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, αναπτύχθηκαν η εισαγωγή, το πρώτο επίπεδο, το πρώτο μέρος από το δεύτερο και το τρίτο επίπεδο καθώς και το κλείσιμο του παιχνιδιού.

3.1. Εισαγωγή

Εισαγωγή. Το παιχνίδι ξεκινάει με την προβολή του αρχικού βίντεο, στο οποίο παρουσιάζονται τα γεγονότα που συνέβησαν πριν φτάσει η «Quetzal» στο νησί των πειρατών.

Βίντεο. “Βρισκόμαστε στις αρχές του 18^{ου} αιώνα στην Καραϊβική και πιο συγκεκριμένα στο νησί «Abaco» των «Bahamas», όπου κατοικεί η «Quetzal» (Εικόνα 16).

Στο χωριό επικρατεί ηρεμία τις περισσότερες μέρες, με τους κατοίκους του να είναι φιλήσυχοι. Όμως, κανένας στην Καραϊβική δεν μπορεί να αισθάνεται ασφαλής, με τους πειρατές να κάνουν συχνά επιδρομές. Μια τέτοια επιδρομή έγινε και στο χωριό της «Quetzal» τέσσερα χρόνια πριν, στα τέλη του 17^{ου} αιώνα. Οι πειρατές πήραν τα χρήματα και τα άλλα πολύτιμα αντικείμενα των κατοίκων του χωριού. Ανάμεσα στα αντικείμενα που είχαν πάρει, ήταν και το μενταγιόν που είχε χαρίσει στην «Quetzal» η γιαγιά της (Εικόνα 17).

Η «Quetzal» στενοχωρήθηκε πάρα πολύ και ήταν απαρηγόρητη. Δύο μέρες μετά την επιδρομή, πήγε στην παραλία όπου άκουσε ένα παράξενο θόρυβο. Κοίταξε γύρω της, όμως το μόνο που υπήρχε, ήταν ένα βαρέλι. Αποφάσισε λοιπόν να το πλησιάσει και τότε, προς μεγάλη της έκπληξη, είδε ότι μέσα στο βαρέλι ήταν κρυμμένο ένα φοβισμένο πιθηκάκι. Είπε στο πιθηκάκι να μην φοβάται και τότε εκείνο της είπε

ότι κρύφτηκε μέσα στο βαρέλι για να ξεφύγει από τους πειρατές, οι οποίοι τον είχαν στο καράβι τους κατά την επιδρομή, καθώς σκόπευαν να τον πουλήσουν αργότερα.

Η Quetzal και το πιθηκάκι που το έλεγαν «Peanut» έγιναν αμέσως φίλοι. Ο «Peanut» της υποσχέθηκε πως μία μέρα θα τη βοηθούσε να βρει το μενταγιόν της και να φέρει πίσω στο χωριό ο, τι είχαν πάρει οι πειρατές (Εικόνα 18)..

Πέρασαν 4 χρόνια από την ημέρα που οι πειρατές λήστεψαν το χωριό της «Quetzal». Ο «Peanut» όμως, δεν ξέχασε την υπόσχεση που της είχε δώσει. Πολύ συχνά πήγαινε στην ακτή και όταν συναντούσε εκεί την καλή του φίλη την «Agwé», τη ρωτούσε αν έμαθε νέα για τους πειρατές. Βλέπετε η «Agwé» είναι θαλάσσια χελώνα και κολυμπούσε μερικές φορές ως το νησί των πειρατών ώστε να τους παρακολουθεί και να ενημερώνει τον «Peanut» για τις κινήσεις τους (Εικόνα 19).

Ποτέ δεν ήταν εντελώς έρημο το νησί, έτσι ήταν πολύ επικίνδυνο για την «Quetzal» και τον «Peanut» να πάνε ως εκεί για να φέρουν πίσω το μενταγιόν και τα υπόλοιπα αντικείμενα. Αυτό όμως άλλαξε χθες, καθώς η «Agwé» είχε πολύ ευχάριστα νέα. Πριν από λίγους μήνες, είδε τους άνδρες του Βρετανικού Ναυτικού να καταδιώκουν τους πειρατές στη θάλασσα και να τους συλλαμβάνουν όλους. Τώρα πια δεν θα υπήρχε κανένας στο κρησφύγετό τους στο νησί «Green Turtle Cay», οπότε η «Quetzal» αποφάσισε να πάει ως εκεί μαζί με τον «Peanut»(Εικόνα 20).

Σήμερα το πρωί λοιπόν, πήραν μία ψαρόβαρκα, είπαν σε όλους ότι πηγαίνουν για ψάρεμα για να μην ανησυχούν και ξεκίνησαν για το «Green Turtle Cay», όπου θα τους οδηγούσε η «Agwe». Η «Quetzal» ήταν ενθουσιασμένη, αφού το βράδυ θα πραγματοποιούνταν η ετήσια γιορτή του νησιού της και θα ήταν υπέροχο αν επέστρεφε στο χωριό της μαζί με τον θησαυρό που είχαν κλέψει οι πειρατές. Έτσι θα ήταν όλοι χαρούμενοι και θα έβλεπαν πόσο γενναία ήταν (Εικόνα 21).



Εικόνες 16, 17, 18.

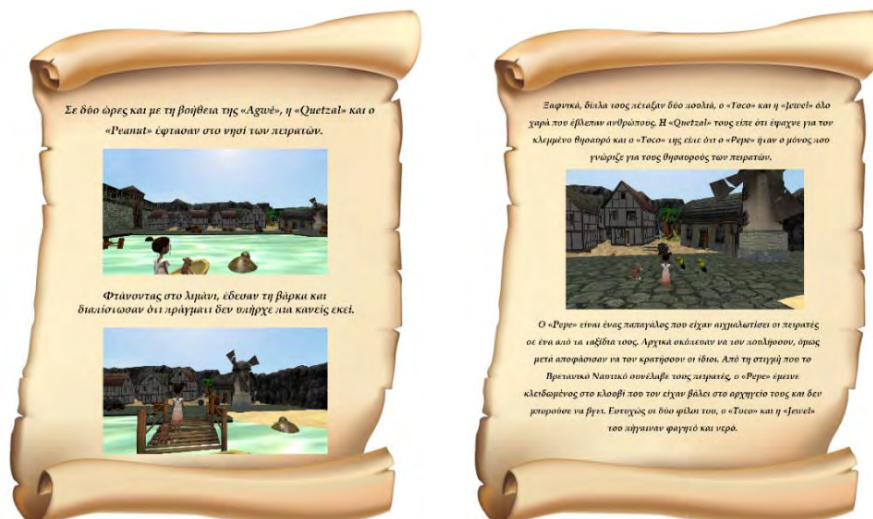


Εικόνες 19, 20, 21.

Σε δύο ώρες και με τη βοήθεια της «Agwé», η «Quetzal» και ο «Peanut» έφτασαν στο νησί των πειρατών. Φτάνοντας στο λιμάνι, έδεσαν τη βάρκα και διαπίστωσαν ότι πράγματι δεν υπήρχε πια κανείς εκεί (Εικόνα 22).

Ξαφνικά, δίπλα τους πέταξαν δύο πουλιά, ο «Toco» και η «Jewel» όλο χαρά που έβλεπαν ανθρώπους. Η «Quetzal» τους είπε ότι έψαχνε για τον κλεμμένο θησαυρό και ο «Toco» της είπε ότι ο «Pere» ήταν ο μόνος που γνώριζε για τους θησαυρούς των πειρατών. Ο «Pere» είναι ένας παπαγάλος που είχαν αιχμαλωτίσει οι πειρατές σε ένα από τα ταξίδια τους. Αρχικά σκόπευαν να τον πουλήσουν, όμως μετά αποφάσισαν να τον κρατήσουν οι ίδιοι. Από τη στιγμή που το Βρετανικό Ναυτικό συνέλαβε τους πειρατές, ο «Pere» έμεινε κλειδωμένος στο κλουβί που τον είχαν βάλει στο αρχηγείο

τους και δεν μπορούσε να βγει. Ευτυχώς οι δύο φίλοι του, ο «Τοσο» και η «Jewel» του πήγαιναν φαγητό και νερό (Εικόνα 23).”



Εικόνες 22, 17.



Εικόνα 18. Έναρξη παιχνιδιού.

Μόλις ολοκληρωθεί το βίντεο, εμφανίζεται μία άλλη οθόνη (Εικόνα 24), όπου ζητείται από τον παίκτη να βοηθήσει την «Quetzal» να βρει τον «Ρεπε» και στη συνέχεια τον θησαυρό, έτσι ώστε να τον επιστρέψει στους κατοίκους του χωριού της πριν νυχτώσει. Επίσης, εμφανίζονται και οι οδηγίες προς τον παίκτη, οι οποίες του εξηγούν πώς να κινηθεί στον χώρο.

3.2. 1^ο Επίπεδο

1^ο Επίπεδο- Είσοδος στο αρχηγείο. Η κάμερα δείχνει πάντα το οπτικό πεδίο της «Quetzal», η οποία βρίσκεται στην προβλήτα του λιμανιού των πειρατών και είναι στραμμένη προς τον «Peanut», τον «Toco» και την «Jewel». Εκείνη τη στιγμή ο «Peanut» λέει στην «Quetzal» πως ξέρει που βρίσκεται το αρχηγείο των πειρατών και της ζητάει να τον ακολουθήσει (Εικόνα 25). Ο «Peanut» έχει ξεκινήσει να προχωράει προς το αρχηγείο των πειρατών και ο παίκτης πρέπει να κινήσει την «Quetzal» με τα πλήκτρα «W», «A», «S» και «D» έτσι ώστε να ακολουθήσει τον «Peanut» (Εικόνα 26). Ο «Peanut» σταματάει μπροστά από ένα κτήριο, στην είσοδο του οποίου εμφανίζεται ένα βελάκι (Εικόνα 27). Ο παίκτης πρέπει να κάνει κλικ με το ποντίκι πάνω στο βελάκι έτσι ώστε να εισέλθει στο αρχηγείο των πειρατών.

Εικόνες με διαλόγους. Παρουσιάζεται ο διάλογος ανάμεσα στον «Pere» και την «Quetzal» μέσα στο αρχηγείο. Ο «Pere» είναι ο παπαγάλος των πειρατών και βρίσκεται κλειδωμένος μέσα σε ένα κλουβί μέσα στο αρχηγείο τους. Ο «Pere» αρχικά ζητάει να μάθει ποιοι είναι αυτοί που μπήκαν στο αρχηγείο του και τι δουλειά έχουν εκεί (Εικόνα 28). Η «Quetzal» συστήνει τον εαυτό της και τον «Peanut» και λέει στον «Pere» ότι πήγαν στο αρχηγείο για να ζητήσουν τη βοήθειά του (Εικόνα 29). Αμέσως ο «Pere» της λέει ότι δεν μπορεί να τους βοηθήσει γιατί είναι πολύ θυμωμένος με τους ανθρώπους, καθώς οι πειρατές τον άφησαν κλειδωμένο μέσα στο κλουβί του και δεν γύρισαν ποτέ να τον απελευθερώσουν (Εικόνα 30). Στη συνέχεια, η «Quetzal» φαίνεται πως υπόσχεται στον «Pere» ότι θα κάνει ό,τι μπορεί για να τον βγάλει από το κλουβί και του λέει πως μετά αν θέλει μπορεί να την βοηθήσει κι αυτός (Εικόνα 31). Οπότε, ο «Pere» μετά δίνει οδηγίες στην «Quetzal» για το πώς μπορεί να ανοίξει το κλουβί του, λέγοντάς της ότι ο «Toco» και η «Jewel» προσπάθησαν να το ανοίξουν αλλά δεν τα κατάφεραν. Επίσης, υπόσχεται στην «Quetzal» πως αν καταφέρει να τον απελευθερώσει, θα την βοηθήσει με ό,τι θέλει (Εικόνα 32).



Εικόνες 19, 26, 27. Στιγμιότυπα από το λιμάνι των πειρατών στο 1^ο επίπεδο.



Εικόνες 28, 29, 30, 31, 32. Ο διάλογος ανάμεσα στην «Quetzal» και τον «Pere» στο αρχηγείο.

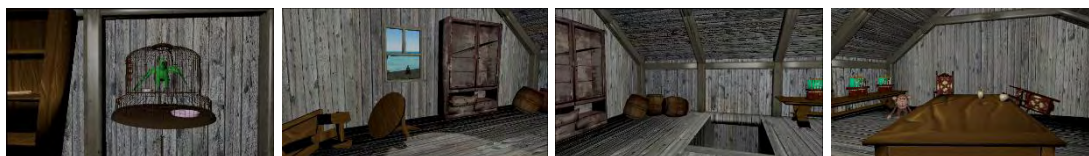
Κουτιά με μυστική κρύπτη. Η κάμερα δείχνει ότι βλέπει η Quetzal μέσα στο αρχηγείο των πειρατών και ο παίκτης πρέπει να την κινήσει με τα πλήκτρα W, A, S, D για να βρει τα κουτιά με τις μυστικές κρύπτες (Εικόνες 33, 34, 35, 36). Μόλις τα εντοπίσει πάνω στο τραπέζι απέναντι από το κλουβί, πρέπει να κάνει αριστερό κλικ με το ποντίκι πάνω στο πρώτο κουτί για να ξεκινήσει να τα ανοίγει ένα ένα (Εικόνα 37). Πάνω από κάθε κουτάκι υπάρχει ένας *άβακας* με μαργαριταρένιες χάντρες. Κάθε *άβακας* έχει 6 θέσεις (Εκατοντάδες, Δεκάδες, Μονάδες, Δέκατα, Εκατοστά και Χιλιοστά) και ανάμεσα στις Μονάδες και τα Δέκατα, υπάρχει ένα κοχύλι σε σχήμα υποδιαστολής (Εικόνα 38).

Ο παίκτης μεταφέρεται σε μία οθόνη η οποία εστιάζει μόνο στο πρώτο κουτί. Στο δεξί μέρος της οθόνης εμφανίζονται οι εξής οδηγίες: «Βρες τον δεκαδικό αριθμό που σχηματίζεται από τις μαργαριταρένιες χάντρες». Κάτω από τις οδηγίες υπάρχουν τέσσερις δεκαδικοί αριθμοί και ο παίκτης, αφού μετρήσει τις μαργαριταρένιες χάντρες στον *άβακα*, θα πρέπει να κάνει κλικ στον δεκαδικό αριθμό στον οποίο αντιστοιχεί (Εικόνα 39). Αν επιλεγεί ο σωστός δεκαδικός αριθμός, τότε εμφανίζεται γραμμένος ακριβώς κάτω από το κουτί. Τώρα, στο κάτω μέρος της οθόνης ένα μήνυμα που λέει το εξής: «Συγχαρητήρια! Βρήκες τον αριθμό που αντιστοιχεί στον *άβακα*. Για να ανοίξει η μυστική κρύπτη πρέπει να επιλέξεις τον δεκαδικό αριθμό που θα αφαιρέσεις, ώστε να αδειάσει η θέση των δέκατων στον *άβακα*.». Στο δεξί μέρος της οθόνης εμφανίζεται το εξής κείμενο: «Από τον δεκαδικό αριθμό θα αφαιρέσω:» και κάτω από αυτό υπάρχουν τέσσερις νέοι δεκαδικοί αριθμοί (Εικόνα 40). Όταν κάνει κλικ πάνω στον σωστό αριθμό, τότε οι αντίστοιχες μαργαριταρένιες χάντρες μεταφέρονται στο πίσω μέρος του *άβακα* και ανοίγει η μυστική κρύπτη. Μέσα στην κρύπτη υπάρχει ένα κλειδί και πάνω από το κλειδί εμφανίζεται ένα βελάκι (Εικόνα 41). Ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ με το ποντίκι πάνω στο βελάκι και τότε το κλειδί μεταφέρεται στην εργαλειοθήκη του παίκτη (Εικόνα 42) και αυτός προχωράει στο επόμενο κουτί.

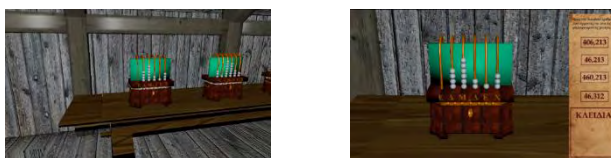
Σε περίπτωση που τελειώσει ο προκαθορισμένος χρόνος, τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα στην οθόνη, το οποίο λέει το εξής: «Έχασες αρκετό χρόνο κάνοντας αυτή τη δραστηριότητα και η «Quetzal» δεν θα προλάβει να επιστρέψει στο σπίτι της πριν νυχτώσει. Καλύτερα να δοκιμάσεις πάλι ξεκινώντας από την αρχή.» (Εικόνα 43). Ο παίκτης μεταφέρεται στην αρχή του 1^{ου} επιπέδου και αρχίζει να παίζει πάλι το παιχνίδι. Στα δύο πρώτα κουτιά, ο παίκτης καλείται να μηδενίσει μόνο μία θέση κάθε φορά στον *άβακα* (Εικόνες 44, 45, 46, 47). Στα δύο επόμενα κουτιά όμως, πρέπει να μηδενίσει δύο

θέσεις στον *άβακα*, που είτε είναι συνεχόμενες, είτε διάσπαρτες (π.χ. δέκατα και χιλιοστά) (Εικόνες 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55).

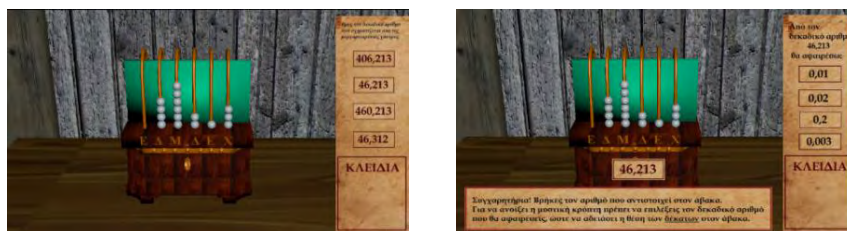
Αν ο παίκτης καταφέρει να συγκεντρώσει τα 4 κλειδιά στον χρόνο που του δίνεται, τότε εμφανίζεται το εξής μήνυμα στην οθόνη: «Με τα κλειδιά που βρήκες, άνοιξε το κλουβί του Pere, κάνοντας κλικ πάνω στις κλειδαριές.» (Εικόνα 56). Το ίδιο μήνυμα ακούγεται δυνατά σαν οδηγία. Ο παίκτης πρέπει να κινήσει την «Quetzal» προς το κλουβί του «Pere» και να κάνει αριστερό κλικ σε όλες τις κλειδαριές. Κάθε φορά που κάνει κλικ, ένα κλειδί φεύγει από την εργαλειοθήκη του και μεταφέρεται στην κλειδαριά, όπου ακούγεται ένας ήχος ξεκλειδώματος και αυτή ανοίγει (Εικόνες 57, 58). Μόλις ανοίξουν και οι τέσσερις κλειδαριές, τότε εμφανίζεται ο διάλογος ανάμεσα στον απελευθερωμένο πλέον «Pere» και την «Quetzal».



Εικόνες 33, 34, 35, 36. Στιγμιότυπα από την αναζήτηση των κουτιών.

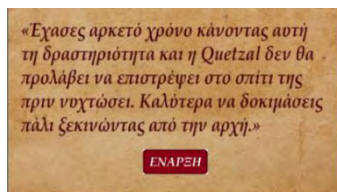


Εικόνες 37, 38. Στιγμιότυπα από την εύρεση των κουτιών και το ξεκίνημα της δραστηριότητας.





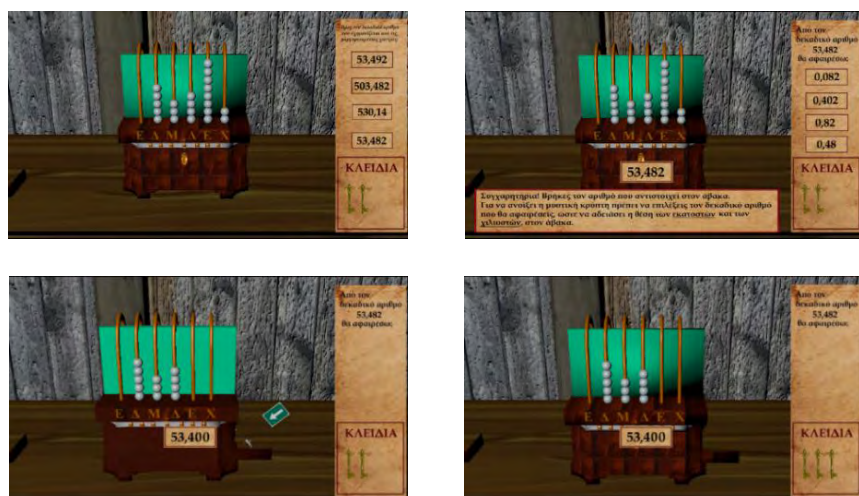
Εικόνες 39, 40, 41, 42. Στιγμιότυπα από το άνοιγμα του 1^{ου} κουτιού.



Εικόνα 43. Τέλος χρόνου.



Εικόνες 44, 45, 46, 47. Στιγμιότυπα από το άνοιγμα του 2^{ου} κουτιού.



Εικόνες 48, 49, 50, 51. Στιγμιότυπα από το άνοιγμα του 3^{ου} κουτιού.



Εικόνες 52, 53, 54, 55. Στιγμιότυπα από το άνοιγμα του 4^{ου} κουτιού.



Εικόνες 56, 57, 58. Στιγμιότυπα από το ξεκλείδωμα του κλουβιού.

Εικόνες με διαλόγους. Ο «Pere» όλο χαρά ρωτάει την «Quetzal»: «Πώς μπορώ να σε βοηθήσω για να σ' ευχαριστήσω που με ελευθέρωσες;» (Εικόνα 59). Η «Quetzal» του αποκρίνεται ως εξής: «Ψάχνω για τον θησαυρό που είχαν κλέψει πριν από τέσσερα χρόνια οι πειρατές από το χωριό μου στο «Abaco».» (Εικόνα 60). Έπειτα, ο «Pere» λέει στην «Quetzal»: «Θυμάμαι έναν διάλογο στο αρχηγείο μεταξύ των πειρατών για εκείνη την επιδρομή. Ο θησαυρός βρίσκεται κρυμμένος κάπου στο νησί. Μάλιστα, είχαν σχεδιάσει έναν χάρτη με το σημείο όπου τον έκρυψαν. Τον χάρτη τον κουβαλούσαν πάντα μαζί τους σε ένα χρηματοκιβώτιο. Αν βρεις το χρηματοκιβώτιο, θα βρεις και τον χάρτη.» (Εικόνα 61). Στη συνέχεια εμφανίζεται ο διάλογος ανάμεσα στην «Quetzal» και την «Agwé» έξω από το αρχηγείο των πειρατών.



Εικόνες 59, 60, 61. Στιγμιότυπα από τον διάλογο ανάμεσα στην «Quetzal» και τον «Pere».



Εικόνες 62, 63. Στιγμιότυπα από τις οδηγίες της «Agwé».

Εικόνες με διαλόγους. Η «Agwé» προτείνει στην «Quetzal» το εξής: «Προτείνω να ξεκινήσετε την αναζήτηση του χάρτη στην άλλη μεριά του νησιού, στην ακτή όπου βρίσκεται το ναυαγισμένο πλοίο των πειρατών. Στην προσπάθειά τους να ξεφύγουν από το πλοίο του Βρετανικού Ναυτικού πριν από τέσσερις μήνες, αφήφησαν την καταιγίδα κι έτσι έπεσαν πάνω σ' έναν ύφαλο εκεί κοντά.» (Εικόνα 62). Επιπρόσθετα, η «Agwé» λέει πως για να κόψουν δρόμο, πρέπει να ακολουθήσουν το μονοπάτι που περνάει μέσα από το δάσος (Εικόνα 63). Αμέσως μετά ξεκινάει το 2^ο επίπεδο.

3.3. 2^ο Επίπεδο

Εικόνες με διαλόγους. Η «Quetzal» μαζί με τον «Peanut» βρίσκονται στην ακτή με το ναυάγιο, και ο «Peanut» λέει στην «Quetzal»: «Φτάσαμε στην ακτή με το ναυάγιο! Πρέπει να βρούμε το χρηματοκιβώτιο.» (Εικόνα 64).

Το επίπεδο. Ο παίκτης πρέπει να κινήσει την «Quetzal» στον χώρο χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο, ώστε να εντοπίσει το χρηματοκιβώτιο (Εικόνα 65). Μόλις βρει το χρηματοκιβώτιο, πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω του για να συνεχιστεί το παιχνίδι (Εικόνα 66).

Εικόνες με διαλόγους. Ο «Peanut» λέει στην «Quetzal»: «Πρέπει να βρούμε τα κλειδιά που ανοίγουν το χρηματοκιβώτιο! Κάπου εδώ κοντά θα είναι.» (Εικόνα 67).

Άνοιγμα της 1^{ης} πόρτας του χρηματοκιβωτίου. Στην ακτή υπάρχουν διασκορπισμένα 6 κλειδιά, κάθε ένα από τα οποία έχει πάνω του ένα ψηφίο (ανάμεσά τους και το 0). Ο παίκτης πρέπει να κινήσει την «Quetzal» στον χώρο χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο και κάθε φορά που εντοπίζει ένα κλειδί, πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω του έτσι ώστε να εμφανιστεί στην εργαλειοθήκη του (Εικόνες 68, 69, 70, 71, 72, 73). Όταν συγκεντρώσει όλα τα κλειδιά, τότε εμφανίζεται ένα βελάκι πάνω από το χρηματοκιβώτιο (Εικόνα 74). Ο παίκτης πρέπει να κάνει κλικ πάνω σε αυτό το βελάκι για να προχωρήσει παρακάτω στο παιχνίδι.

Αρχικά, εμφανίζεται μία καρτέλα με αριθμημένες οδηγίες και συνοδευτική εικόνα του επιπέδου, που πρέπει να διαβάσει ο παίκτης πριν ξεκινήσει αυτό το κομμάτι του επιπέδου (Εικόνα 75). Πάνω από το πλαίσιο όπου αναγράφονται οι οδηγίες, υπάρχει το κομμάτι του επιπέδου που ακολουθεί σε μικρογραφία και οι αριθμοί των οδηγιών (ανάλογα με το κομμάτι στο οποίο αναφέρονται), ώστε να είναι πιο κατανοητές. Όταν πατήσει το κουμπί «ΕΝΑΡΞΗ», τότε μεταφέρεται σε μία οθόνη 2-Δ όπου υπάρχει το πρώτο πορτάκι του χρηματοκιβωτίου με ένα κόκκινο πλαίσιο γύρω από την πρώτη σειρά με κλειδαριές (Εικόνα 76). Επίσης αναγράφονται οι εξής οδηγίες προς τον παίκτη: «Στην πάνω σειρά από τις κλειδαριές, πρέπει να τοποθετήσεις τα κλειδιά έτσι ώστε να σχηματίσεις τον μεγαλύτερο δεκαδικό αριθμό.». Κάτω από τις οδηγίες βρίσκονται τα έξι κλειδιά και ένα πράσινο κουμπί. Ο παίκτης πρέπει να τοποθετήσει τα κλειδιά στις κλειδαρότρυπες με βάση τις οδηγίες που εμφανίστηκαν στην αρχή της δραστηριότητας.

Σε περίπτωση που ο παίκτης από λάθος τοποθετήσει ένα κλειδί που δεν επιθυμεί σε μία κλειδαρότρυπα, τότε μπορεί να πατήσει το κουμπί «επαναφορά», ώστε

να επιστρέψουν όλα τα κλειδιά στη θέση τους και να ξεκινήσει από την αρχή την προσπάθειά του. Μόλις τοποθετήσει όλα τα κλειδιά, τότε θα εμφανιστεί στο κάτω μέρος της οθόνης ένα κόκκινο κουμπί (Εικόνα 77), στο οποίο θα πρέπει να κάνει κλικ ο παίκτης, για να δει αν κατάφερε να ανοίξει τη συγκεκριμένη κλειδαριά. Αν η κλειδαριά δεν ανοίξει, τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα στην οθόνη που λέει το εξής: «Τα κλειδιά δεν τοποθετήθηκαν σωστά. Δοκίμασε ξανά.» (Εικόνα 78). Έτσι ο παίκτης έχει κι άλλη ευκαιρία να τοποθετήσει εκ νέου τα κλειδιά έτσι ώστε να σχηματίσει τον σωστό δεκαδικό αριθμό με τα ψηφία τους (Εικόνα 79). Στην περίπτωση που ο παίκτης δεν προλάβει να τοποθετήσει τα κλειδιά στις κλειδαρότρυπες και να πατήσει το κόκκινο κουμπί πριν τελειώσει ο χρόνος που του δίνεται, εμφανίζεται το εξής μήνυμα: «Έχασες αρκετό χρόνο κάνοντας αυτή τη δραστηριότητα και η «Quetzal» δεν θα προλάβει να επιστρέψει στο σπίτι της πριν νυχτώσει. Καλύτερα να δοκιμάσεις πάλι ξεκινώντας από την αρχή.» (Εικόνα 43). Ο παίκτης ξεκινάει από την αρχή την προσπάθειά του να ανοίξει το χρηματοκιβώτιο. Αυτοί οι κανόνες ισχύουν για όλες τις κλειδαριές που θα κληθεί να ανοίξει και στη συνέχεια ο παίκτης. Αν τα κλειδιά τοποθετηθούν σωστά και ο παίκτης πατήσει το κόκκινο κουμπί, τότε συνεχίζει με τη δεύτερη σειρά από κλειδαριές, όπου πρέπει να σχηματίσει τον μικρότερο δυνατόν δεκαδικό αριθμό με αυτά (Εικόνα 80).

Εικόνα με διάλογο. Μόλις ανοίξει και η δεύτερη κλειδαριά, τότε εμφανίζεται μία εικόνα με το πρώτο πορτάκι ανοιγμένο και τον «Peanut» δίπλα να λέει: «Τα κατάφερες και άνοιξες το πρώτο πορτάκι, όμως υπάρχει και δεύτερο πορτάκι που πρέπει να ανοίξουμε.» (Εικόνα 81).

Άνοιγμα της 2^{ης} πόρτας του χρηματοκιβωτίου. Πάλι μεταφέρεται ο παίκτης σε οθόνη 2Δ όπου εμφανίζεται το δεύτερο πορτάκι (Εικόνα 82). Τώρα, δίπλα στις σειρές από κλειδαρότρυπες υπάρχουν οι ισοδύναμες αναπαραστάσεις δεκαδικών

αριθμών και τα αντίστοιχα *decimal squares* ή αθροίσματα από *decimal squares* (ένα για κάθε θέση του δεκαδικού αριθμού). Δίπλα στο πορτάκι, υπάρχει ένα κουμπί πάνω στο οποίο αναγράφεται «ΟΔΗΓΙΕΣ». Αν ο παίκτης κάνει κλικ πάνω στις «ΟΔΗΓΙΕΣ», τότε εμφανίζονται στην οθόνη οι οδηγίες για την τοποθέτηση των κλειδιών με αυτό το κείμενο: «Τοποθέτησε κάποια κλειδιά στις κλειδαρότρυπες έτσι ώστε να σχηματίσεις (με τα ψηφία που βρίσκονται πάνω τους), τον δεκαδικό αριθμό που απεικονίζεται στις ισοδύναμες αναπαραστάσεις. Σε κάποιες κλειδαρότρυπες δεν πρέπει να τοποθετήσεις κανένα κλειδί. Σε αυτή την περίπτωση, επιλέγεις το κλειδί με το x επάνω.» (Εικόνα 83). Στο κάτω μέρος αυτής της οθόνης υπάρχει ένα κουμπί πάνω στο οποίο αναγράφεται: «ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΣΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ» και μόλις κάνει κλικ πάνω σε αυτό ο παίκτης, επιστρέφει στο επίπεδο. Ισχύουν οι ίδιοι κανόνες που ίσχυαν και για το πρώτο πορτάκι, όσον αφορά την τοποθέτηση των κλειδιών και την επαναφορά. Ο χρόνος είναι και πάλι περιορισμένος. Μόλις τελειώσει, τότε εμφανίζεται το ίδιο μήνυμα με πριν: «Έχασες αρκετό χρόνο κάνοντας αυτή τη δραστηριότητα και δεν θα προλάβεις να επιστρέψεις στο σπίτι σου πριν νυχτώσει. Καλύτερα να δοκιμάσεις πάλι ξεκινώντας από την αρχή.» (Εικόνα 43) και ο παίκτης ξεκινάει το 2^ο επίπεδο από την αρχή. Μόλις τοποθετηθούν σωστά τα κλειδιά στην πρώτη σειρά από κλειδαριές (Εικόνα 84), τότε ο παίκτης μπορεί να προχωρήσει στην επόμενη. Με τον ίδιο τρόπο θα πρέπει να ανοίξει τις τέσσερις σειρές από κλειδαριές (Εικόνες 85, 86, 87), για να ανοίξει το δεύτερο πορτάκι.

Εικόνα με διάλογο. Μόλις ανοίξει και η δεύτερη πόρτα, τότε εμφανίζεται μία εικόνα με το πρώτο πορτάκι ανοιγμένο και τον «Peanut» δίπλα να λέει: «Τα κατάφερες και άνοιξες το δεύτερο πορτάκι, όμως υπάρχει και τρίτο πορτάκι που πρέπει να ανοίξουμε.» (Εικόνα 88).

Αν ο παίκτης καταφέρει να ανοίξει και τα τρία πορτάκια μέσα στον προκαθορισμένο χρόνο, τότε μεταφέρεται σε μία οθόνη όπου εμφανίζεται μέσα στο χρηματοκιβώτιο ο χάρτης με τον θησαυρό και ακούγεται η φωνή του «Peanut» να λέει: «Βρήκαμε τον χάρτη! Ας τον ανοίξουμε να δούμε που βρίσκεται κρυμμένος ο θησαυρός.» (Εικόνα 94). Ο παίκτης πρέπει να κάνει κλικ πάνω στον χάρτη για να τον ανοίξει. Αμέσως μετά, ο χάρτης εμφανίζεται ανοιγμένος σε οθόνη 2Δ και ο «Peanut» ακούγεται να λέει: «Πάμε στο σημείο που δείχνει ο χάρτης, για να βρούμε τον θησαυρό και το μενταγιόν σου!» (Εικόνα 95). Ο παίκτης πρέπει να κάνει αριστερό κλικ πάνω στο σημείο «x» που υπάρχει στον χάρτη, για να προχωρήσει στο επόμενο επίπεδο.



Εικόνες 64, 65, 66. Στιγμιότυπα από το 2^ο επίπεδο



Εικόνα 67. Στιγμιότυπο από το 2^ο επίπεδο.



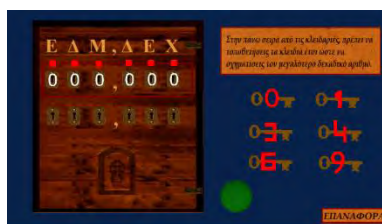
Εικόνες 68, 69, 70, 71, 72, 73. Συγκέντρωση κλειδιών από την ακτή.



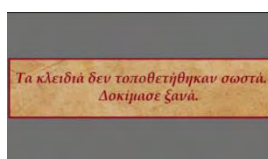
Εικόνα 74. Εμφάνιση βέλους πάνω από το χρηματοκιβώτιο.



Εικόνα 75. Οδηγίες για την τοποθέτηση των κλειδιών



Εικόνες 76, 77. Το 1^ο πορτάκι του χρηματοκιβωτίου.



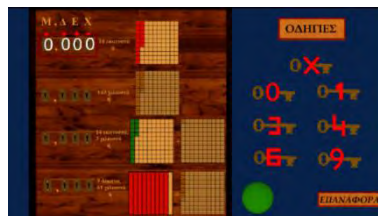
Εικόνα 78. Στιγμιότυπο μετά από λάθος τοποθέτηση κλειδιών.



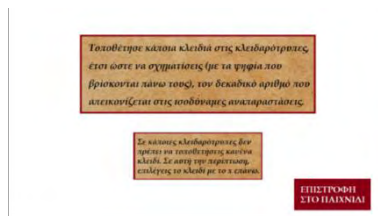
Εικόνες 79, 80. Στιγμιότυπα από σωστή τοποθέτηση κλειδιών στο 1^ο πορτάκι.



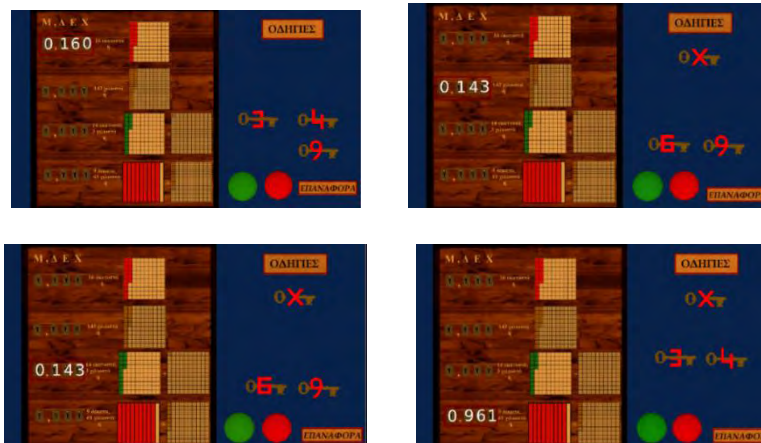
Εικόνα 81. Στιγμιότυπο μετά από το άνοιγμα της πρώτης πόρτας.



Εικόνα 82. Στιγμιότυπο από το δεύτερο πορτάκι.



Εικόνα 83. Οι οδηγίες για την τοποθέτηση των κλειδιών στο 2^ο πορτάκι..

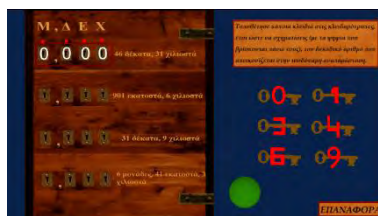


Εικόνες 84, 85, 86, 87. Στιγμιότυπα από τη σωστή τοποθέτηση των κλειδιών στο 2^ο πορτάκι.

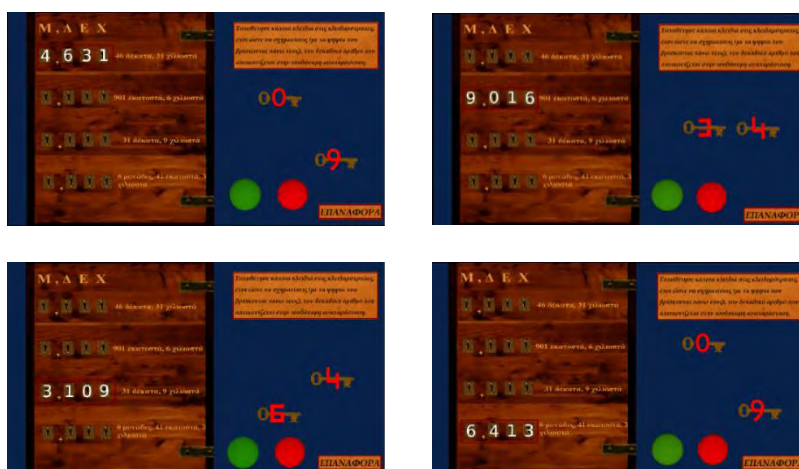


Εικόνα 88. Στιγμιότυπο μετά από το άνοιγμα της δεύτερης πόρτας.

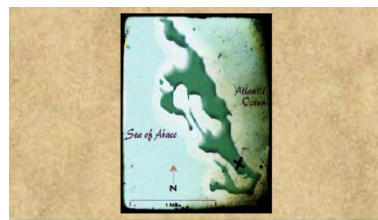
Άνοιγμα της 3^{ης} πόρτας του χρηματοκιβωτίου. Στο τρίτο πορτάκι, οι δεκαδικοί αριθμοί που απεικονίζεται με ισοδύναμη αναπαράσταση, χωρίς όμως να υπάρχει και το βοηθητικό στοιχείο των *decimal squares* (Εικόνα 89). Οι κανόνες για την τοποθέτηση των κλειδιών και την επαναφορά συνεχίζουν να ισχύουν όπως προηγουμένως. Ο χρόνος που έχει στη διάθεσή του ο παίκτης για να ανοίξει το χρηματοκιβώτιο είναι περιορισμένος. Μόλις τελειώσει, τότε εμφανίζεται το ίδιο μήνυμα με πριν: «Έχασες αρκετό χρόνο κάνοντας αυτή τη δραστηριότητα και δεν θα προλάβεις να επιστρέψεις στο σπίτι σου πριν νυχτώσει. Καλύτερα να δοκιμάσεις πάλι ξεκινώντας από την αρχή.» (Εικόνα 43) και ο παίκτης ξεκινάει το 2^ο επίπεδο από την αρχή. Μόλις τοποθετηθούν σωστά τα κλειδιά στην πρώτη σειρά από κλειδαριές (Εικόνα 90), τότε ο παίκτης μπορεί να προχωρήσει στην επόμενη. Με τον ίδιο τρόπο θα πρέπει να ανοίξει τις τέσσερις σειρές από κλειδαριές (Εικόνες 91, 92, 93), για να ανοίξει το τρίτο πορτάκι.



Εικόνα 89. Στιγμιότυπο από το τρίτο πορτάκι.



Εικόνες 90, 91, 92, 93. Στιγμιότυπα από τη σωστή τοποθέτηση των κλειδιών στο 3^ο πορτάκι.



Εικόνες 94, 95. Στιγμιότυπα από την εύρεση του χάρτη.

3.4. 3^ο Επίπεδο

Το επίπεδο. Η κάμερα δείχνει την είσοδο μιας σπηλιάς. Η είσοδος της σπηλιάς όμως είναι σφραγισμένη με μία κατασκευή από κρυστάλλους, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τα *decimal tower cubes* στον κόσμο του παιχνιδιού (Εικόνες 96, 97).



Εικόνες 96, 97. Στιγμιότυπα από την είσοδο της σπηλιάς.

Εικόνα με διάλογο. Ο «Peanut» λέει στην «Quetzal» το εξής: «Ο χάρτης που βρήκαμε δείχνει ότι ο θησαυρός βρίσκεται μέσα σε αυτή τη σπηλιά. Οι πειρατές την έχουν σφραγίσει με μία κατασκευή από κρυστάλλους.» (Εικόνα 98).



Εικόνα 98. Στιγμιότυπα από τα λόγια του «Peanut».

Απομάκρυνση κρυστάλλων από την είσοδο της σπηλιάς. Εμφανίζεται ένα στιγμιότυπο με οδηγίες για το επίπεδο (Εικόνα 99). Σύμφωνα με αυτές, ο κόκκινος κρύσταλλος αντιστοιχεί στον αριθμό 1 και ο παίκτης μπορεί να αφαιρέσει τους

υπόλοιπους κρυστάλλους από την είσοδο, μόνο αν εκτιμήσει σε ποιον δεκαδικό αριθμό αντιστοιχεί ο καθένας τους. Στις οδηγίες επίσης αναφέρεται ότι μόλις ο παίκτης αφαιρέσει όλους τους κρυστάλλους, τότε μπορεί να περάσει μέσα από το άνοιγμα της σπηλιάς και να βρει τον θησαυρό. Οι τελευταίες δύο επισημάνσεις στις οδηγίες είναι οι εξής: «Στην εργαλειοθήκη σου υπάρχουν σε τυχαία σειρά, οι δεκαδικοί αριθμοί που αντιστοιχούν στους κρυστάλλους.» και «Κάθε φορά, θα φωτίζεται ένας από τους δεκαδικούς αριθμούς και τότε θα πρέπει να κάνεις κλικ πάνω σε όποιους κρυστάλλους εκτιμάς ότι αντιστοιχούν σε αυτόν, ώστε να τους αφαιρέσεις από την είσοδο.». Μόλις διαβάσει τις οδηγίες ο παίκτης, θα πρέπει να κάνει αριστερό κλικ στο κουμπί «ΕΝΑΡΞΗ» που βρίσκεται στο κάτω μέρος της οθόνης, ώστε να ξεκινήσει η δραστηριότητα.

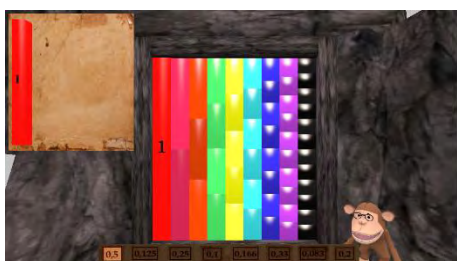
Στην επόμενη οθόνη, φαίνεται η είσοδος της σπηλιάς και στο κάτω μέρος της οθόνης υπάρχουν οι αριθμοί στους οποίους αντιστοιχούν οι κρύσταλλοι (0,5, 0,125, 0,25, 0,1, 0,166, 0,33, 0,083 και 0,2). Ο αριθμός 0,5 φωτίζεται, οπότε ο παίκτης πρέπει να εκτιμήσει και να κάνει κλικ πάνω στους κρυστάλλους που αντιστοιχούν σε αυτόν (Εικόνα 100). Κάθε φορά που ο παίκτης κάνει κλικ πάνω στον σωστό κρύσταλλο, τότε ο κρύσταλλος με τον αντίστοιχο αριθμό να αναγράφεται πάνω του, μεταφέρεται στην εργαλειοθήκη (Εικόνα 101). Μόνο όταν κάνει κλικ σε όλους τους κρυστάλλους που αντιστοιχούν στον δεκαδικό αριθμό που φωτίζεται, θα φωτιστεί ο επόμενος κρύσταλλος (Εικόνες 102, 103, 104, 105). Ο παίκτης πρέπει να συγκεντρώσει όλους τους κρυστάλλους στην εργαλειοθήκη του για να μπορέσει να περάσει μέσα από το άνοιγμα της σπηλιάς (Εικόνα 106). Όταν συγκεντρωθούν όλοι οι κρύσταλλοι, τότε ο παίκτης πρέπει να κινήσει με το πληκτρολόγιο την «Quetzal», ώστε να την οδηγήσει μέσα από το άνοιγμα της σπηλιάς, προς τον θησαυρό. Όταν δει τον θησαυρό, θα πρέπει

να κάνει αριστερό κλικ πάνω του για να προχωρήσει στο κλείσιμο του παιχνιδιού (Εικόνα 107).

Κλείσιμο. Στην τελευταία εικόνα του παιχνιδιού, υπάρχει το εξής κείμενο και ακούγεται η αντίστοιχη ηχογράφηση: «Συγχαρητήρια! Με τη βοήθειά σου, η Quetzal κατάφερε να βρει τον θησαυρό πριν νυχτώσει! Τώρα θα επιστρέψει στο νησί της μαζί με τον Peanut για να προλάβουν τη γιορτή!» (Εικόνα 108).



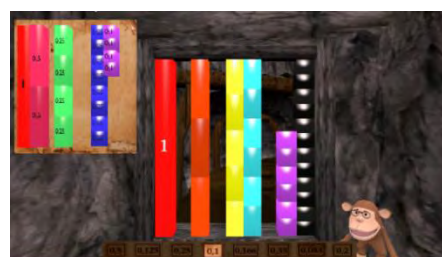
Εικόνα 99. Οι οδηγίες για την απομάκρυνση και συλλογή των κρυστάλλων.



Εικόνα 100. Ο αριθμός 0,5 φωτίζεται, οπότε ο παίκτης πρέπει να εκτιμήσει και να κάνει κλικ πάνω στους κρυστάλλους που αντιστοιχούν σε αυτόν.



Εικόνα 101. Απομάκρυνση και συλλογή κρυστάλλου που αντιστοιχεί στο 0,5.





Εικόνες 102, 103, 104, 105. Σταδιακή απομάκρυνση και συλλογή όλων των κρυστάλλων.



Εικόνες 106, 107. Πέρασμα μέσα από το άνοιγμα της σπηλιάς και εύρεση του θησαυρού.



Εικόνα 108. Το κλείσιμο του παιχνιδιού.